



项目编号：皖 WH20231200094

# 亳州新奥燃气有限公司 岳桥门站 LNG 应急储备站

## 安全现状评价报告



安徽宇宸工程科技有限公司

资质证书编号：PJ-(皖)-013 号

12月14日





# 安全评价机构 资质证书

(副本) (1-1)

统一社会信用代码: 913416006941342482

机构名称: 安徽宇宸工程科技有限公司

办公地址: 亳州市希

法定代表人: 尹

证书编号: APJ-皖13

首次发证: 2020年08月04日

有效期至: 2025年08月03日

业务范围: 石油加工业, 化学原料化学品及医药制造业

仅供亳州新奥燃气有限公司  
现状评价报告使用  
皖13  
安全评价机构  
安徽省应急管理厅  
亳州市各城西测录管楼南楼9楼  
皖1320231200094

(发证机关盖章)  
2020年08月07日

亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站

## 安全现状评价报告

法定代表人：尹超

技术负责人：尹超

评价项目负责人：张刘洋



亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站

安全现状评价报告签字页

| 职责      | 姓名 | 资格证书号 | 从业登记编号 | 专业能力 | 签字 |
|---------|----|-------|--------|------|----|
| 项目负责人   |    |       |        |      |    |
| 项目组成员   |    |       |        |      |    |
| 报告编写人   |    |       |        |      |    |
| 报告审核人   |    |       |        |      |    |
| 过程控制负责人 |    |       |        |      |    |
| 技术负责人   |    |       |        |      |    |
|         |    |       |        |      |    |

## 前 言

亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站，位于安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧。经营范围：管道燃气销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

对照《危险化学品目录》（2022 调整版）和应急管理部办公厅关于修改《危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）》涉及柴油部分内容的通知，应急厅函（2022）300 号，该储备站的天然气、四氢噻吩、柴油属于危险化学品；对照《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》安监总管三〔2011〕95 号文件，天然气属于重点监管的危险化学品；依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018），该储备站构成四级重大危险源。

为保障人民群众生命财产安全，加强对危险化学品的安全管理，根据《中华人民共和国安全生产法》、《城镇燃气管理条例》等有关法律法规，亳州新奥燃气有限公司特委托我公司对该储备站进行安全现状评价。

我公司接受委托后，专成立了储备站安全评价项目组，项目组对储备站现场进行了现场勘查和资料收集，然后全面辨识和分析了该储备站存在的危险和有害因素，对存在的危险和有害因素提出了安全对策、措施和建议，最后根据相关法律、法规、标准、规范和委托方提供的基础资料，对该储备站是否具备安全生产条件做出了安全评价结论，最后编制了本安全现状评价报告。

