

编号：ZWGDFS201905130

佛山市三水南基塑胶制品有限公司  
佛山市三水进杰塑料制品有限公司  
LNG 气化站

## 安全评估报告

广东正维咨询服务有限公司

APJ-（国）-521

二〇一九年七月二十九日

佛山市三水南基塑胶制品有限公司  
佛山市三水进杰塑料制品有限公司  
LNG 气化站

## 安全评估报告

法定代表人：徐天桂

技术负责人：方晗琛

项目负责人：崔 丽

二〇一九年七月二十九日

## 评估人员

	姓名	资格证书号	从业登记编号	签字
项目负责人	崔 丽	1700000000200950	020307	
项目组成员	吴爱霞	1100000000302724	034501	
	王卫平	0800000000205499	010319	
报告编制人	崔 丽	1700000000200950	020307	
	吴爱霞	1100000000302724	034501	
	王卫平	0800000000205499	010319	
报告审核人	黄维杰	0800000000205437	009059	
过程控制负责人	邓麟	0800000000102791	005586	
技术负责人	方晗琛	0800000000100258	005448	

## 前言

佛山市三水南基塑胶制品有限公司（以下简称“南基公司”）成立于 2006 年 12 月 07 日，类型为有限责任公司（台港澳与境内合资），住所为佛山市三水区中心科技工业区大塘园 A 区 73-3 号，法定代表人为洪学科，注册资本为叁佰伍拾柒万捌仟玖佰元人民币，经营范围为生产、销售：合成革、装饰膜；登记机关为广东省佛山市工商行政管理局。

佛山市三水进杰塑料制品有限公司（以下或简称“进杰公司”）成立于 2006 年 12 月 05 日，类型为有限责任公司（法人独资），住所为佛山市三水区中心科技工业区大塘园 A 区 73-4 号地，法定代表人未徐炳兴，注册资本未人民币贰仟叁佰贰拾肆万元，经营范围为生产、加工、销售：改性塑料、合成革、装饰膜、纺织品、化学纤维；货物或技术进出口，登记机关为佛山市三水区市场监督管理局。

为响应国家政策燃料采用清洁能源，煤改气、油改气的政策，采用天然气作为燃料，减少环境污染；南基公司和进杰公司共同建设一座 LNG 气化站为两家公司生产供给燃料（天然气）。

广东正维咨询服务有限公司（以下简称“正维公司”）受佛山市三水南基塑胶制品有限公司和佛山市三水进杰塑料制品有限公司的委托，依照《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第十三号）、《城镇燃气管理条例》（中华人民共和国国务院令 583 号）、《广东省燃气管理条例》（省第十一届人民代表大会常务委员会第十九次会议第 42 号）的规定对该公司的 LNG 气化站进行安全评估。

本次安全评估主要是分析佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司 LNG 气化站运营过程中存在的主要危险有害因素及

其产生的危险、危害后果；检查该项目安全设施是否完好；以及安全管理制度与应急救援措施的建立和运行情况是否能满足安全生产的需要。

本报告的格式和内容参照《安全评价通则》（AQ8001-2007）为主要依据编制而成。

## 目 录

1 评估目的.....	1
1.1 评估目的.....	1
1.2 依据及标准.....	1
1.3 对象及范围.....	4
1.4 评估程序.....	4
2 建设项目概况.....	6
2.1 单位概况.....	6
2.2 LNG 气化站概况.....	6
2.3 地理位置及自然条件.....	7
2.4 项目周边环境.....	8
2.5 平面布置.....	10
2.6 工艺流程和主要设备、设施.....	10
2.7 公用工程及辅助设施.....	11
2.8 建设单位安全生产管理情况.....	14
3 主要危险、有害因素分析.....	16
3.1 危险、有害因素及产生原因.....	16
3.2 物料危险有害因素辨识与分析.....	17
3.3 生产设备、设施危险有害因素辨识.....	20
3.4 生产储存过程危险有害因素分析.....	22
3.5 危险化学品重大危险源辨识.....	26
4 评估单元划分.....	28
4.1 评估单元的划分.....	28

4.2 评估单元的划分结果.....	28
5 采用的安全评估方法.....	29
5.1 安全评估方法的确定.....	29
5.2 安全评估方法的简介.....	29
6 定性、定量评价.....	33
6.1 安全检查及安全检查表分析.....	33
6.2 作业条件危险性分析.....	52
6.3 事故后果模拟分析过程（蒸气云爆炸事故）.....	53
7 安全条件和安全生产条件的分析.....	56
7.1 项目的安全条件分析.....	56
7.2 安全生产条件的分析.....	58
7.3 可能发生的事故及后果、对策.....	60
8 安全对策、建议.....	62
8.1 安全技术对策措施.....	62
8.2 安全管理对策措施.....	62
8.3 事故应急救援预案方面的对策措施.....	64
9 安全评估结论.....	65
9.1 综合评述.....	65
9.2 总体评估结论.....	66
10 附件.....	67

## 1 评估目的

### 1.1 评估目的

1) 贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，对未达到安全目标的系统或单元提出安全补偿及补救措施，以利于提高该项目本质安全程度、满足安全生产要求。

2) 分析项目运行过程中可能存在的危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件。

3) 对装置运行过程中的固有危险、有害因素进行定性、定量评估和科学分析，对其控制手段进行评估，同时确定其安全等级并估算危险源火灾爆炸或泄漏事故可能造成的人员伤亡半径和事故后果。

4) 指出消除、预防或降低装置危险性，提高装置安全运行等级的安全对策措施，为装置的生产运行以及日常管理提供依据。

### 1.2 依据及标准

#### 1.2.1 有关法律、法规、规章及文件

1) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第十三号）；

2) 《中华人民共和国消防法》（根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》修正）；

3) 《中华人民共和国公司法》（中华人民共和国主席令第八号）；

4) 《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号）；

5) 《中华人民共和国职业病防治法》（根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改等七部法律的决定》第四次修正）；

6) 《城镇燃气管理条例》（中华人民共和国国务院令 666 号修改）；



- 7) 《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令第 645 号);
- 8) 《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》(国务院令 第 549 号);
- 9) 《中华人民共和国监控化学品管理条例》(国务院令第 190 号)
- 10) 《易制毒化学品管理条例》(根据 2018 年 9 月 18 日公布的国务院 令第 703 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第六条修改)
- 11) 《国家质量监督检验检疫总局关于修改〈特种设备作业人员监督管 理办法〉的决定》(国家质量监督检验检疫总局令第 140 号);
- 12) 《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(2013 年修正)(中华人 民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号);
- 13) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录(2015 年第一批)的通知》(安监总科技〔2015〕75 号);
- 14) 《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录 (2016 年)的通知》(安监总科技〔2016〕137 号);
- 15) 《重点监管的危险化学品名录》(2013 年完整版);
- 16) 《危险化学品目录》(国家安全生产监督管理总局等 10 部门公告 2015 第 5 号);
- 17) 《质检总局关于修订〈特种设备目录〉的公告》(2014 年第 114 号);
- 18) 《广东省安全生产条例》(广东省第十二届人民代表大会常务委员 会 公告第 94 号修改)
- 19) 《广东省燃气管理条例(2010 年修正本)》(广东省第十一届人民 代表大会常务委员会公告第 42 号);
- 20) 其它未列法律、法规、规章。

## 1.2.2 技术标准、规范

- 1) 《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）；
- 2) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）；
- 3) 《城镇燃气技术规范》（GB50494-2009）；
- 4) 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSGR0004-2009）；
- 5) 《移动式压力容器安全技术监察规程》（TSGR0005-2011）；
- 6) 《压力管道安全技术监察规程》（TSGD0001-2009）；
- 7) 《气瓶安全技术监察规程》（TSG R0006-2014）；
- 8) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- 9) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年修订）；
- 10) 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）；
- 11) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- 12) 《危险货物物品名表》（GB12268-2012）；
- 13) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）；
- 14) 《化学品分类和危险性公示通则》（GB13690-2009）；
- 15) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-86）；
- 16) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013）
- 17) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；
- 18) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
- 19) 《低压配电设计规范》（GB50054-2009）；
- 20) 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）；
- 21) 《天然气》（GB17820—2012）；
- 22) 《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》（GB/T 20368-2012）；
- 22) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）；

23) 其它未列标准、规定。

### 1.2.3 其它依据

1) 佛山市三水南基塑胶制品有限公司、佛山市三水进杰塑料制品有限公司提供的相关资料、材料；

2) 安全评价组在现场检查、调研所获得的数据、文件等相关资料；

3) 佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司与广东正维咨询服务有限公司签订的安全评估技术服务合同。

### 1.3 对象及范围

评估对象：佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司 LNG 气化站。

评估范围：佛山市三水南基塑胶制品有限公司、佛山市三水进杰塑料制品有限公司 LNG 气化站的总平面布置、工艺设施和设备、公用工程和安全管理等 方面进行安全评估。气化站的规划选址、站外的运输和环境保护不在本次评估范围。

### 1.4 评估程序

参照《安全评价通则》（AQ8001-2007）针对该项目的实际情况，制定了如下安全评估程序：

- 1) 前期准备；
- 2) 辨识与分析危险、有害因素；
- 3) 划分评估单元；
- 4) 选择评估方法；
- 5) 定性、定量评估；
- 6) 提出安全对策措施建议；

- 7) 做出评估结论;
- 8) 编制安全评估报告。

安全评估工作程序流程见下图 1-1。

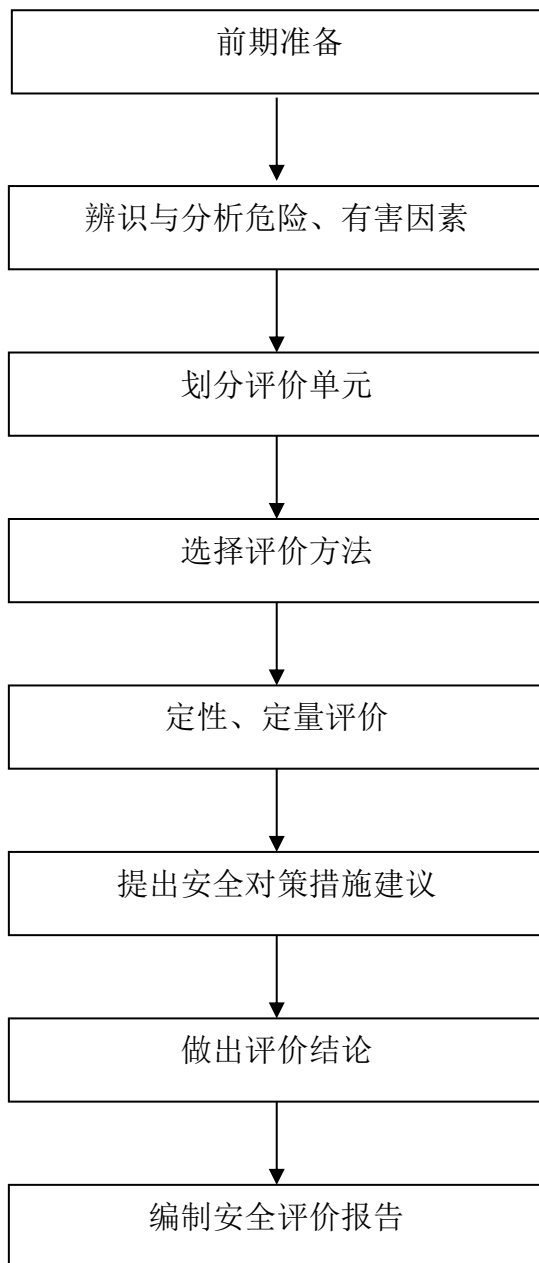


图 1-1 安全评估工作程序

## 2 建设项目概况

### 2.1 单位概况

佛山市三水南基塑胶制品有限公司成立于 2006 年 12 月 07 日，类型为有限责任公司（台港澳与境内合资），住所为佛山市三水区中心科技工业区大塘园 A 区 73-3 号，法定代表人为洪学科，注册资本为叁佰伍拾柒万捌仟玖佰元人民币，经营范围为生产、销售：合成革、装饰膜；登记机关为广东省佛山市工商行政管理局，南基公司用气量为 12000m<sup>3</sup>/a。

佛山市三水进杰塑料制品有限公司成立于 2006 年 12 月 05 日，类型为有限责任公司（法人独资），住所为佛山市三水区中心科技工业区大塘园 A 区 73-4 号地，法定代表人未徐炳兴，注册资本未人民币贰仟叁佰贰拾肆万元，经营范围为生产、加工、销售：改性塑料、合成革、装饰膜、纺织品、化学纤维；货物或技术进出口，登记机关为佛山市三水区市场监督管理局，彩诗公司用气量为 6000m<sup>3</sup>/a。

### 2.2 LNG 气化站概况

1) 项目名称：佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司 LNG 气化站

2) 项目位置：位于佛山市三水南基塑胶制品有限公司厂区西北角及佛山市三水进杰塑料制品有限公司厂区东北角（两家企业共建站）。

3) 占地面积：约 720m<sup>2</sup>

4) 项目规模：

储罐容积：45m<sup>3</sup> × 2(1 台停用)，工作压力：0.79MPa，试验压力：1.16MPa，-196℃

气化器：设计压力：1.6MPa，入口压力：0.4—0.8MPa，出口压力：0.035

—0.05MPa，公称流量：3000Nm<sup>3</sup>/h。

## 2.3 地理位置及自然条件

### 2.3.1 地理位置

三水区位于广东省中部，佛山市境西北部，珠江三角洲西北端；介于北纬 22°58′至 23°34′，东经 112°46′至 113°02′之间。东邻广州市花都区，东南与佛山市南海区相连，西北与四会市交界，北接清远市清城区、清新区，与高要市、佛山市高明区隔西江相望。三水区有旅居海外华侨及港澳台同胞 20 多万（2010），是广东省著名侨乡之一。

### 2.3.2 气候条件

三水区地处亚热带，属南亚热带海洋性季风气候，降雨充沛，但分布不均匀，时有洪涝、干旱等灾害发生，夏秋两季常受热带风暴（台风）影响，雷电灾害频繁，属雷暴盛发区。影响三水区的气象灾害主要有：早春的低温阴雨、夏季的台风、暴雨及强对流天气（强雷暴、大风、冰雹等）；冬季的寒潮等。

气温：年平均气温为 21.9℃。1 月份为全年最冷月，7 月份气温最高。年极端最高气温 39.1℃(03.7.15)；年极端最低气温零下 0.7℃（57.2.11）。

降水：年平均降水日数（≥0.1）154.3 天。年平均降水量 1682.8mm（4—9 月：占总雨量 80%）。全年雨季分为两段：4—6 月为前汛期，主要是锋面低槽带来的降水；7—9 月为后汛期，主要是热带气旋、热带辐合带等引起的降水。

日照：全年日照总时数 1721.7 小时。一年中最长的日照时数是 7 月为 218.7 小时，最短是 3 月为 65.5 小时。

雷暴：三水为雷暴多发区，历年平均雷暴日数为 81 天。

### 2.3.3 地质地貌

三水区地形地貌复杂，有低山、岗地、平原、洼地等，在土地利用上具有多样性。三水区地形狭长，南北相距 68km，东西相距 30km，地势自西北向东南倾斜，属半丘陵区。西北部多为 200~300m 的低山高丘，最高峰西平岭海拔 591m。东部、中部、南部均为低壑丘陵台地，河涌纵横，土地肥沃；西北部为低山高丘，土壤母质为砂砾岩、变质砂岩、花岗岩及石灰石等，约占全区土地面积的 8%。分布于全区各地的丘陵区，均为砂岩、沙页岩、砾岩赤红壤等组成，约占 24.4%。其余为泥沙冲积平原和河网地带，土地肥沃。形成了“三山二水五分田”的土地分布格局。

### 2.3.4 水文特征

三水区境内河涌交错，西江、北江、绥江在此汇流。西江流经西南街道、白坭镇边境，北江从北至南纵贯大塘、芦苞、乐平、西南等镇（街道），并经思贤滘与西江相通。另流经区境内，长度在 14.6km 以上的河涌有西南涌、芦苞涌、漫水河、青岐涌、樵北涌、九曲河、左岸涌、大棉涌、刘寨引水涌、乐平涌等 10 条。全区主要江河西江、北江水质保持良好。

## 2.4 项目周边环境

该项目位于位于佛山市三水南基塑胶制品有限公司厂区西北角及佛山市三水进杰塑料制品有限公司厂区东北角（两家企业共建站），现该项目北面为空置的厂房，东面为佛山市三水进杰塑料制品有限公司厂区空地，西面为佛山市三水南基塑胶制品有限公司厂区空地，南面为空地，其地理位置见图 2.4-1 地理位置图。



图 2.4-1 地理位置图

该项目与周边建构筑的安全间距见表 2.4-1 气化站与站外建（构）筑物的安全间距表：

表 2.4-1 气化站与站外建（构）筑物的安全间距表（单位：m）

站外	站内	方位	LNG 储罐（45m³）		放散管	
			标准值	实际值	标准值	实际值
空地		东面	—	—	—	—
空地		南面	—	—	—	—
空地		西面	—	—	—	—
空置厂房		北面	—	—	—	—

从上表数据可以看出，佛山市三水南基塑胶制品有限公司 LNG 气化站与站外建构筑的安全间距符合《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）第 9.2.4 条的要求。



## 2.5 平面布置

该 LNG 气化站站址内布置有储罐、气化区（包括气化器、放散总管等）。

储罐位于 LNG 气化站西面，设置在南基公司厂区内；气化区位于 LNG 气化站东面，设置在进杰公司厂区内，储罐区及气化区均设置有围墙与外界相隔。

站内建构筑物之间的防火间距如表 2.4-2 所示。

表 2.4-2 站内建构筑物防火间距表（单位：m）

设备名称	储罐	
	标准值	实际值
放散总管	25	26
汽车槽车装卸台柱（装卸口）	18	18

从上表数据可以看出，该气化站站址内建构筑物之间的防火间距符合《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）第 9.2.5 条的要求。

## 2.6 工艺流程和主要设备、设施

### 2.6.1 工艺流程简介和工艺流程简图

#### 1) 工艺流程简介

LNG 通过低温汽车槽车运输至 LNG 气化站，通过卸车增压器对汽车槽车储罐增压，利用压差将 LNG 送至气化站低温 LNG 储罐。工作条件下，储罐增压器将储罐内的 LNG 增压至 0.6MPa。增压后的低温 LNG 进入调压计量撬的空温式汽化器，入口压力：0.4—0.8MPa，与空气换热后转化为气态天然气并升高温度，最后经调压（出口压力：0.035—0.05MPa）、计量后进入燃气管道，送入南基公司和进杰公司作为燃气使用。

## 2) 工艺流程图



### 2.6.2 主要设备

站内主要设备分为液化天然储罐和调压计量撬（包括汽化器、调压装置和放散装置）。该气化站主要设备见下表 2.6-1。

表 2.6-1 主要设备一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	气化器	设计压力：1.6MPa，入口压力：0.4—0.8MPa，出口压力：0.035—0.05MPa，公称流量：3000Nm <sup>3</sup> /h	5 套	
2	液化天然气储罐	45m <sup>3</sup> ，工作压力：0.79MPa，试验压力：1.16MPa，-196℃	2 台	停用 1 台
3	卸车增压撬	LNG-300	1 台	
4	储罐增压撬	LNG-300	2 台	
5	调压计量加臭撬	NG-3000	2 台	

## 2.7 公用工程及辅助设施

### 2.7.1 供配电

#### 1) 供电

该项目电气系统主要为照明和可燃气体报警器用电，根据《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）第 9.6.3 条 液化天然气气化站的供电系统设计应符合现行国家标准《供电系统设计规范》GB 50052 “二级负荷”的规定。

该项目供电电源由该公司供电系统提供，经电缆引下后埋地引至气化站，该公司设有备用发电机，作为供电电源。

#### 2) 电缆敷设

爆炸危险区域的电源线路采用穿钢管保护。爆炸危险区域内的明敷电缆穿钢管保护。

### 3) 电气设备选型

爆炸危险区域内安装的电气设备、仪表、电气线路及照明灯具均选用带有防爆标志和防爆合格证号的防爆型设备，爆炸危险区域现场采用的防爆电气套管、防爆接线盒、防爆防腐控制箱均带有防爆标志和防爆合格证号。

## 2.7.2 给排水

### 1) 给水系统

该项目不涉及生产用水，其工作人员的生活用水依托南基公司及进杰公司，不独立设置。

### 2) 排水系统

#### (1) 污水系统

该气化站站内生活污水依托南基公司及进杰公司污水系统，不独立设置。

生产装置中天然气系统为密闭式工艺系统，正常的生产过程中不产生任何污水。

#### (2) 雨水系统

该气化站采取地面无组织排放至站外。

## 2.7.3 防静电

该气化站在生产过程中，因气体在设备、管道中高速流动而产生静电，静电电荷有可能高达数千伏，有可能产生静电放电火花，引燃泄漏的可燃气体，防止静电火花最根本的方法是设备管道作良好的接地，设备每台至少两处接地。管道在进出装置区处、分岔处以及爆炸危险场所分界处应进行接地，

管道每隔 25m 接地一次，金属固定管道、钢架等进行等电位接地。

#### 2.7.4 消防

该气化站内配置相应的移动式灭火器及其他消防器材。

##### 1) 干粉灭火器

在工艺区、控制室设置灭火器，一旦泄漏气体被引燃时，人工快速灭火，避免火势扩大，把事故消灭在萌芽状态。

2) 该项目的灭火器材配置如下：

表 2.7-1 灭火器配置表

序号	器材名称	型号	数量	设置位置	状况
1	35KG 干粉灭火器	35KG	1	储罐区	良好
2	4KG 干粉灭火器	4KG	4	气化区、储罐区	良好

符合《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的规定。

#### 2.7.5 站用控制系统

该气化站设置可燃气体探测器对爆炸危险区域内可燃气体泄漏进行监测和声光报警、报警，报警控制装置设置在值班室内。

#### 2.7.6 通信

该气化站的通讯主要通过工作人员的移动电话进行通讯来完成生产的调度和应急上报与传达。

#### 2.7.6 应急设施

该气化站设置了防爆抢险工具、防冻服、防冻手套、防冻鞋等应急设施。

## 2.8 建设单位安全生产管理情况

### 2.8.1 安全生产管理机构设置

该气化站的安全管理由佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司共同进行管理和相关人员的配置，主要负责人胡爱明经佛山市安全生产协会考核合格后上岗，对安全生产工作全面负责，其安全生产工作负有下列职责：建立、健全本单位安全生产责任制、组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程、组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划、保证本单位安全生产投入的有效实施、督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患、组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案、及时、如实报告生产安全事故。

安全管理人员陈小兵、张殿涛、洪晓赋、赵志斌经佛山市安全生产协会考核合格，取得生产经营单位安管人员资格证书。

该气化站实行站长负责制，成立了以胡爱明为组长的安全领导小组，负责该气化站日常安全管理工作；陈小兵、张殿涛、洪晓赋、赵志斌为组员，负责站内各项日常工作开展，在保障用户安全正常用气的同时，确保安全生产。这个自上而下建立起来的安全生产管理网络，明确了各级人员的安全生产责任，对该气化站的安全生产实行了有序管理。

特种作业人员如压力容器安全管理、压力容器操作等经质量技术监督部门考核合格后持证上岗。

### 2.8.2 安全管理规章制度

该气化站制定了比较完善的安全岗位责任制，制定了比较完善的安全管理制度、操作规程等。

#### (1) 安全管理制度

目前，佛山市三水南基塑胶制品有限公司 LNG 气化站已建立了以下安全生产管理制度：

《气化站操作规程》；《消防器材管理规定》；《生产区巡回检查管理规定》；《安全生产规定》；《进站须知》；《站区工作人员管理规定》等。

同时气化站结合自身特点制定了《作业许可管理规定》，编制各种危险作业的“作业许可证”，包括动火作业、高空作业、动土作业、设备仪表拆除作业、用电作业等。

气化站作业过程中严格执行各项安全管理规章制度和安全生产责任制，并有安全生产检查记录、设备运行记录、设备维护检修记录、消防设备检查记录、劳动防护用品配备发放保养记录。安全管理状况较好。

### 2.8.3 应急救援预案

#### 1) 可能发生的事故应急救援预案的编制情况

该气站按《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013）的要求编制有生产事故应急救援预案。

#### 2) 事故应急救援组织的建立和人员的配备情况

该公司成立了事故应急小组，全面负责气站范围内的事故及灾害应急处理工作。应急小组下设 3 个专业组，分别为消防抢险组、通讯疏散组、后勤救护组，各组长组织本组人员在应急小组领导下实施具体工作。

#### 3) 事故应急救援预案的演练情况

该公司对事故应急救援预案进行事故演练。

### 3 主要危险、有害因素分析

#### 3.1 危险、有害因素及产生原因

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素，有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损坏的因素；尽管所有危险有害因素的表现形式不同，但从本质上来讲，存在能量、有害物质并失去控制是导致各种危险、有害因素产生的原因，而导致有害物质失去控制则体现在物的不安全状态、人的不安全行为、管理缺陷和环境的不安全状态等方面。

##### (1) 物的不安全状态

生产装置、存储设施、生产工艺等在运行过程中由于性能或质量低下，不能实现预定功能。生产设备、设施出现故障可能导致危险、有害事故。如容器制造、焊接质量低劣；容器、管道由于磨损、腐蚀等都可形成事故隐患，易形成火灾、爆炸等事故。

##### (2) 人的不安全行为

由于人的不安全行为可能产生不良后果。如果从业人员没有持证上岗，对可能产生的危害认识不足，技能不够，操作中可能出现不当行为，或心理、生理超负荷的情况下也可能出现操作失误，造成事故。

##### (3) 管理缺陷

管理缺陷是影响失控发生的重要因素，通常表现为没有严格的操作规程、管理制度或违章作业、违章指挥、违反劳动纪律等。设立有效的运作安全管理机构、制定实施完善的安全管理制度、对其从业人员进行培训持证上岗，是预防事故的有效途径。