我公司在本次安全评价工作过程中，得到了当地行业管理部门的大力支持及被评价单位的密切配合，在此一并致以衷心的感谢！



# 目 录

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>第一章 概 述 .....</b>             | <b>1</b>  |
| 1.1 安全评价目的 .....                 | 1         |
| 1.2 评价依据 .....                   | 1         |
| 1.3 安全评价对象及范围 .....              | 4         |
| 1.4 安全评价程序 .....                 | 5         |
| <b>第二章 评价项目概况 .....</b>          | <b>6</b>  |
| 2.1 评价对象基本情况 .....               | 6         |
| 2.2 储备站地理位置与自然条件 .....           | 7         |
| 2.3 周边环境和总平面布置 .....             | 8         |
| 2.4 工艺流程 .....                   | 9         |
| 2.5 主要工艺设备、储存设施及主要建（构）筑物 .....   | 11        |
| 2.6 公用工程及辅助设施 .....              | 12        |
| 2.7 消防 .....                     | 15        |
| 2.8 安全设施及安全管理 .....              | 15        |
| <b>第三章 危险、有害因素的辨识与分析 .....</b>   | <b>18</b> |
| 3.1 危险化学品的理化性能及危险特性 .....        | 18        |
| 3.2 经营过程中的危险、有害因素分析 .....        | 18        |
| 3.3 危险、有害因素分布情况 .....            | 23        |
| 3.4 重大危险源辨识 .....                | 23        |
| 3.5 重点监管的危险化学品辨识结果 .....         | 27        |
| 3.6 事故案例分析及事故后果预测 .....          | 29        |
| <b>第四章 评价单元的划分和评价方法的选择 .....</b> | <b>36</b> |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 4.1 评价单元的划分 .....                     | 36        |
| 4.1.1 评价单元划分依据说明 .....                | 36        |
| 4.1.2 评价单元划分结果 .....                  | 37        |
| 4.2 评价方法的选择 .....                     | 37        |
| <b>第五章 定性、定量分析危险、有害程度 .....</b>       | <b>39</b> |
| 5.1 安全检查表法分析评价结果 .....                | 39        |
| 5.2 事故后果模拟分析结果 .....                  | 39        |
| 5.3 风险程度分析结果 .....                    | 40        |
| <b>第六章 安全对策措施及建议 .....</b>            | <b>41</b> |
| 6.1 存在的问题及对策措施建议 .....                | 41        |
| 6.2 整改情况 .....                        | 41        |
| 6.3 相关安全对策、措施和建议 .....                | 41        |
| <b>第七章 安全评价结论 .....</b>               | <b>44</b> |
| 7.1 安全评价综述 .....                      | 44        |
| 7.2 安全评价结论 .....                      | 44        |
| <b>第八章 关于评价报告几点说明 .....</b>           | <b>45</b> |
| <b>附录 1 选用的安全评价方法简介 .....</b>         | <b>46</b> |
| <b>附录 2 危险、有害因素及危险、有害程度分析过程 .....</b> | <b>49</b> |
| F2.1 物料固有的危险、有害因素分析 .....             | 49        |
| F2.2 危险有害因素分布 .....                   | 52        |
| F2.3 重大危险源辨识 .....                    | 52        |
| F2.4 安全检查表法分析评价 .....                 | 56        |
| F2.5 事故后果模拟分析过程 .....                 | 58        |
| <b>附 件 .....</b>                      | <b>71</b> |

# 第一章 概 述

## 1.1 安全评价目的

- (1) 核查该储备站安全管理制度是否健全和完善。
- (2) 辨识和分析该储备站在经营过程中存在的危险、有害因素，并进行重大危险源辨识和分析，对该储备站存在的危险和有害因素提出安全对策、措施和建议，对该储备站存在的安全隐患提出整改意见，并督促其进行整改。
- (3) 通过评价该储备站的作业环境条件、防火距离、安全设备设施、安全管理体系等是否符合国家标准和有关规定，判定该储备站是否具备安全生产条件。
- (4) 为市、区（县）行业主管部门对储备站实施安全监督管理提供技术参考。

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 主要法律法规

表 1.2-1 主要法律法规一览表

| 序号 | 法律、法规标题              | 发文字号                             |
|----|----------------------|----------------------------------|
| 1  | 中华人民共和国安全生产法（2021）   | 中华人民共和国主席令第 13 号，根据主席令第 88 号修改   |
| 2  | 中华人民共和国劳动法（2018）修订   | 中华人民共和国主席令第 24 号                 |
| 3  | 中华人民共和国消防法（2021）     | 中华人民共和国主席令第 29 号，根据主席令第 81 号修改   |
| 4  | 危险化学品安全管理条例（2013）    | 中华人民共和国国务院令第 591 号，国务院令第 645 号修正 |
| 5  | 中华人民共和国特种设备安全法（2013） | 中华人民共和国主席令第 4 号                  |
| 6  | 建设工程安全生产管理条例（2004）   | 中华人民共和国国务院令第 393 号               |
| 7  | 建设工程质量管理条例（2019）     | 国务院令第 279 号，根据国务院令第 714 号修订      |

| 序号 | 法律、法规标题               | 发文字号                             |
|----|-----------------------|----------------------------------|
| 8  | 特种设备安全监察条例（2009）      | 中华人民共和国国务院令 第 549 号              |
| 9  | 生产安全事故报告和调查处理条例（2007） | 中华人民共和国国务院令 第 493 号              |
| 10 | 生产安全事故应急条例（2019）      | 中华人民共和国国务院令 第 708 号              |
| 11 | 城镇燃气管理条例(2016 年修订)    | 中华人民共和国国务院令 第 583 号, 根据第 666 号修订 |