##### (4) 环境的影响

环境的影响主要表现为两方面，一是作业环境中的温度、湿度、通风、

照明、噪声等因素可能导致的危险危害；二是外部环境的影响是指如温度、台风、山体滑坡、地震等自然灾害可能引起的事故。

### 3.2 物料危险有害因素辨识与分析

#### 3.2.1 危险化学品辨识

参照《危险化学品目录》（2015年版），该气站涉及的危险化学品是：天然气[富含甲烷的]，天然气的物理状态为液化天然气（LNG）、压缩天然气（CNG）。

上述危险物质的理化性能指标、包装、储存、运输技术要求等相关信息见危险物质基本信息表。

表 3.1-1 天然气[富含甲烷的]基本信息表

标识	英文名 Liquefied Natural Gas	混合物，主要成份为：甲烷（96%）、乙烷、丙烷				
	危险化学品序号：2123	UN 编号：1971（CNG）；1972（LNG）		CAS 号：8006-14-2		
理化性质	外观与性状	无色无臭液化气体。				
	熔点/°C	-182.5	气相密度 kg/Nm <sup>3</sup> （0°C, 1atm）	0.7319		
	沸点/°C	-161.5	临界温度/°C	-82.6		
	液相密度 kg/Nm <sup>3</sup>	449.08	临界压力/MPa	4.59		
	饱和蒸汽压（Kpa）	53.32（-168.8°C）	燃烧热/（KJ/mol）	889.5		
	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚。	危险性类别	第 2.1 类易燃气体		
毒性及健康危害	职业接触限值	未制定标准				
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收	毒性：LD50：LC <sub>50</sub> ：50%（小鼠吸入，2h）			
	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。				
燃烧爆炸危险性	燃爆危险性	本品易燃，具窒息性。		爆炸上限/%	15	
	引燃温度/°C	538	闪点/°C	-188	爆炸下限/%	5.3
	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、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。		
燃烧分解产物	一氧化碳、二氧化碳。	禁忌物	强氧化剂、氟、氯。	
稳定性	稳定			
灭火方法	用雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉灭火。切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。消防人员必须佩戴空气呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。			
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，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，穿防静电工作服。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。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。			
储运注意事项	<p>储存于阴凉、通风的库房。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。</p> <p>采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶必须直立直放；高度不得超过车辆的防护栏板，并用保险带固定，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。</p>			
急救措施	皮肤接触：若有冻伤，就医治疗。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。			
个体防护	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）。，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。穿防静电工作服。戴防护手套。工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。			
包装	包装方法	液化天然气瓶		

### 3.2.2 剧毒化学品的辨识与分析

依据《危险化学品目录》（国家安全生产监督管理局等 10 部门公告 2015 第 5 号）可知该项目不涉及剧毒化学品。

### 3.2.3 监控化学品的辨识与分析

依据《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令第 190 号）中《各类监控化学品名录》进行辨识，可知该项目不涉及监控化学品。

### 3.2.4 易制毒化学品的辨识与分析

依据《易制毒化学品管理条例》（根据 2018 年 9 月 18 日公布的国务院令 703 号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第六条修改）进行辨识，可知项目不涉及易制毒化学品。

### 3.2.5 重点监管危险化学品辨识

根据《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版）对该项目所生产储存的物品进行辨识，天然气属于重点监管的危险化学品。

### 3.2.6 淘汰工艺和设备辨识

依据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》、《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》（安监总科技〔2015〕75 号）、《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》（安监总科技〔2016〕137 号）对该项目进行辨识，该项目所使用的工艺和设备不在淘汰、禁止范围内，没有使用淘汰落后安全技术工艺、设备和装备。

### 3.2.7 特种设备辨识与分析

根据《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第四号）、《特种设备安全监察条例》（国务院令 549 号，2009 年修订）、《质检总局关于修订《特种设备目录》的公告》（2014 年第 114 号）等定义特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场（厂）内专用机动车辆。

1) 该气化站无锅炉、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场（厂）内专用机动车辆。

2) 压力容器是指：盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为：

(1) 最高工作压力大于或者等于 0.1MPa（表压）的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于 30L 且内直径（非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸）大于或者等于 150mm 的固定式容器和移动式容器；

(2) 盛装公称工作压力大于或者等于 0.2MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于 1.0MPa·L 的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于 60℃ 液体的气瓶；

(3) 氧舱。

经辨识，该气化站的 LNG 储罐属于压力容器。

3) 压力管道是指：一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备，其范围规定为：最高工作压力大于或者等于 0.1MPa（表压），介质为气体、液化气体、蒸汽或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体，且公称直径大于或者等于 50mm 的管道。公称直径小于 150mm，且其最高工作压力小于 1.6MPa（表压）的输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体的管道和设备本体所属管道除外。

经辨识，项目涉及压力管道。

### 3.3 生产设备、设施危险有害因素辨识

#### 1) LNG 储罐

LNG 储罐单罐容积 45m<sup>3</sup>，采用高真空绝热，双层结构，内外筒之间用真空绝热，最大的危险性在于真空破坏，绝热性能下降。从而使储罐内的 LNG 因受热而大量气化，储罐内压力快速上升，此时安全阀自动开启，通过集中放散管释放压力。

## 2) 卸车软管

站用卸车管道与槽车卸车软管连接，接口处容易漏气，也可能因脱落或软管爆裂而泄漏。。但在关闭了槽车出液口后或潜液泵停止工作后泄漏量不大。

## 3) LNG 槽车

LNG 槽车危险性与 LNG 储罐相同，但一般卸车时间控制在 2 小时左右，每天最多卸车一次，时间短，次数少，卸车时要求操作人员在现场，发生事故几率较小。

## 4) 工艺液相管道

### (1) 保冷失效

LNG 液相管道为低温深冷管道，由于其他原因使绝热性能下降时，液相管道内压力会上升，管道上设置的安全阀会自动打开，可以降低管道内的压力。

### (2) 管道中的两相流与管道振动

在 LNG 的液相管道中，管内液体在流动的同时，由于吸热、磨擦等原因，有部分液体要气化为气体，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，管道内的压力可能增大，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，尤其是在流经弯头时振动更为剧烈。

### (3) 管道中蒸发气体可能造成“间歇泉”现象

与 LNG 储罐连接的液相管道中的液体可能吸热而产生气体，当气体量小

时压力较小，不能及时的上升到液面，随着吸热的不断增加，蒸发气体增大，压力增大克服储罐中的静压时，气体会突然喷发，喷发时将管路中的液体也推向储罐内，管道中气体、液体与储罐中的液体进行热交换，储罐中液面发生闪蒸现象，储罐压力迅速升高，当管道中的液体被推向储罐后管内部分空间被排空，储罐中的液体又迅速补充到管道中，管道中的液体又重新受热而产生蒸发，一段时间后又再次形成喷发，重复上述过程，这种间歇式的喷发有如泉水喷涌，故称之为“间歇泉”现象，这种现象使储罐内压力急剧上升，致使安全阀开启。

### 3.4 生产储存过程危险有害因素分析

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》和《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）的规定，该建设项目存在的危险有害因素主要表现为：火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落和物体打击、车辆伤害、低温冻伤、中毒与窒息。其中，主要危险有害因素是火灾和其他爆炸、容器爆炸。具体分析如下：

#### 1) 火灾和其他爆炸

火灾是指燃烧失去控制所造成的危害。燃烧是由可燃物，助燃物和点火源三个条件同时具备而产生的。在大气环境中，由于助燃物——空气客观存在，因此对可燃物和点火源的控制就成为防止火灾的关键。

爆炸是物质由一种状态迅速转变成另一种状态，并在瞬间释放大量能量的现象。爆炸按性质分类，可分为物理爆炸和化学爆炸。物理爆炸是物质因状态或压力发生突变等物理变化而引起爆炸，如液化天然储罐超压引起的容器爆炸、溶解炉爆炸。化学爆炸（其他爆炸）是指由化学变化引起的爆炸，如可燃性气体或易燃液体的蒸气泄漏到大气中，与空气混合，浓度处于爆炸极限范围内时遇到足够能量的点火源，而发生爆炸。

该项目在生产过程中存在易燃气体，以下对火灾、其他爆炸进行分析。

### (1) 可燃物分析

天然气是以甲烷为主要成份的气体混合物，除主要含甲烷外，还含有乙烷、丙烷、丁烷等烷烃，另外还有含有微量的二氧化碳、氧、氮、硫化氢和水分等。按储存方式(压力、温度)的不同，天然气又可以分为：液化天然气(LNG)、压缩天然气(CNG)。

液化天然气(LNG)属于液化烃，按《石油化工企业设计防火规范》GB50160-2008 第 3.0.2 条和表 3.0.2 分类，其火灾危险性分类为甲 A 类液化烃。LNG 的蒸气能与空气形成爆炸性混合物。在室温条件下的爆炸极限为 5%~14%，在-162℃左右的爆炸极限为 6%~13%。当 LNG 由液体蒸发为冷的气体时，其密度与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，吸收地面的热量以及大气与太阳的辐射热，形成白色云团。由雾可觉察冷气扩散情况，但在可见物的范围以外，仍有易燃混合物的存在。如果此时易燃混合物扩散到火源，就会立即闪回燃着，若易燃混合物达爆炸极限 5%~14%，此时遇火源有可能引起燃烧和爆炸。

压缩天然气(CNG)属可燃气体，按《石油化工企业设计防火规范》GB50160-2008 第 3.0.1 条和表 3.0.1 分类，其火灾危险性为甲类，极易燃，与空气能形成爆炸性混合物，爆炸极限 5%~14%，常温下天然气比空气轻，在空气中可迅速扩散。遇明火会引起回燃。遇高热、明火易引起燃烧爆炸。

### (2) 点火源分析

点火源是指能够引发可燃物与助燃物发生燃烧或爆炸的能量。该项目生产活动中，以下点火源有可能导致火灾、爆炸事故的发生。

a) 明火：包括违章吸烟、检修动火，生活用火，车辆尾气管排火等；

b) 电气火花：在电气设备正常工作和电气设备发生故障或误操作的情况都有可能产生电火花，如电气开关开启和关闭时发生的火花、漏电火花、接触不良火花、电器短路时产生的火花、过负荷或短路产生的火花等；

c) 雷电：直击雷、感应雷、球形雷、雷电侵入波产生的雷电火花及电

流；

d) 静电：包括输送、加气等气体流动产生的静电和化纤服装、人体运动等产生的静电；

e) 撞击与摩擦火花：操作、检修使用钢铁金属工具产生的摩擦、撞击及人体穿戴包铁钉皮鞋产生的火花；

f) 流散杂电能：如在气化站内使用移动手机和固定电话机等。

g) 其他火源：设备的异常高温表面、由外界火情引起的火源等。

综上所述，该项目存在易燃易爆物质，若管理不严或操作不当或其它原因，也可能存在各类点火源，在运行过程中，可能因以下原因导致发生火灾、爆炸事故：

1) 在 LNG 的贮存、气化、调压、输送过程中，可能因设备、管道、安全附件、管道连接件、阀门等发生破裂、穿孔、密封不良等原因导致泄漏，扩散，若遇高热、明火、静电有引起燃烧、爆炸的危险。

2) 气化站设备和输送管道在检修和动火焊割时，若未在检修前进行彻底的清洗置换，设备和管道中残留有可燃物，在进行动火作业或检修时铁器敲击也可能发生起火、爆炸事故。

3) LNG 气化站作业时，若操作不当，可能发生液化天然气泄漏，遇明火或静电火花也可能发生火灾爆炸事故。

4) 该项目设有电力电缆及电力设备，在运行中时常由于线路检修恢复供电时接错线或对线路检查监视不够引起短路，过负荷运行，造成发热或运行维护不当，致使电气设备和线路绝缘损坏或绝缘老化等，而产生电火花或引起电弧造成过热发生火灾。

## 2) 容器爆炸

容器爆炸是物理性爆炸，是物质因状态或压力发生突变等物理变化而引起的爆炸。

1) 该项目的 LNG 储罐属压力容器，LNG 和 CNG 的输送管道属压力管道，

若设备和管道不是由有资质的单位生产和安装，可能由于设备的设计或制造缺陷，或承压元件、检测仪表、安全保护装置失效，而发生压力容器和管道物理爆裂或爆炸事故，造成冲击波伤害。

2) 气化站装置在运行过程中，也可能由于安全附件失效、操作不当，导致过载运行，产生超压、超温、或憋压等，长期超负荷运行可能导致金属材料疲劳、蠕变出现裂缝，造成其承压能力降低均有发生爆炸和爆破的危险。

该项目承压设备、压力管道中的物质为天然气，为易燃易爆物质，容器破裂爆炸现场易形成大量可燃蒸汽，并迅速与空气混合形成可爆性混合物，在扩散中遇明火即形成二次爆炸。

### 3) 触电伤害

生产过程中需要的用电设备，如果电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中，缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损害、PE 线断线等隐患；或从业人员无证上岗，电工或机电设备操作人员操作失误，或违章作业等极易发生触电事故。

### 4) 高处坠落及物体打击

对气化站内建筑设施进行检修维护作业时，若检修搭设的作业平台或脚手架不符合安全规范，或作业人员无采取防护措施，可能发生高处坠落事故。若在进行高处作业时，在作业的下方也有人员在作业，在以上检修交叉作业中若高处的作业人员不慎，将工具、零件等掉落击中下方人员，则可能引发物体打击事故。

### 5) 车辆伤害

车辆伤害是指企业内机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、下落、挤压、碰撞伤亡事故。运输 LNG 车辆进出站区时，如果没有按规定停靠、限速行使，或行人粗心大意，可能造成车辆伤害事故。



## 6) 中毒和窒息

该项目储运的 LNG 所含主要组分甲烷，对人体基本无毒，但甲烷浓度过高，会令人窒息。如设备发生泄漏，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。长期接触天然气可能出现神经衰弱综合症。

## 7) 低温冻伤

在液化天然气（LNG）蒸发过程中会吸收大量的热量使周围的温度显著降低，从而使人体冻伤。在气化站运行过程中，若因设备故障或操作不当导致液化天然气（LNG）泄漏，工人在操作或检修过程中接触低温部位或泄漏的液体或气体，将会造成低落温冻伤。

该公司在经营过程中存在的危险有害因素分布情况见下表 3.4-1:

表 3.4-1 主要场所危险、有害因素分布表

危险有害因素 作业场所	火灾和其他爆炸	容器爆炸	触电	高处坠落和物体打击	车辆伤害	中毒和窒息	低温冻伤
储罐、气化区	√	√	√	√	√	√	√

## 3.5 危险化学品重大危险源辨识

### 1) 危险物质的重大危险源辨识

根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）可知，重大危险源是指长期地或者临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或者超过临界量的单元。单元是指涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

生产单元指危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

储存单元指用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑

物) 为界限划分为独立的单元。

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时, 该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量, 若等于或超过相应的临界量, 则视为重大危险源。生产单元、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, 则定为重大危险源:

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

式中: S——辨识指标

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险化学品实际存在量 (t)。

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与每种危险化学品相对应的临界量 (t)。

(1) 根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 进行辨识, 该项目列入重大危险源辨识范畴的危险化学品是天然气, 将储罐区划分为一个储存单元进行辨识, 将 LNG 气化站划分为储存单元进行辨识, 辨识过程如下表:

表 3.5-1 危险化学品重大危险源辨识表

类别	危险性分类及说明	物质名称	临界量 (t)	生产储存场所存在量 (t)	$\Sigma=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$ (比值)	备注
气体	易燃气体: 危险性属于 2.1 项的气体	天然气 (甲烷)	45	20.2	0.449 < 1	
注: 该气化站储罐 2 个 (停用 1 个), 容量为 45m <sup>3</sup> , 液化天然气的存在量约 45m <sup>3</sup> × 0.44908t/m <sup>3</sup> ≈ 20.2t (密度取 449.08kg/m <sup>3</sup> )。						

按照表列入危险化学品重大危险源中的物质及其存在量, 代入公式  $q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$  可知该气化站  $\Sigma=0.449 < 1$ , 该气化站储存单元未构成危险化学品重大危险源。

## 2) 危险化学品重大危险源的辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 辨识, 该项目储存单元未构成危险化学品重大危险源。

## 4 评估单元划分

### 4.1 评估单元的划分

评估单元是在危险、有害因素识别与分析的基础上，根据评估目标和 v 方法的需要，将系统划分成有限的、确定范围的评估单元。合理划分评估单元有助于推动评估工作的进行，提高评估结论的准确性，通常情况下评估单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征等与危险有害因素的类别、分布情况有机结合进行划分，还可以根据评估工作的需要，将一个评估单元划分为若干子评估单元或更细致的单元。

本次安全评估过程中，为实现安全评估目的，保证安全评估结果的准确性，结合该项目实际情况，按照下述原则进行评估单元划分：

- 1) 依据该项目所处的位置、基本布置规划情况划分评估单元；
- 2) 依据该项目生产工艺过程划分评估单元；
- 3) 依据该项目的装置和物质特征划分评估单元；
- 4) 依据该项目各部分装置、设施的功能划分评估单元。

### 4.2 评估单元的划分结果

该项目安全生产条件的评估单元划分为 4 个，每个单元再根据需要划分成若干个子单元分别布置价。4 个评估单元分别为：

- 1) 总平面布置；
- 2) 工艺设施、设备；
- 3) 公用工程；
- 4) 安全管理。

## 5 采用的安全评估方法

### 5.1 安全评估方法的确定

任何一种安全评估方法都有其使用条件和范围，在安全评估中如果使用了不适用的安全评估方法，不仅浪费工作时间，影响评估工作正常开展，而且可能导致评估结果严重失真。因此，在安全评估中，合理选择安全评估方法是十分必要的。

评估小组选择安全检查表、作业条件危险性评价方法（LEC）进行定性评估，选择事故后果模拟（蒸气云爆炸模型）对气化站进行定量评估。

评估对象与选用的评估方法列表如下：

序号	评估方法	评估对象
1	安全检查表方法	总平面布置；工艺及设施、设备；公用工程 and 安全管理
3	作业条件危险性评价方法（LEC）	工艺装置区和控制室
4	事故后果模拟（蒸气云爆炸模型）	工艺及设施、设备（LNG 气瓶）

### 5.2 安全评估方法的简介

安全评估方法是对系统存在的危险性、有害性进行分析、评估的工具。按是否运用数学方法评估危险性（量化危险性），可分为定性评估方法和定量评估方法。

#### （1）安全检查表法

安全检查表（Safety Check List）是系统安全工程的一种最简便、广泛应用的系统安全性评估方法。即为检查某一系统、设备以及各种操作、管理和组织措施中的不安全因素，事先将要检查的项目编制成表，以便进行系统检查的方法。

目前，安全检查表法在我国普遍用于查找系统中各种潜在的隐患，该方法能定性的评估系统危险性。故此方法多用于对系统存在危险有害因素的定

性安全评估。

(2) 作业条件危险性评价法

作业条件危险性评价法也称格雷厄姆 (K. J. Graham) —— 金尼 (G. F. Kinney) 法, 是评估操作人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性半定量评估方法, 该评估方法用与系统风险有关的三种因素指标值之积来评估操作人员伤亡风险大小, 这三种因素是:

L——事故发生的可能性

E——人员暴露于危险环境中的频率程度

C——一旦发生事故可能造成的后果

即风险值 $D=L \times C \times E$ , D值越大则表明该作业环境的危险性也越大。

三种因素L、E、C的赋分标准分别见表5.2-1、表5.2-2和表5.2-3, 危险等级的划分标准见表5.2-4。

表5.2-1 事故发生的可能性 (L)

分数值	事故发生可能性
10	完全可以预料到
6	相当可能
3	可能, 但不经常
1	可能性小, 完全意外
0.5	很不可能, 可以设想
0.2	极不可能
0.1	实际不可能

表 5.2-2 人员暴露于危险环境中的频繁程度 (E)

分数值	暴露于危险环境的频率程度
10	连续暴露
6	每天工作时间内暴露
3	每周一次, 或偶然暴露
2	每月一次暴露
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见的暴露

表 5.2-3 发生事故可能造成的后果 (C)

分数值	发生事故可能造成的后果
100	大灾难, 许多人死亡, 或造成重大财产损失
40	灾难, 数人死亡, 或造成很大财产损失
15	非常严重, 一人死亡, 或造成一定的财产损失
7	严重, 重伤, 或较小的财产损失
3	重大, 至残, 或很小的财产损失有伤残
1	引人注目, 不利于基本的安全卫生要求

表 5.2-4 危险性等级划分标准 (D)

D 值	危险程度
>320	极其危险, 不能继续作业
160~320	高度危险, 需立即整改
70~160	显著危险, 需要整改
20~70	可能危险, 需要注意
<20	稍有危险, 可以接受

### (3) 事故后果模拟分析

事故后果模拟分析是安全评估的重要方法之一。其目的在于定量描述一个可能发生的事故对周围设施和人员危害的严重程度。事故后果模拟分析法, 系根据事故的不同类型, 如: 火灾、爆炸、中毒等, 分别不同情况, 采用不同的数学模型, 对事故后果进行模拟计算。

由于该项目生产中的可能发生的重大事故主要为天然气爆炸, 故这里仅对气体爆炸后果的模拟计算进行介绍。

天然气爆炸事故引起损失的大小与天然气的泄漏量和泄漏点附近的人员、财物分布有关。燃气泄漏后造成的最不利后果是形成蒸气云爆炸。本报告遵循事故最大化原则, 对天然气爆炸事故进行蒸气云爆炸模拟并对后果进行评估。假设天然气从储罐泄漏后与空气混合形成可燃蒸气云团, 在某一有限空间延迟遇到火源, 而导致蒸气云爆炸。

根据荷兰应用科学院 (TNO 1979) 建议, 可按下式预测蒸汽云爆炸冲击

波的损害半径:

$$R = C_s (NE)^{1/3}$$

式中 R——损害半径, m;

E——爆炸能量, kJ, 可取  $E = V \cdot H_c$ ;

V——参与反应的可燃气体的体积,  $m^3$ ;

$H_c$ ——可燃气体的高燃烧值,  $kJ/m^3$ ;

$C_s$ ——经验常数, 取决于损害等级, 其取值情况见表 F2.3-1。

N——效率因子, 其值与燃烧浓度持续展开所造成损耗的比例和燃料燃烧所得机械能的数量有关, 一般取  $N = 10\%$ ;

表 5.2-5 损害等级表

损害等级	$C_s / (mJ^{-1/3})$	设备损坏	人员伤亡
1	0.03	重创建筑物的加工设备	1%死亡于肺部伤害 >50%耳膜破裂 >50%被碎片击伤
2	0.06	损坏建筑外表, 可修复性破坏	1%耳膜破裂 1%被碎片击伤
3	0.15	玻璃破碎	被碎玻璃击伤
4	0.4	10%玻璃破碎	

注: 摘自国家安全生产监督管理局. 《安全评价》煤炭工业出版社, 2004 年第一版

## 6 定性、定量评价

### 6.1 安全检查及安全检查表分析

#### 6.1.1 总平面布置的安全性检查

依据《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187—2012）等规范、标准要求，制定安全检查表，对该项目的安全性进行检查见表 6.1-1。

表 6.1-1 总平面布置的安全性检查表

序号	检查内容	依据	检查情况	结论
1	厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，并应符合下列规定： 1 当厂址不可避免不受洪水、潮水、或内涝威胁的地带时，必须采取防洪、排涝措施； 2 凡受江、河、潮、海洪水、潮水或山洪威胁的工业企业，防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。	《工业企业总平面设计规范》 (GB50187—2012) 3.0.12 条	该气化站不受洪水、潮水或内涝威胁的影响。	符合要求
2	下列地段和地区不应选为厂址： 1 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区； 2 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段； 3 采矿陷落（错动）区地表界限内； 4 爆破危险界限内； 5 坝或堤决溃后可能淹没的地区； 6 有严重放射性物质污染影响区； 7 生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域； 8 对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内； 9 很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压	《工业企业总平面设计规范》 (GB50187—2012) 3.0.14 条	该项目所在地抗震设防烈度定为 VI 度，设计基本地震加速度值为 0.05g； 该项目所在地无泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害； 该项目所在地未在采矿陷落（错动）区地表界限内； 该项目所在地未在爆破危险界限内； 该项目所在地未在坝或堤决溃后可能淹没的地区； 该项目所在地未在有严重放射性物质污染影响区； 该项目所在地未在特别保护的区域内； 该项目所在地未在对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天	符合要求



序号	检查内容	依据	检查情况	结论
	缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段； 10 具有开采价值的矿藏区； 11 受海啸或湖涌危害的地区。		文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内； 该项目所在地未在具有开采价值的矿藏区； 该项目所在地未在受海啸或湖涌危害的地区。	
3	液化天然气气化站站址选择应符合下列要求： 1 站址应符合城镇总体规划的要求。 2 站址应避开地震带、地基沉陷、废弃矿井等地段。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.3 条	该气化站站址符合城镇总体规划的要求。选址不在地震带、地基沉陷、废弃矿井等地段。	符合要求
4	液化天然气气化站的液化天然气储罐、集中放散装置的天然气放散总管与站外建、构筑物的防火间距不应小于表 9.2.4 的规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.4 条	依据报告 2.4 节，该气化站的储罐、放散管与站外建、构筑物的安全间距符合规范要求。	符合要求
5	液化天然气气化站的液化天然气储罐、集中放散装置的天然气放散总管与站内建、构筑物的防火间距不应小于表 9.2.5 的规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.5 条	该气化站的储罐与放散装置、卸车口的防火间距符合规定；储罐与放散装置与站外建、构筑物的安全间距符合规范要求。	符合要求
6	液化天然气气化站内总平面应分区布置，即分为生产区(包括储罐区、气化及调压等装置区)和辅助区。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.7 条	该气化站总平面分区布置。	符合要求
7	液化天然气气化站应设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.7 条	该气化站设置有不低于 2m 的实体围墙。	符合要求
8	液化天然气气化站生产区应设置消防车道，车道宽度不应小于 3.5m。当储罐总容积小于 500m <sup>3</sup> 时，可设置尽头式消防车道和面积不应小于 12m×12m 的回车场。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.8 条	该气化站设置有不小于 12×12m 的回车场。	符合要求
9	厂站内的生产区和生产辅助区应分开布置；出入口设置应符合便于通行和紧急事故时人员疏散的要求。	《城镇燃气技术规范》（GB50494-2009）5.2.3 条	该气化站工艺区和控制室，在南基公司和进杰公司厂区均设置了出入口，能满足通行和紧急事故时人员的疏散要求。	符合要求

小结：本节共检查了 9 项，9 项符合要求，没有不符合项。

## 6.1.2 工艺及设施、设备的安全性检查

依据《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）相关规定，对该气化站进行安全检查评估，见下表 6.1-2。