## 1.2.2 部门规章

表 1.2-2 部门规章一览表

| 序号 | 部门规章标题                           | 发文字号  |
|----|----------------------------------|---|
| 1  | 国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知           | 国发[2010] 第 23 号   |
| 2  | 特种作业人员安全技术培训考核管理规定（2015）         | 原国家安全生产监督管理总局令 第 30 号, 第 63 号令、第 80 号令修订                                    |
| 3  | 建设项目安全设施“三同时”监督管理办法（2011）        | 原国家安全生产监督管理总局令 第 36 号, 第 77 号令修订  |
| 4  | 生产安全事故应急预案管理办法（2019）             | 原国家安全生产监督管理总局令 第 88 号, 根据应急管理部令 第 2 号修正                                     |
| 5  | 特种设备目录                           | 国家质监总局 2014 年第 114 号  |
| 6  | 国家质检总局办公厅关于压力管道气瓶安全监察工作有关问题的通知   | 质检办特（2015）675 号   |
| 7  | 危险化学品目录（2022 调整版）                | 原安全监管总局会同工业和信息化部等九部门 2015 年第 5 号公告（根据应急管理部、工业和信息化部等 10 部门公告 2022 年 第 8 号调整） |
| 8  | 关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知            | 安监总厅安健[2018]3 号   |
| 9  | 危险化学品建设项目安全监督管理办法（2015）          | 原国家安全生产监督管理总局令 第 45 号, 第 79 号令修订  |
| 10 | 首批重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则        | 安监总厅管三[2011]第 142 号   |
| 11 | 首批重点监管的危险化学品名录的通知                | 安监总厅管三[2011]第 95 号  |
| 12 | 国务院安委会办公室关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见 | 安委办[2008] 26 号  |
| 13 | 国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品工艺目录的通知  | 安监总管三[2009] 116 号   |
| 14 | 国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品工艺目录等通知  | 安监总管三（2013）3 号  |
| 15 | 建筑工程消防设计审查验收管理暂行规定               | 2020 年 4 月 1 日住房和城乡建设部令 第 51 号公布, 根据 2023 年 8 月 21 日住房和城乡建设部令 第 58 号修正      |
| 16 | 安全生产培训管理办法（2015）                 | 原国家安全生产监督管理总局令 第 44 号,  |

| 序号 | 部门规章标题                          | 发文字号                            |
|----|---------------------------------|---------------------------------|
|    |                                 | 第 80 号令修改                       |
| 17 | 生产经营单位安全培训规定（2015）              | 原国家安全生产监督管理总局令第 3 号，根据第 80 号令修改 |
| 18 | 企业安全生产费用提取和使用管理办法               | 财政部、应急部，财资〔2022〕136 号           |
| 19 | 关于印发《市场监管系统城镇燃气安全专项整治行动实施方案》的通知 | 国市监特设发〔2023〕70 号                |
| 20 | 燃气经营企业从业人员专业培训考核管理办法            | 建城[2014]167 号                   |

### 1.2.3 地方法规、规章

表 1.2-3 地方法规、规章一览表

| 序号 | 地方法规、规章标题                           | 发文字号                           |
|----|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | 安徽省安全生产条例                           | 安徽省人民代表大会常务委员会公告[2017]第 61 号   |
| 2  | 安徽省城镇燃气管理条例（2019）                   | 安徽省人民代表大会常务委员会公告第 11 号         |
| 3  | 安徽省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见         | 皖政〔2010〕第 89 号                 |
| 4  | 转发国家安监总局关于做好建设项目安全监管工作的通知           | 安徽省安全生产监督管理局 皖安监规〔2006〕第 185 号 |
| 5  | 关于贯彻实施《危险化学品建设项目安全监督管理办法》的意见        | 皖安监三〔2012〕第 34 号               |
| 6  | 关于印发《危险化学品非煤矿山建设项目安全设施“三同时”暂行规定》的通知 | 皖安监法〔2015〕第 29 号               |

### 1.2.4 标准规范

表 1.2-4 标准规范一览表

| 序号 | 名 称                        | 标准号                   |
|----|----------------------------|-----------------------|
| 1  | 安全评价通则                     | AQ8001-2007           |
| 2  | 建筑设计防火规范                   | GB50016-2014(2018年修订) |
| 3  | 建筑防火通用规范                   | GB55037-2022          |
| 4  | 城镇燃气设计规范（2020 版）           | GB50028-2006          |
| 5  | 燃气工程项目规范                   | GB55009-2021          |
| 6  | 城镇燃气雷电防护技术规范               | QX/T 109-2021         |
| 7  | 安全阀安全技术监察规程                | TSG ZF001-2006        |
| 8  | 天然气管道运行规范                  | SY/T5922-2012         |
| 9  | 油气输送管道线路工程抗震技术规范           | GB/T50470-2017        |
| 10 | 仪表供气设计规范                   | HG/T20510-2014        |
| 11 | 城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程         | CJJ 95-2013           |
| 12 | 城镇燃气加臭技术规程                 | CJJ/T148-2010         |
| 13 | 输气管道工程设计规范                 | GB 50251-2015         |
| 14 | 石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范 | SY 6503-2022          |

| 序号 | 名 称                       | 标准号                 |
|----|---------------------------|---------------------|
|    | 范                         |                     |
| 15 | 输油气管道电气设备管理规范             | SY/T 6325-2011      |
| 16 | 石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程 | SY 5225-2019        |
| 17 | 石油天然气安全规程                 | AQ2012-2007         |
| 18 | 危险场所电气防爆安全规范              | AQ 3009-2007        |
| 19 | 压力容器监督检验规则                | TSG R7004-2013      |
| 20 | 固定式压力容器安全技术监察规程           | TSG 21-2016         |
| 21 | 压力容器定期检验规则                | TSG R7001-2013      |
| 22 | 特种设备使用管理规则                | TSG 08-2017         |
| 23 | 工业企业总平面设计规范               | GB50187-2012        |
| 24 | 危险化学品仓库储存通则               | GB15603-2022        |
| 25 | 危险化学品重大危险源辨识              | GB18218-2018        |
| 26 | 危险化学品企业特殊作业安全规范           | GB30871-2022        |
| 27 | 易燃易爆性商品储存养护技术条件           | GB17914-2013        |
| 28 | 危险货物品名表                   | GB12268-2012        |
| 29 | 建筑物防雷设计规范                 | GB50057-2010        |
| 30 | 建筑抗震设计规范                  | GB50011-2010（2016版） |
| 31 | 中国地震动参数区划图                | GB 18306-2015       |
| 32 | 低压配电设计规范                  | GB50054-2011        |
| 33 | 用电安全导则                    | GB/T13869-2017      |
| 34 | 防止静电事故通用导则                | GB12158-2006        |
| 35 | 消防安全标志设置要求                | GB/T15630-1995      |
| 36 | 高处作业分级                    | GB/T3608-2008       |
| 37 | 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则      | GB/T29639-2020      |
| 38 | 建筑灭火器配置设计规范               | GB50140-2005        |
| 39 | 爆炸危险环境电力装置设计规范            | GB50058-2014        |
| 40 | 国家电气设备安全技术规范              | GB19517-2009        |
| 41 | 个体防护装备配备规范 第1部分：总则        | GB39800.1-2020      |
| 42 | 个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气 | GB39800.2-2020      |
| 43 | 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准       | GB50168-2018        |

### 1.3 安全评价对象及范围

#### 1.3.1 评价对象

评价对象：亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站。

#### 1.3.2 评价范围

亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站的选址、总平面布置、储气场所、公辅工程以及安全管理等。原岳桥 CNG 加气站已停用不在本次