表 6.1-2 工艺及设施、设备安全检查表

序号	检查内容	依据	检查情况	结论
1	站内兼有灌装液化天然气钢瓶功能时，站区内设置储存液化天然气钢瓶(实瓶)的总容积不应大于 2m <sup>3</sup> 。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.6 条	该气化站未设置灌装液化天然气钢瓶功能。	符合要求
2	储罐组四周必须设置周边封闭的不燃烧体实体防护墙，防护墙的设计应保证在接触液化天然气时不应被破坏；	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.10 条	该气化站储罐四周设置有封闭的不燃烧体实体防护墙。	符合要求
3	液化天然气集中放散装置的汇集总管，应经加热将放散物加热成比空气轻的气体后方可排入放散总管；放散总管管口高度应高出距其 25m 内的建、构筑物 2m 以上，且距地面不得小于 10m。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.2.12 条	该气化站液化天然气放散装置的汇集总管距地面不小于 10m。	符合要求
4	对于使用温度低于-20℃的管道应采用奥氏体不锈钢无缝钢管，其技术性能应符合现行的国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976 的规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.4.2 条	无缝钢管符合要求。	符合要求
5	管道宜采用焊接连接。公称直径不大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门也可采用法兰、螺纹连接；公称直径大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门连接应采用法兰或焊接连接；法兰连接采用的螺栓、弹性垫片等紧固件应确保连接的紧密度。阀门应能适应于液化天然气介质，液相管道应采用加长阀杆和能在线检修结构的阀门（液化天然气钢瓶自带的阀门除外），连接宜采用焊接。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.4.3 条	该气化站管道采用焊接连接。	符合要求
6	管道的保温材料应采用不燃烧材料，该材料应具有良好的防潮性和耐候性。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.4.6 条	管道的保温材料采用不燃烧材料保温棉。	符合要求
7	液态天然气低温管道上的两个切断阀之间必须设置安全阀，放散气体宜集中放	《城镇燃气设计规范》	低温管道上的两个切断阀之间设置了安全	符合要求

序号	检查内容	依据	检查情况	结论
	散。	(GB50028—2006) 9.4.7 条	阀, 放散气体采用集中放散。	
8	液化天然气储罐和容器本体及附件的材料选择和设计应符合现行国家标准《钢制压力容器》GB 150、《低温绝热压力容器》GB 18442 和国家现行《压力容器安全技术监察规程》的规定。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.4.9 条	LN 储罐和附件材料符合要求。	符合要求
9	液化天然气气化器或其出口管道上必须设置安全阀, 安全阀的泄放能力应满足以下要求: 1 环境气化器的安全阀泄放能力必须满足在 1.1 倍的设计压力下, 泄放量不小于气化器设计额定流量的 1.5 倍; 2 加热气化器的安全阀泄放能力必须满足在 1.1 倍的设计压力下, 泄放量不小于气化器额定流量的 1.1 倍。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.4.16 条	液化天然气气化器出口管道上已设置安全阀, 泄放能力满足要求。	符合要求
10	储罐区、气化装置区域或有可能发生液化天然气泄漏的区域内应设置低温检测报警装置和相关的联锁装置, 报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.4.19 条	该气化站储罐区、气化装置区域未设置有低温检测报警装置及相关的联锁装置。	不符合要求
11	爆炸危险场所应设置燃气浓度检测报警器。报警浓度应取爆炸下限的 20%, 报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.4.20 条	气化装置区域设置有可燃气体探测器, 报警显示器设置在保安室。	符合要求
12	液化天然气气化站内设置的事故切断系统应具有手动、自动或手动自动同时启动的性能, 手动启动器应设置在事故时方便到达的地方, 并与所保护设备的间距不小于 15m。手动启动器应具有明显的功能标志。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.4.21 条	气化站未设置有事故切断系统。	不符合要求
13	总容积超过 50m <sup>3</sup> 或单罐容积超过 20m <sup>3</sup> 的液化天然气储罐或储罐区应设置固定喷淋装置。	《城镇燃气设计规范》(GB50028—2006) 9.5.1 条	该气化站未设置固定喷淋装置。	不符合要求
14	燃气设备和管道的设置应满足操作、检查、维修和燃气置换的要求。	《城镇燃气技术规范》(GB50494—2009) 5.3.2 条	工艺设备设施能满足操作、检查、维修和燃气置换的要求。	符合要求

小结: 本节共检查了 14 项, 11 项符合要求, 3 项不符合, 不符合项为:

①该气化站储罐区、气化装置区域未设置有低温检测报警装置及相关的联锁

装置。②气化站未设置有事故切断系统。③该气化站未设置固定喷淋装置。

### 6.1.3 公用工程安全性检查

采用安全检查表法对该项目的公用工程安全进行检查，见下表 6.1-3。

表 6.1-3 公用工程安全检查表

序号	检查内容	依据	检查情况	结论
1	站内具有火灾和爆炸危险的建、构筑物、液化天然气储罐和工艺装置区应设置小型干粉灭火器，其设置数量应符合表 9.5.6 的规定外，还应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.5.6 条	该项目配置的灭火器材符合要求，具体详见报告 2.7.5 节。	符合要求
2	液化天然气气化站的供电系统设计应符合现行国家标准《供电系统设计规范》GB 50052 “二级负荷”的规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.6.3 条	该公司供电电源由该公司供电系统提供，经电缆引下后埋地引至气化站，该公司设有备用发电机，能作为应急电源。	符合要求
3	液化天然气气化站爆炸危险场所的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.6.4 条	爆炸危险场所的电力装置符合现行国家标准。	符合要求
4	液化天然气气化站的防雷和静电接地设计，应符合本规范第 8.11 节的有关规定。	《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）9.6.5 条	该气化站设置了防雷针、防静电设施，未定期检测。	不符合要求

小结：该气站爆炸危险区域内安装的电气设备、仪表、电气线路及照明灯具均选用带有防爆标志和防爆合格证号的防爆型设备，爆炸危险区域现场采用的防爆电气套管、防爆接线盒均带有防爆标志和防爆合格证号；该气化站设置了防雷、防静电设施但未检测。

#### 6.1.4 安全管理安全性检查

根据《中华人民共和国安全生产法》、《城镇燃气管理条例》，等法规标准，采用安全检查表法对该项目的安全管理进行安全性检查，见下表

6.1-4。

表 6.1-4 安全管理检查表

序号	检查内容	依据	检查记录	结论
1	危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十一条。	广州市艾欣能能源科技有限责任公司针对该气化站的管理设置了安全生产管理机构，配备了专职安全管理人员。	符合要求
2	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当由主管的负有安全生产监督管理职责的部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	主要负责人及安全管理人员经培训考核合格，取得资格证书。	符合要求
3	生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制和安全生产规章制度，改善安全生产条件，推进安全生产标准化建设，提高安全生产水平，确保安全生产。	《中华人民共和国安全生产法》第四条。	有各类人员岗位责任制；建立有比较健全的安全管理制度和操作规程。	符合要求
4	其他从业人员经本单位培训或委托专业培训，是否考核合格。	《中华人民共和国安全生产法》第二十五条。	其他从业人员经公司内部培训合格后上岗。	符合要求

序号	检查内容	依据	检查记录	结论
5	建立事故应急救援预案，事故应急求援预案应符合有关要求。	《安全生产法》第七十八条	该气站编制有应急救援预案。	符合要求
6	单位应当配备必要的应急救援器材、设备，并进行经常性维护、保养，保证正常运转。	《安全生产法》第七十九条	该项目配备有灭火器材、防冻服等应急救援设施，并进行日常维护。	符合要求
7	安全生产投入是否定期纳入预算。	《中华人民共和国安全生产法》第十八条。	安全生产投入已纳入年度计划内。	符合要求
8	燃气经营者应当制定本单 位燃气安全事故应急预案， 配备应急人员和必要的应 急装备、器材，并定期组织 演练。	《城镇燃气管理条例》第三十九条	编制有事故应急救援，配备有必要的应急装备、器材。	符合要求
9	城镇燃气设施的运行维护 应有完善的安全生产、运行 管理制度和相应的组织机 构。	《城镇燃气技术规范》 (GB50494-2009) 3.1.11 条	有完善的安全生产、运行管理制度和相应的组织机构。	符合要求
10	防雷设施实行定期检测制度。检测时间为每年一次。油库、气库、化学品仓库、烟花爆竹、易燃易爆场所的防雷设施，每半年检测一次。检测合格后，发给合格证书，不合格的，应及时整改。	广东省人民政府颁布《广东省防御雷电灾害管理规定》的通知（粤府〔1999〕21号）	该气化站建构筑物的防雷设施经广东省气象公共安全技术支持中心检测合格，取得《广东省新建防雷装置检测报告》（粤气安检[2017]第YL-1-330号），其检测结论为合格。	符合要求

小结：本节共检查了 10 项，全部符合要求。

### 6.1.5 液化天然气场站设施与操作检查表

根据《燃气系统运行安全评价标准》（GB/T 50811-2012）附录 E 液化天然气场站设施与操作检查表对该气化站进行检查：

表 6.1-5 液化天然气气化站和调峰液化站设施与操作检查表

评估单元	评估内容	评估方法	评分标准	分值	实际得分
8.2.1 周边环境	1. 场站所处的位置应符合规划要求	查阅当地最新规划文件	不符合不得分	1	1
	2. 周边道路条件应能满足运输、消防、救护、疏散等要求	现场检查	大型消防车辆无法到达不得分；道路狭窄或路面质量较差但大型消防车辆勉强可以通过扣 1 分	2	2
	3. 站内燃气设施与站外建（构）筑物的防火间距应符合下列要求：	—	—	—	—
	（1）液化天然气储罐总容积不大于 2000m <sup>3</sup> 时，储罐和集中放散装置的天然气放散总管与站外建（构）筑物的防火间距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的相关要求；露天或室内天然气工艺装置与站外建（构）筑物的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 中甲类厂房的相关要求	现场测量	一处不符合不得分	8	8
	（2）液化天然气储罐总容积大于 2000m <sup>3</sup> 时，储罐和其他建（构）筑物与站外建（构）筑物的防火间距应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB50183 的相关要求	现场测量	一处不符合不得分	8	—
	4. 周边应有良好的消防和医疗救护条件	实地测量或图上测量	10 km 路程内无消防队扣 0.5 分；10 km 路程内无医院扣 0.5 分	1	1
8.2.2 总平面布置	1. 总平面应分区布置，即分为生产区和辅助区	现场现查	无明显分区不得分	1	1

	2. 生产区周边应设置高度不低于 2m 的非燃烧实体围墙，围墙应完好，无破损	现场检查	无围墙或生产区采用非实体围墙不得分；围墙高度不得分；围墙高度不足或有破损扣 1 分	2	2
	3. 站内燃气设施与站内建（构）筑物的防火间距应符合下列要求：	—	—	—	
	（1）液化天然气储罐总容积不大于 2000m <sup>3</sup> 时，储罐和集中放散装置的天然气放散总管与站内建（构）筑物的防火间距应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的相关要求；露天或室内天然气工艺装置与站内建（构）筑物的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 中甲类厂房的相关要求	现场测量	一处不符合不得分	8	0
	（2）液化天然气储罐总容积大于 2000m <sup>3</sup> 时，储罐和其他建（构）筑物之间的防火间距应符合相关设计文件要求	现场测量或查阅设计文件	一处不符合不得分	8	—
	4. <u>储罐之间的净距不应小于相邻储罐直径之和的 1/4，且不小于 1.5m；一组储罐的总容积不应超过 3000m<sup>3</sup>；储罐区内不得布置其他可燃液体储罐和液化天然气气瓶灌装口；储罐组内储罐不应超过两排</u>	现场检查并测量	不符合不得分	4	4
	5. 站内严禁种植油性植物，储罐区内严禁绿化，绿化不得侵入道路，绿化不得阻碍消防救援	现场检查	不符合不得分	2	2
8.2.3 站内道路交通	1. 生产区和辅助区应至少设有 1 对外出入口，当液化天然气储罐总容积超过 1000m <sup>3</sup> 时，生产区应设有 2 个对外出入口，其间距不应小于 30m	现场检查	生产区无对外出入口不得分；辅助区无对外出入口扣 2 分；当生产区应设两个出入口时，少一个出入口扣 2 分；两个出入口间距不足扣 1 分	4	4