评价之内。

#### 1.4 安全评价程序

本次安全评价工作程序如图 1.4-1 所示。

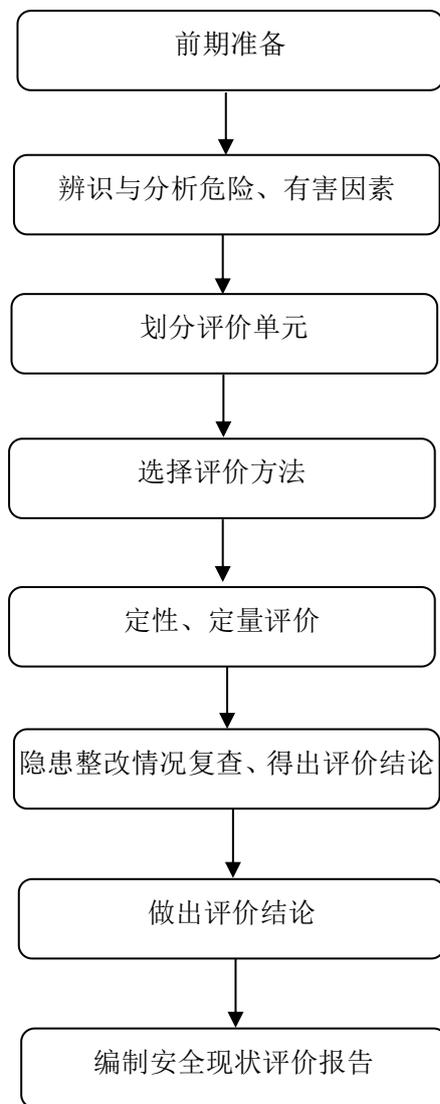


图 1.4-1 安全评价工作程序框图

## 第二章 评价项目概况

### 2.1 评价对象基本情况

亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站位于安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧，隶属于亳州新奥燃气有限公司，经营范围为燃气销售等，日均供气量约 20 万方。LNG 应急储备站现有职工 6 名，其中站长 1 名，运行员工 5 人。

亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站（以下简称：LNG 应急储备站）。LNG 应急储备站占地面积 21046.2m<sup>2</sup>，工艺装置区设置 LNG 立式储罐 2 台（100m<sup>3</sup>·台）；空温式气化器 8 台（四用四备，1500Nm<sup>3</sup>/h·台）；调压计量装置 1 套（含：双路调压计量，加臭机 1 台）；BOG 加热器 1 台（500Nm<sup>3</sup>/h）；储罐增压汽化器 2 台（200Nm<sup>3</sup>/h·台）；卸车增压汽化器 1 台（200Nm<sup>3</sup>/h）；1 台 EAG 加热器（500Nm<sup>3</sup>/h）和 1 台电加热水浴复热器（6000+500Nm<sup>3</sup>/h）。

根据该站平面布置，分为两个功能区，即工艺装置区和辅助区。工艺装置区位于场站东侧，主要包括 LNG 储备站和门站，LNG 应急储备站包括 LNG 储罐区、调压计量加臭区和 LNG 卸车区。辅助区位于场站西侧，包括办公楼（含发电机房、监控室）、消防泵房和消防水池等。站内四周设有 2.2 米高不燃实体围墙，在场站的西南侧设置出入口，东南侧设置出口（消防通道、卸车）。

储备站基本情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 储备站基本情况表

|                       |                                |        |             |
|-----------------------|--------------------------------|--------|-------------|
| 企业名称                  | 亳州新奥燃气有限公司                     |        |             |
| 储备站地址                 | 安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧 |        |             |
| 负责人                   | 李高                             | 联系电话   | 18056782123 |
| 员工人数                  | 6 人                            | 安全管理人数 | 1 人         |
| 占地面积(m <sup>2</sup> ) | 21046.2                        | 储备站类型  | LNG 加气母站    |
| 总容积                   | 100m <sup>3</sup> ×2           | 工作压力   | 0.6MPa      |