	2. 生产区应设有环形消防车道，消防车道宽度不应小于 3.5m，当储罐总容积小于 500m <sup>3</sup> 时，应至少设有尽头式消防车道和面积不小于 12m×12m 的回车场，消防车道和回车场应保持畅通，无阻碍消防救援的障碍物	现场检查	应设环形消防车道未设的不得分；设尽头式消防车道的，无回车场或回车场尺寸不足不得分；消防车道宽度不足扣 2 分；消防车道或回车场上有障碍物扣 2 分	4	4
	3. 场站内的停车场地和道路应平整，路面不应采用沥青材质	现场检查	有明显坡度扣 0.5 分；有沥青材质扣 0.5 分	1	1
	4. 路面上应有清楚的路面标线，如道路边线、中心线、行车方向线等	现场检查	路面无标线或标线不清扣 0.5 分	1	0.5
	5. 架空管道或架空建（构）筑物高度宜不低于 5m，最低不得低于 4.5m，架空管道或建（构）筑物上应设有醒目的限高标志	现场检查	架空建（构）筑物高度低于 4.5m 时不得分；在 4.5m~5m 之间时扣 2 分；无限高标志扣 2 分	4	4
	6. 场站内露天设置的气化器、低温泵、调压器等重要设施和管道应处于不可能有车辆经过的位置，当这些设施 5m 范围内有车辆可能经过时，应设置固定防撞装置	现场检查	一处防撞设施不全不得分	4	4
	7. 应制定严格的车辆管理制度，除液化天然气槽车和专用气瓶运输车辆外，其他车辆禁止进入场站生产区，如确需进入，必须佩带阻火器	现场检查并查阅车辆管理制度文件	无车辆管理制度不得分；生产区内发现无关车辆且未装阻火器不得分；门卫未配备阻火器，但生产区内无无关车辆扣 1 分	2	2
8.2.4 气体净化装置	1. 应有能保证净化后天然气气质的措施，净化后的天然气总硫（以硫记）应 ≤30 mg/m <sup>3</sup> ，硫化氢含量应 ≤5 mg/m <sup>3</sup> ，二氧化碳含量应 ≤0.1%，氧含量应 ≤0.01%，氮含量应 ≤1%，C5+ 烷烃含量应 ≤0.5%，C4 烷烃含量应 ≤2.0%，无游离水	查阅气质检测报告	不能提供气质检测报告或检测结果不合格不得分	2	2

8.2.4 气体净化装置	2. 气体净化装置应运行平稳，无异常声响，天然气泄漏现象	现场检查	有燃气泄漏现象不得分；一处存在异常情况扣 1 分	4	4
	3. 气体净化装置应定期排污，产生的冷凝水、硫、废脱硫剂、废脱水剂等危险废物应可靠收集，并应委托专业危险废物处理机构定期收集处理，严禁随意丢弃	现场检查并处理台账和排污记录	不能提供排污记录的扣 0.5 分；不能提供处理台账的扣 0.5 分	1	1
	4. 气体净化装置应定期检验，检验合格后方可继续使用	查阅检验报告	未检不得分	4	4
8.2.5 压缩机和膨胀机	1. 压缩机和膨胀机的运行平稳，无异常响声、部件过热、制冷剂和燃气泄漏及异常振动等现象	现场检查	存在制冷剂和燃气泄露现象不得分；一处存在异常情况扣 1 分	8	8
	2. 调峰液化站应设有备用压缩机组膨胀机，备用压缩机组膨胀机应能良好运行	现场检查	无备用机组或备用机组运转不正常不得分	1	1
	3. 压缩机和排气压力和排气温度应符合设备和工艺操作要求	现场检查	排气压力超标扣 6 分；排气温度超标扣 2 分	8	8
	4. 压缩机和膨胀机的润滑油箱油位处于正常范围内，供油压力、供油温度应符合工艺要求	现场检查	油位不符合扣 0.5 分；供油压力不符合扣 0.5 分；供油温度不符合扣 0.5 分；回油温度不符合扣 0.5 分	2	2
	5. 压缩机的冷却系统应符合下列要求：	—	—	—	—

8.2.5 压缩机 和膨胀 机	(1) 采用水冷式压缩机的冷却水应循环使用，冷却水供水压力不应小于 0.15MPa，供水温度应小于 35℃，水质应定期检测并更换，防止腐蚀引起内漏	检查现场仪表显示读数并检查水质检测报告或循环水更换记录	供水压力不足扣 1 分；供水温度超高扣 1 分；水质未定期更换扣 0.5 分	2	—
	(2) 采用风冷式压缩机的进风口应选择空气新鲜处，鼓风机运转正常，风量符合工艺要求	现场检查	进风口选择不当扣 1 分；风扇运转不正常或风量不正常扣 1 分	2	2
	6. 压缩机和膨胀机室（撬箱）内应整洁卫生，无潮湿或腐蚀性环境，无无关杂物堆放	现场检查	所处环境不佳或有无无关杂物堆放不得分	1	1
	7. 压缩机和膨胀机设置于室内时，与压缩机和膨胀机连接的管道应采取防振措施，防止对建筑物造成破坏，例如压缩机和膨胀机进出口采用柔性连接、管道穿墙处设置柔性套管等	现场检查	无有效防振措施不得分；振动已造成建筑物损坏不得分	2	2
	8. <u>压缩机的缓冲罐、气液分离器等承压容器应定期检验，检验合格后方可继续使用</u>	查阅检验报告	为检不得分	4	4
8.2.6 制冷装 置	1. 制冷剂的储存应符合下列要求：	—	—	—	
	(1) 制冷剂气瓶应有专用库房储存，远离热源和明火，无其他杂物堆放	现场检查	距制冷剂储存地点 10m 范围内有热源和明火不得分；有其他杂物堆放扣 1 分	2	—
8.2.6 制冷装 置	(2) 机房中的制冷剂除制冷系统中的充注量外，不得超过 150 kg，严禁易燃、易爆的制冷剂储存在机房中	现场检查	机房中的制冷剂超量存放或有易燃、易爆的制冷剂储存在机房中不得分	1	—

	(3) 制冷剂气瓶应在检测有效期内，外观应良好，钢印、颜色标记清晰，附件齐全	现场检查	一只气瓶存在缺陷扣 0.5 分	1	—
	2. 冷箱外隔热保温层应完好无损，夹层内氮气压力正常，表面无异常结冻现象	现场检查	存在异常结冻现象不得分；氮气压力不正常扣 0.5 分；保温层有损坏扣 0.5 分	1	—
8.2.7 液化天然气装卸	1. 进站装卸的液化天然气气质应符合相关规范要求	查阅气质检测报告	不能提供气质检测报告或检测结果不合格不得分	2	2
	2. 槽车应在站内指定地点停靠，停靠点应有明显的边界线，车辆滑动可能时，应采用固定块固定，在装卸作业中严禁移动，槽车装卸完毕后应及时离开，不得在站内长时间逗留	现场检查	无车位标识扣 1 分；无固定设施扣 1 分；一处车辆不按规定停靠或停车后有滑动可能性而未采取措施时扣 0.5 分；一辆装卸后的槽车停留时间超过 1h 扣 1 分	2	2
	3. 应建立在本站定点装卸的槽车安全管理档案，具有有效危险物品运输资质且槽罐在检测有效期内的车辆方可允许装卸，严禁给不能提供有效资质和检测报告的槽车装卸	检查槽车安全管理档案	未建立槽车安全管理档案的不得分；检查出一台槽车未登记建档的扣 1 分	4	4
8.2.7 液化天然气装卸	4. 装卸前应对槽罐、装卸软管、阀门、仪表、安全装置和连锁报警等进行检查，确认无误后方可进行装卸作业；装卸过程中应密切注意相关仪表参数，发现异常应立即停止装卸；装卸后应检查槽罐、阀门及连接管道，确认无泄漏和异常情况，并完全断开连接后方可允许槽车离开	现场检查操作过程并查阅操作记录	不能提供操作记录不得分；发现一次违章操作现象扣 1 分	2	2

	5. 装卸台应设有静电接地栓卡，接地栓上的金属接触部位无腐蚀现象；接触良好，接地电阻值不得超过 100 Ω，装卸前槽罐必须使用静电接地栓良好接地	现场检查，并采用测试仪器测试电阻值	一处无静电接地栓卡扣 2 分；接地电阻值测试不合格扣 2 分；槽车未连接静电接地栓扣 2 分	4	4
	6. 液化天然气的灌装量必须严格控制，最大允许灌装量应符合设备要求	现场检查或检查灌装记录	检查出一次超量灌装不得分	8	8
	7. 装卸软管应符合下列要求：	—	—	—	—
	(1) 装卸软管外表应完好无损，软管应定期检查维护，有检查维护记录，达到使用寿命后应及时更换	现场检查，检查维护记录	一处软管存在破损现象扣 2 分；无检查维护记录扣 2 分	4	4
	(2) 装卸软管应处于自然伸缩状态，严禁强力弯曲，恢复常温的软管其接口应采取封堵措施	现场检查	一只装卸软管处于强力弯曲状态扣 0.5 分；一只装卸软管无封堵措施扣 0.5 分	1	1
	(3) 装卸软管上宜设有拉断阀，保证在软管被外力拉断后两端自行封闭	现场检查	一处无拉断阀或拉断阀存在故障不得分	1	0
8.2.8 气化装置	1. 站内应至少设置两套气化装置，且应有一套备用，备用设备应能良好运行	现场检查	无备用设备或备用设备运转不正常不得分	2	2
	2. 气化装置的运行应平稳，无异常响声、天然气泄漏、异常结霜及异常振动等现象	现场检查	存在天然气泄漏现象不得分；一处存在异常情况扣 1 分	4	4
	3. 气化器应设有压力表和安全阀，容积式气化器还应设有液位计，强制气化器应设有温度计，气化器的工作压力和工作温度应符合设备和工艺操作要求	现场检查	一台设备压力或温度超标扣 2 分	4	4

	4. 气化装置进口管道应设有过滤器，定期检查过滤器前后压差，并及时排污和清洗	现场检查并查阅维护记录	无过滤器或现场压差超标不得分；油过滤器且现场压差符合要求，但无维护记录扣0.5分	1	1
	5. 容积式气化器应定期检验，检验合格后方可继续使用	查阅检查报告	未检不得分	4	4
8.2.9 储罐	1. 储罐罐体应完好无损，外壁漆膜应无脱落现象，罐体应无变形、凹陷、裂缝现象，无严重锈蚀现象，无燃气泄漏现象	现场检查	一处有燃气泄漏现象不得分；一处罐体存在缺陷扣1分	4	4
	2. 储罐的绝热应符合下列要求：	—	—	—	—
	(1) 应每年检查一次自然蒸发率，不得超过设备最大允许自然蒸发率	查阅检查记录	未定期检查或检查结果不符合不得分	2	2
8.2.9 储罐	(2) 真空绝热粉末罐上应设有绝热层真空压力表，应每月检查一次真空度，保证真空度在设备允许范围内	查阅检查记录并现场检查	未定期检查或现场检查不符合要求不得分	2	2
	(3) 子母罐或混凝土预应力罐上应设有绝热层压力表，应每月检查一次氮气压力，保证压力在设备允许范围内	查阅检查记录并现场检查	未定期检查或现场检查不符合要求不得分	2	—
	(4) 液化天然气储罐无珠光砂泄漏现象，无异常结霜和冒汗现象	现场检查	有异常结霜现象扣4分；有冒汗现象扣2分；有珠光砂泄漏现象扣1分	4	4
	3. 液化天然气储罐应设有压力表和温度计，最高工作压力和最高工作温度应符合设备工艺操作要求	现场检查	一台储罐压力或温度超标扣2分	4	4

	4. 液化天然气储罐的进、出液管必须设有紧急切断阀，并与储罐液位控制连锁，紧急切断阀应操作方便，动作迅速，关闭紧密	现场检查	缺少一只紧急切断阀不得分；一只紧急切断阀未连锁扣 2 分；一只紧急切断阀存在关闭故障扣 1 分	4	0
	5. 液化天然气储罐应有下列防止翻滚现象的控制措施：	—	—	—	—
	(1) 确保进站装卸的液化天然气含氮量小于 1%	查阅气质检测报告	一年内出现一次含氮量超标扣 1 分	2	2
	(2) 液化天然气供应商应相对稳定，防止由于组分差异而产生的分层	查阅液化天然气供应商及气质检测报告	一年内出现一次采购气质有明显差异且充注于同一储罐的扣 1 分	2	2
8.2.9 储罐	(3) 单罐容积大于 265m <sup>3</sup> 的大型液化天然气储罐内部宜设有密度检测仪和搅拌器或循环泵，能够根据内液体密度分布确定从顶部注入还是从根部储罐内液体密度分布确定从顶部注入还是从底部注入，并且在发生异常分层时能够启动搅拌或循环泵破坏分层	现场检查	未设置密度检测仪和搅拌器或循环泵等设备不得分；设备工作不正常扣 1 分	2	—
	(4) 未安装密度监测设备的液化天然气储罐不宜长时间储存，运行周期超过一个月的，应进行倒灌处理	查阅储罐充注和运行记录	超过两个月不处理的不得分；一年内运行周期一次超过一个月未处理的扣 1 分	2	—
	6. 储罐基础应稳固，每年应检测储罐基础沉降情况，沉降值应符合安全要求，不得有异常沉降或由于沉降造成管线受损的现象；立式储罐还应定期监测垂直度，防止储罐倾斜	现场检查并查阅沉降监测报告和垂直度监测报告	未定期检测沉降和垂直度不得分；有异常沉降、倾斜但未进行处理不得分	1	1

	7. 储罐组的防液堤应符合下列要求：	—	—	—	
	(1) 储罐组四周应设有不燃烧体实体防液堤，防液堤内的有效容积应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 的要求，防液堤应完好无损，堤内无积水和杂物	现场检查	无防液堤不得分；防液堤高度不足或破损扣 2 分；有积水或杂物扣 1 分	4	0
	(2) 储罐组防液堤内应设有集液池，集液池内应设有潜水泵，潜水泵的运行应良好无故障，集液池内应无积水	现场检查并开测试	无集液池不得分；未设潜水泵或潜水泵工作不正常扣 1 分；集液池内有积水扣 0.5 分	2	0
8.2.9 储罐	8. 总容积超过 50m <sup>3</sup> 或单罐容积超过 20m <sup>3</sup> 的液化天然气储罐应设有固定喷淋装置，喷淋水应能覆盖全部储罐外表面	现场检查	一个储罐不能被水喷淋覆盖扣 0.5 分	1	0
	9. 储罐应定期检验，检验合格后方可继续使用	查阅检验报告	未检不得分	4	4
8.2.14 工艺管道	1. 液化天然气管道法兰密封面，采用金属缠绕垫片	现场检查	一处未采用金属缠绕垫片扣 0.5 分	2	4
	2. 液化天然气管道应设有不燃烧材料制作的保温层，保温层应完好无损，且具有良好的防潮性和耐候性，管道表面无异常结霜现象	现场检查	管道出现异常结冻现象不得分；一处保温层破损或进水扣 1 分	2	2
8.2.16 消防及安全设施	1. 泡沫灭火系统应符合下列要求：	—	—	—	—
	(1) 应配有移动式高倍数泡沫灭火系统	现场检查	未配备不得分	2	0



	(2) 储罐总容量大于或等于 3000m <sup>3</sup> 的液化天然气气化站和调峰液化站, 集液池应配有固定式全淹没高倍数泡沫灭火系统, 并应与低温探测报警装置连锁, 连锁装置应运行正常	现场检查	未配备不得分; 配备但未与低温探测报警器连锁或连锁装置运行不正常扣 0.5 分	1	—
	2. 储罐容积超过 2000m <sup>3</sup> 的液化天然气气化站和调峰液化站装卸区、储罐区、低温泵房、液化装置区、气化装置区、灌装间、瓶库等液化天然气可能泄漏的部位应设有低温检测装置, 报警器应设在经常有人的值班室或控制室内, 低温检测报警装置应经常检查和维护, 并且每年应进行一次检定, 保证完好有效	现场检查, 查阅维护记录和检定报告	一处未安装低温检测装置扣 1 分; 一台低温检测装置未检测维护扣 0.5 分	2	0
总分					73.5

小结: 经检查该气化站总得分为 73.5, 根据《燃气系统运行安全评价标准》(GB/T 50811-2012) 第 3.4.7 条规定: 该气化站安全条件基本符合运行要求, 但需限期整改隐患。

### 6.1.6 重大生产安全事故隐患检查表

根据《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准(试行)》(安监总管三[2017]121号), 评价组对该气化站的现状进行检查与判定。

表 6.1-6 重大生产安全事故隐患检查表

序号	检查内容	依据	实际情况	结论
1	危险化学品生产、经营单位主要负责人和安全生产管理人员未依法经考核合格。	《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准》	主要负责人和安全生产管理人员持有安全合格证书。	符合
2	特种作业人员未持证上岗。		特种作业人员均持证上岗。	符合

序号	检查内容	依据	实际情况	结论
3	涉及“两重点一重大”的生产装置、储存设施外部安全防护距离不符合国家标准要求。	准（试行）》（安监总管三〔2017〕121号）	涉及重点监管的危险化学品，生产装置、储存设施外部安全防护距离符合国家标准要求。	符合
4	涉及重点监管危险化工工艺的装置未实现自动化控制，系统未实现紧急停车功能，装备的自动化控制系统、紧急停车系统未投入使用。		不涉及重点化工工艺	/
5	构成一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未实现紧急切断功能；涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未配备独立的安全仪表系统。		未构成构成重大危险源，不涉及	/
6	全压力式液化烃储罐未按国家标准设置注水措施。		不涉及	/
7	液化烃、液氨、液氯等易燃易爆、有毒有害液化气体的充装未使用万向管道充装系统。		不涉及	/
8	光气、氯气等剧毒气体及硫化氢气体管道穿越除厂区（包括化工园区、工业园区）外的公共区域。		不涉及	/
9	地区架空电力线路穿越生产区且不符合国家标准要求。		架空电力线没有穿越生产区。	符合
10	在役化工装置未经正规设计且未进行安全设计诊断。		未经过正规化工设计且未进行安全设计诊断。	不符合
11	使用淘汰落后安全技术工艺、设备目录列出的工艺、设备。		未使用淘汰落后安全技术工艺、设备目录列出的工艺、设备。	符合
12	涉及可燃和有毒有害气体泄漏的场所未按国家标准设置检测报警装置，爆炸危险场所未按国家标准安装使用防爆电气设备。		储罐区、卸车区等涉及可燃和有毒有害气体泄漏均设有可燃气体浓度检测报警装置；并按国家标准安装使用防爆电气设备。	符合
13	控制室或机柜间面向具有火灾、爆炸危险性装置一侧不满足国家标准关于防火防爆的要求。		控制室设在防爆区域之外。	符合

序号	检查内容	依据	实际情况	结论
14	化工生产装置未按国家标准要求设置双重电源供电，自动化控制系统未设置不间断电源。		不属于化工生产装置。	/
15	安全阀、爆破片等安全附件未正常投用。		安全附件定期校验、检定，合格使用。	符合
16	未建立与岗位相匹配的全员安全生产责任制或者未制定实施生产安全事故隐患排查治理制度。		已建立与岗位相匹配的全员安全生产责任制和生产安全事故隐患排查治理制度。	符合
17	未制定操作规程和工艺控制指标。		有制定操作规程和工艺控制指标。	符合
18	未按照国家标准制定动火、进入受限空间等特殊作业管理制度，或者制度未有效执行。		有制定特殊作业安全管理制度和规程。	符合
19	新开发的危险化学品生产工艺未经小试、中试、工业化试验直接进行工业化生产；国内首次使用的化工工艺未经过省级人民政府有关部门组织的安全可靠性论证；新建装置未制定试生产方案投料开车；精细化工企业未按规范性文件要求开展反应安全风险评估。		没有新开发的危险化学品生产工艺，不涉及	/
20	未按国家标准分区分类储存危险化学品，超量、超品种储存危险化学品，相互禁配物质混放混存。		按规定分类、分库储存危险化学品。	符合

小结：该气化站未经过正规化工设计或诊断，此外不存在其他重大生产安全事故隐患。

## 6.2 作业条件危险性分析

本节针对该气化站的“工艺装置区”和“控制室”场所，应用作业条件危险性评价法进行危险辨识分析，将各场所的风险进行汇总，

具体分析情况见表6.2-1。

表 6.2-1 作业条件危险性分析表

作业场所	事故类型	风险值 D=LEC				危险程度
		L	E	C	D	
气化站	火灾和其他爆炸	0.5	3	40	60	可能危险，需要注意
	容器爆炸	0.2	3	40	24	可能危险，需要注意
	触电	0.5	3	15	22.5	可能危险，需要注意
	高处坠落和物体打击	0.5	3	7	10.5	稍有危险，可以接受
	中毒和窒息	0.2	3	1	0.6	稍有危险，可以接受
	低温冻伤	1	3	3	9	稍有危险，可以接受

通过对该气化站各危险作业场所进行作业条件危险性分析，可以归纳出：

气化站可能发生的事故类型有：火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落和物体打击、冻伤、中毒和窒息。其中火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电的危险程度为“可能危险、需要注意”；高处坠落和物体打击、机械伤害、冻伤、中毒和窒息的危险程度为“稍有危险，可以接受”。

### 6.3 事故后果模拟分析过程（蒸气云爆炸事故）

该项目运营过程中可能发生的重大事故主要为天然气爆炸，本报告以危险性较大的液化天然气储罐泄漏导致天然气蒸气云爆炸事故后果模拟分析为例进行评估。

天然气爆炸事故引起损失的大小与天然气的泄漏量和泄漏点附近的人员、财物分布有关。燃气泄漏后造成的最不利后果是形成蒸气云爆炸。本报告遵循事故最大化原则，对天然气爆炸事故进行蒸气云爆炸模拟并对后果进行评估。假设 LNG 液化天然储罐全部泄漏后与空气混合形成可燃蒸气云团，在某一有限空间延迟遇到火源，而导致蒸气云爆炸。

1) 根据荷兰应用科学院（TNO 1979）建议，可按下式预测蒸汽云爆炸冲击波的损害半径：

$$R=C_S (NE)^{1/3}$$

式中 R——损害半径，m；

E——爆炸能量，kJ，可取  $E=V \cdot H_c$ ；

V——参与反应的可燃气体的体积， $m^3$ ；

$H_c$ ——可燃气体的高燃烧值， $kJ/m^3$ ；

$C_s$ ——经验常数，取决于损害等级；

N——效率因子，其值与燃烧浓度持续展开所造成损耗的比例和燃料燃烧所得机械能的数量有关；

2) 若液化天然气储罐发生泄漏，发生燃爆，引起连锁事故，计算过程如下：

(1) 当损害等级为 1 级时：

①求取 LNG 储罐中天然气总量。

LNG 储罐的液化天然气一旦全部泄漏，体积膨胀 625 倍，该项目 LNG 储罐容积  $45m^3$ （充装系数按 0.9 计算）。

则 LNG 储罐全部泄漏，扩散后的体积为  $28437.5m^3$ 。

②求取损害半径，

$$R_1=C_s(NE)^{1/3}=0.03 \times (10\% \times 28437.5 \times 39860)^{1/3}=14.5m$$

式中  $C_s$  取 0.03

N——效率因子，取 10%

$H_c$ ——取  $39860kJ/m^3$ ，甲烷高燃烧热值。

(2) 同理可求得损害等级为 2, 3, 4 级时的损害半径为：

$$R_2=C_s(NE)^{1/3}=0.06 \times (10\% \times 28437.5 \times 39860)^{1/3}=29m$$

$$R_3=C_s(NE)^{1/3}=0.15 \times (10\% \times 28437.5 \times 39860)^{1/3}=72.6m$$

$$R_4=C_s(NE)^{1/3}=0.4 \times (10\% \times 28437.5 \times 39860)^{1/3}=193.6m$$

分析结果见表 F3.3-3b。

表 6.4-2 LNG 瓶组泄漏蒸气云爆炸危及半径汇总表

损害等级	$C_s / (\text{mJ}^{-1/3})$	危及半径 (m)	设备损坏	人员伤害
1	0.03	14.5	重创建筑物的加工设备	1%死亡于肺部伤害 50%耳膜破裂 50%被碎片击伤
2	0.06	29	损坏建筑物外表可修复性破坏	1%耳膜破裂 1%被碎片击伤
3	0.15	72.6	玻璃破碎	被碎玻璃击伤
4	0.4	193.6	10%玻璃破碎	—

当目标至爆源中心的距离为193.6m时，10%玻璃破碎；当目标至爆源中心的距离为29m时，即可造成人员重伤；当目标至爆源中心的距离为14.5m时，即可造成人员死亡。

注：模拟计算均没有考虑地形、建筑物、风向、风速、温度等因素的影响，而且计算也均是考虑其全部泄漏后的情况，仅是液化天然气泄漏后事故处置应急救援的一个参考。而实际上液化天然气泄漏事故发生后，气体扩散范围难以预测，事故危险性的大小不仅与泄漏量的大小、储罐损坏程度及数量等有关，而且与气体流出的时间有关，泄漏时间越长，危险性越大，划定的警戒区范围也越大。另外，不同地形、建筑物、风向、风速、温度等因素对液化天然气泄漏后的扩散形式、扩散距离都会有影响。

## 7 安全条件和安全生产条件的分析

### 7.1 项目的安全条件分析

#### 7.1.1 项目的外部情况

该项目位于位于佛山市三水南基塑胶制品有限公司厂区西北角及佛山市三水进杰塑料制品有限公司厂区东北角（两家企业共建站），现该项目北面为空置的厂房，东面为佛山市三水进杰塑料制品有限公司厂区空地，西面为佛山市三水南基塑胶制品有限公司厂区空地，南面为空地。

根据《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006），佛山市三水南基塑胶制品有限公司 LNG 气化站与站外建构筑的安全间距符合《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）的要求。

#### 7.1.2 项目内在的危险、有害因素和可能发生的各类事故，对项目周边单位生产经营活动或者居民生活的影响

该项目设施设备与相邻设施的安全距离符合《城镇燃气设计规范》（GB50028—2006）等相关规范要求，可以有效避免危险、有害因素对相邻建(构)筑物的影响，该项目正常的经营活动对相邻设施无影响。

从该项目的危险、有害因素分析可知，该项目经营过程的危险因素主要为火灾爆炸、容器爆炸、车辆伤害和触电等，其中可能对周边单位和居民生活造成影响的为火灾和其他爆炸、容器爆炸。若该项目发生火灾爆炸事故，经本文第 6 章分析当气化站的 LNG 储罐发生蒸气云爆炸时，当目标至爆源中心的距离为 193.6m 时，10%玻璃破碎；当目标至爆源中心的距离为 29m 时，即可造成人员重伤；当目标至爆源中心的距离为 14.5m 时，即可造成人员死亡。

### 7.1.3 项目周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目的影

该气化站周围建有围墙，周边单位正常的经营活动对该项目不会产生较大影响。

### 7.1.4 建设项目所在地的自然条件对项目投入生产或者使用后的影响

该项目所在地位于北回归线以南，属南亚热带海洋性季风气候区，阳光充足，气候温和，雨量丰富，季风盛行，风力强劲。夏秋季节多台风影响。所以，该地有受到热带气旋影响、雷击和暴雨灾害的可能性。

建筑设施及装置按规定设置防雷装置，其项目受热带气旋影响和雷电灾害的可能性很小。建设项目厂址不属矿产采掘区、水坝（或大堤）溃决后有可能淹没地区、地方病严重流行区、国家及省市级文物保护单位。所在地不属遭受潮水、洪水、内涝灾害区域，不属地震断层和设防烈度高于九度的地震区，不属软地基、湿陷性黄土、膨胀土等地质，地质条件符合选址要求。所以，当地的自然条件对建设项目的影

综上所述，该项目所在地的气候、地质等自然条件对该项目的经营活动有一定的影响，但该项目设施了相应的防护设施，能降低其影响。

### 7.1.5 小结

综上所述，该项目设施设备与外部建（构）筑物的安全间距满足规范要求。

该公司正常的经营活动对相邻设施的生产经营活动无影响，若发生重大火灾爆炸事故，对相邻设施会产生一定影响。

该气化站的外部周边单位正常的经营活动对该项目不会产生较大影响。

该项目所在地的气候、地质等自然条件对该项目的经营活动有一定的影响，但该项目设施了相应的防护设施，能降低其影响。

据此，该项目的安全条件满足其安全运营的要求。



## 7.2 安全生产条件的分析

### 7.2.1 技术、工艺

LNG 气化站项目所采用的工艺属于国内外成熟工艺。该工艺不属于《产业结构调整指导目录(2011 年本)》(2013 年修正)中的限制类和淘汰类,符合国家产业政策要求。

### 7.2.2 装置、设备和设施

该项目的生产过程相对简单,工艺设备的选型充分考虑生产装置的特点,用材满足工艺介质的要求;所有电气、仪表等设备及器件,均按照有关电气、仪表设计规范进行选用,并选用国内产品质量好的生产厂家的定型产品。

该项目根据工艺需要,在工艺管道上设置有安全阀、压力表、温度计等安全附件。

### 7.2.3 原料、辅助材料和产品

该项目涉及的主要原料为液化天然气。

### 7.2.4 作业场所

该项目的天然气属于易燃、易爆的危险化学品。一旦发生泄漏,遇到点火源造成燃烧或爆炸事故,其危害均相当严重,有可能对站区内及周边造成人员伤亡及严重的财产损失。

该项目选址环境良好,站内地势平坦,通风效果良好。

气化站在工艺装置区设置了可燃气体检测报警装置,实时监控作业场所可能发生的泄漏。

### 7.2.5 事故及应急管理

1) 该气化站根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》

(GB/T 29639-2013) 要求编制有该项目的应急预案。

2) 事故应急救援组织的建立和人员的配备情况

该公司已建立事故应急救援组织，配备了各类应急救援人员。

3) 事故应急救援器材、设备的配备情况

该项目配备了防爆抢险工具、防冻服等应急设施。

## 7.2.6 安全管理

1) 安全生产责任制的建立和执行情况

明确了各级人员的安全生产责任，对气化站的安全生产实行了有序管理。

2) 安全管理制度建立及执行情况

通过报告 2.8 节可知，该气化站依照国家有关法律、法规和标准的要求，建立了较为完备的安全管理制度和操作规程，在生产过程中，需进一步完善及更新。

3) 操作规程的建立及执行情况

该气化站已制定了各岗位的操作规程，同时气化站结合自身特点制定了《作业许可管理规定》。该气化站作业人员经过岗位培训，能够完成该气化站的日常操作工作。

4) 安全生产管理机构的设置和安全管理人员的配备情况

该气化站的安全管理由佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司共同进行管理和相关人员的配置，主要负责人胡爱明经佛山市安全生产协会考核合格后上岗，对安全生产工作全面负责。

该气化站实行站长负责制，成立了以胡爱明为组长的安全领导小组，负责该气化站日常安全管理工作；陈小兵、张殿涛、洪晓赋、赵志斌为组员，负责站内各项日常工作开展，在保障用户安全正常用气的同时，确保安全生产。这个自上而下建立起来的安全生产管理网络，明确了各级人员的安全生产责任，对该气化站的安全生产实行了有序管理。

### 5) 安全生产投入情况

该气化站在设计施工期间保证了安全投入，范围包括消防、防雷、事故应急、安全教育培训及个人劳动防护用品等各方面，能够满足公司的安全要求。

### 6) 重大危险源的辨识和已确定的重大危险源检测、评价和监控情况

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识，该项目未构成危险化学品重大危险源。

### 10) 从业人员劳动防护用品的配备及其检修、维护和法定检验、检测情况

该项目配备了防爆抢险工具、防冻服等设施。

## 7.3 可能发生的事故及后果、对策

该项目可能造成较大后果的事故为泄漏事故、火灾和爆炸事故。

防止事故的发生应该从加强管理、优化工艺和设备、严格操作等方面入手。一旦发生泄漏，要采取科学有效的措施制止泄漏，防止造成严重的次生事故。如果发生泄漏起火事故，要积极应对，采取合理的措施，避免周边设施受到波及，造成更加严重的后果。

### 1) 防止泄漏措施

首先要加强管理，规范各项规章制度，严格要求，经常对设备和管道进行检查维修，提前发现问题。其次，对设备材料的选择要适当，设备材料要具有良好的防腐性能；密封结构设计应合理，各连接部位的安装要达到密封质量的要求，并尽量减少连接部位；焊缝质量要保证；防止容器产生裂缝、开口而泄漏；要确保容器的耐压强度，选用合格的容器；容器配置的温度表、压力表、安全阀等安全装置必须齐全好用。容器要定期进行检测、维修、进行耐压试验，装卸作业过程中防止物料过满溢出；要避免容器受外力破坏。

生产操作中应注意防止出现操作失误、错误操作、违章操作；加强业务培训和职业教育，提高责任感和消防安全意识，减少由于人为失误而造成的

事故。

## 2) 防止火灾和爆炸措施

### (1) 建立警戒区，

一旦出现泄漏事故，在泄漏点周围一定范围内划出警戒线，设立明显标志，以各种方式和手段通知警戒区内和周边人员迅速撤离，禁止无关人员进入警戒区。

### (2) 消除警戒区内的火种

立即在警戒区内停电、停火，灭绝一切可能引发火灾和爆炸的火种。进入危险区穿戴不会产生静电或火花的劳动保护用品或应急救援设备，作业时设备应确保接地。

### (3) 采取措施制止泄漏

在保证安全的情况下按照应急处理程序进行阀门关闭等处理。

## 8 安全对策、建议

### 8.1 安全技术对策措施

为进一步提高设备、设施的本质安全，根据《城镇燃气设计规范》（GB50028-2006），工艺设备设施作如下建议：

1、储罐区、气化装置区域或有可能发生液化天然气泄漏的区域内应设置低温检测报警装置和相关的连锁装置，报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。

2、液化天然气气化站内应设置事故切断系统，事故发生时，应切断或关闭液化天然气或可燃气体来源，还应关闭正在运行可能使事故扩大的设备。液化天然气气化站内设置的事事故切断系统应具有手动、自动或手动自动同时启动的性能，手动启动器应设置在事故时方便到达的地方，并与所保护设备的间距不小于 15m。手动启动器应具有明显的功能标志。

3、液化天然气储罐应设置固定喷淋装置。

4、储罐区（ $\leq 50\text{m}^3$ ）距离站区围墙距离应满足 15m 的要求。

5、该气化站应根据《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 的要求设置防雷设施，并应经有资质的单位定期检测合格。

6、该气化站应根据《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 9.5.1 条的要求设置消防给水系统，并应经消防审核及验收后投入使用。

7、该气化站需委托有资质的设计单位进行设计诊断。

### 8.2 安全管理对策措施

1) 按照《关于印发〈广东省安全生产监督管理局关于全面落实工矿企业全员安全生产责任的指导意见〉的通知》（粤安监规〔2018〕1号）的要求，落实安全生产责任。

明确企业主要负责人、企业分管负责人、企业安全生产管理部门及管理

人员的安全生产责任。

2) 加强作业人的安全管理和培训，其主要负责人、安全生产管理人员以及运行、维护和抢修人员经专业培训并考核合格。

3) 燃气经营者应当建立健全燃气安全评估和风险管理体系，发现燃气安全事故隐患的，应当及时采取措施消除隐患。

4) 燃气安全事故发生后，燃气经营者应当立即启动本单位燃气安全事故应急预案，组织抢险、抢修。

5) 燃气安全事故经调查确定为责任事故的，应当查明原因、明确责任，并依法予以追究。

6) 应进一步建立完善各项安全管理制度，强化安全责任等措施；

7) 应切实按照安全标准化的要求进行日常运行，做好培训、教育检查及其它日常记录；

8) 气化站内应按照《易燃易爆性商品储存养护技术条件》(GB17914-2013)和《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018年版)的相关要求储存危险化学品，并严格控制总储量。

9) 必须确保从业人员符合录用条件并培训合格，依法持证上岗。

10) 必须按照《危险化学品企业事故隐患排查治理实施导则》要求排查治理隐患。

11) 严禁设备设施带病运行和未经审批停用报警联锁系统。

12) 严禁可燃和有毒气体泄漏等报警系统处于非正常状态。

13) 严禁未经审批进行动火、高处、吊装、用电、动土、检维修、盲板抽堵等作业。

14) 严禁违章指挥和强令他人冒险作业。

15) 严禁违章作业、脱岗和在岗做与工作无关的事。

16) 贯彻落实《企业安全生产责任体系五落实五到位规定》(安监总办

(2015) 27 号) 的要求。

17) 在燃气设施安全保护范围内, 不得进行有可能损坏或危及燃气设施安全的活动。

18) 该项目涉及的危险化学品为 LNG 和 CNG 是易燃、易爆的危险化学品, 为甲类火灾危险性物质, 根据《城镇燃气设计规范》(GB50028-2006) 第 9.2.5 条的规定, 储罐距离明火、散发火化地点的防火间距为 45m, 同时, 由于此 45m 的防火间距不在自有土地范围内, 则应在气化站外应加强明火巡查和管理。

### 8.3 事故应急救援预案方面的对策措施

建议该气化站根据《生产安全事故应急预案管理办法》安监总局令第 88 号的要求定期组织演练, 根据演练情况进一步规范完善事故应急预案, 同时应作好演练记录, 进而建立档案管理。

## 9 安全评估结论

### 9.1 综合评述

1) 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版), 该项目涉及的 LNG 是易燃、易爆的危险化学品, 为甲类火灾危险性物质。因此, 火灾爆炸是其主要危险。

2) 该项目存在火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落和物体打击、车辆伤害、低温冻伤、中毒和窒息。

3) 该气化站储存单元危险化学品天然气数量未构成危险化学品重大危险源。

4) 根据建设项目实际内容和生产性质, 结合危险、有害因素分析的结果, 本报告从 4 个方面(总平面布置; 工艺设施、设备; 公用工程; 安全管理)进行了分析评估, 通过资料分析和现场检查, 对照国家有关的法律、法规、标准、规范, 本报告认为:

①该气化站的储罐、放散管与站外建、构筑物的安全间距符合规范要求; 该气化站在南基公司及进杰公司厂区均设置有出入口, 能满足通行和紧急事故时人员的疏散要求。

②气化站根据工艺需要, 在管线上设置压力表、安全阀等安全附件; 在生产运营中, 压力表、安全阀安全附件有相应的检定。

③该气站爆炸危险区域内安装的电气设备、仪表、电气线路及照明灯具均选用带有防爆标志和防爆合格证号的防爆型设备, 爆炸危险区域现场采用的防爆电气套管、防爆接线盒均带有防爆标志和防爆合格证号; 该气化站设置了防静电设施。

④该气化站有各类人员岗位责任制; 建立有比较健全的安全管理制度和操作规程, 配备了安全管理人员。

5) 根据《燃气系统运行安全评价标准》(GB/T 50811-2012) 附录 E 液



化天然气场站设施与操作检查表对该气化站进行检查，该气化站总得分为73.5，安全条件基本符合运行要求，但需限期整改隐患。

6) 根据《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三[2017]121号）辨识，该气化站尚未经过正规化工设计或诊断。

7) 应用作业条件危险性评价法进行分析：

气化站可能发生的事故类型有：火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电、高处坠落和物体打击、冻伤、中毒和窒息。其中火灾和其他爆炸、容器爆炸、触电的危险程度为“可能危险、需要注意”；高处坠落和物体打击、冻伤的危险程度为“稍有危险，可以接受”。

8) 事故后果模拟分析（蒸气云爆炸模型）对该气化站的储罐的爆炸事故进行评估：当目标至爆源中心的距离为193.6m时，10%玻璃破碎；当目标至爆源中心的距离为29m时，即可造成人员重伤；当目标至爆源中心的距离为14.5m时，即可造成人员死亡。

## 9.2 总体评估结论

根据《燃气系统运行安全评价标准》（GB/T 50811-2012）第3.4.7条规定：佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司气化站总得分为73.5，该气化站安全条件基本符合运行要求，但需限期整改隐患。

佛山市三水南基塑胶制品有限公司/佛山市三水进杰塑料制品有限公司LNG气化站的运营及管理方应定期对压力容器、管道及对应安全附件、可燃气体泄漏探测器等进行检测和校验，确保其安全有效，加强安全管理，达到安全生产的目的。

## 10 附件

序号	资料名称	页码
1	营业执照	
2	土地使用证	
3	安全阀校验报告	
4	主要负责人、安全管理人员资格证书	
5	特种设备操作人员资格证	
6	工伤保险证明	
7	总平面图	



地理位置图