## 2.2 储备站地理位置与自然条件

### 2.2.1 储备站地理位置

LNG 应急储备站项目位于安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧。亳州市在安徽省西北部，地处华北平原南端，距省城合肥 330 公里，位于东经  $115^{\circ}53' \sim 116^{\circ}49'$ 、北纬  $32^{\circ}51' \sim 35^{\circ}05'$ ，北依河南省商丘市，西与周口市鹿邑县接壤，西南部与阜阳市毗连，东部与淮北市、蚌埠市相倚，东南部与淮南市为邻，面积 8374 平方公里。

### 2.2.2 自然条件

#### (1) 地形、地质、地貌

亳州位于安徽省西北部，西、北、东三面分别与河南省的鹿邑、商丘、夏邑、永城交界，三面与河南省接壤，东南与涡阳、南与太和接壤，地理坐标为东经  $115^{\circ}33' \sim 116^{\circ}06'$ ，北纬  $33^{\circ}25' \sim 34^{\circ}05'$ ，东西宽约 46 公里，南北长约 72 公里。地处淮北平原北部，西北略高，最高处海拔 42 米，东南略低，海拔 32 米。

#### (2) 气象条件

亳州地处北温带南部，属暖温带半湿润季风气候区，为热带海洋气团和极地大陆气团交替控制接触地带。气候湿润，雨量适中，季风明显，日照充足，无霜期 209 天。水、热资源优于北方，光资源优于南方，适宜各种作物生长。冬季长达 135 天，年日照时数长达 2507.6 小时，全年太阳辐射总量长达 130.43 千卡/厘米<sup>2</sup> 左右；年平均气温为  $14.5^{\circ}\text{C}$ ；年平均降水量 805 毫米。

#### (4) 抗震设防烈度

根据中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 版）、《中国地震动参数区划图》谯城区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为  $0.10g$ 。

## 2.3 周边环境和总平面布置

### 2.3.1 储备站周边环境

LNG 应急储备站地处安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧。LNG 应急储备站东侧为空地，西侧为亳州市冉升药业有限公司，南侧为已停用 CNG 加气站，北侧为空地。站内四周设有 2.2 米高不燃实体围墙，在场站的西南侧设置出入口，东南侧设置出口（消防通道、卸车）。周边 100m 范围内无室外变配电站、铁路及其他重要公共建筑物。该储备站内设备、设施与站外建、构筑物的防火间距执行《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 表 9.2.4 的规定，项目与站外建、构筑物的防火间距见表 2.3-1。

表 2.3-1 工艺设备与站外建、构筑物间距表（m）

| 序号 | 方位 | 周边建（构）筑物名称    | 本项目建筑物或设施 | 实测间距（m） | 规范要求（m） | 依据                                       | 检查结果 |
|----|----|---------------|-----------|---------|---------|--|------|
| 1  | 东  | 空地            | 围墙        | /       | /       | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006           | 符合   |
| 2  | 南  | 闲置原 CNG 加气站用房 | LNG 储罐    | 68      | 45      | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 第 9.2.4 条 | 符合   |
|    |    |               | 集中放散管     | 92.5    | 25      | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 第 9.2.4 条 | 符合   |
| 3  | 西  | 安徽冉升药业有限公司    | LNG 储罐    | 96.5    | 45      | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 第 9.2.4 条 | 符合   |
|    |    |               | 集中放散管     | 32.2    | 25      | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 第 9.2.4 条 | 符合   |
| 4  | 北  | 空地            | 围墙        | /       | /       | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006           | 符合   |

该储备站与站外建构筑物的距离均符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 等有关标准的规定。

### 2.3.2 储备站总平面布置

根据该站平面布置，基本可划分为两大区：工艺装置区和辅助区。工艺装置区位于场站东侧，主要包括 LNG 应急储备站和门站，LNG 应急储备站包括 LNG 储罐区、调压计量加臭区和 LNG 卸车区。辅助区位于场站西侧，包括办公楼（含发电机房、监控室）、消防泵房和消防水池等。

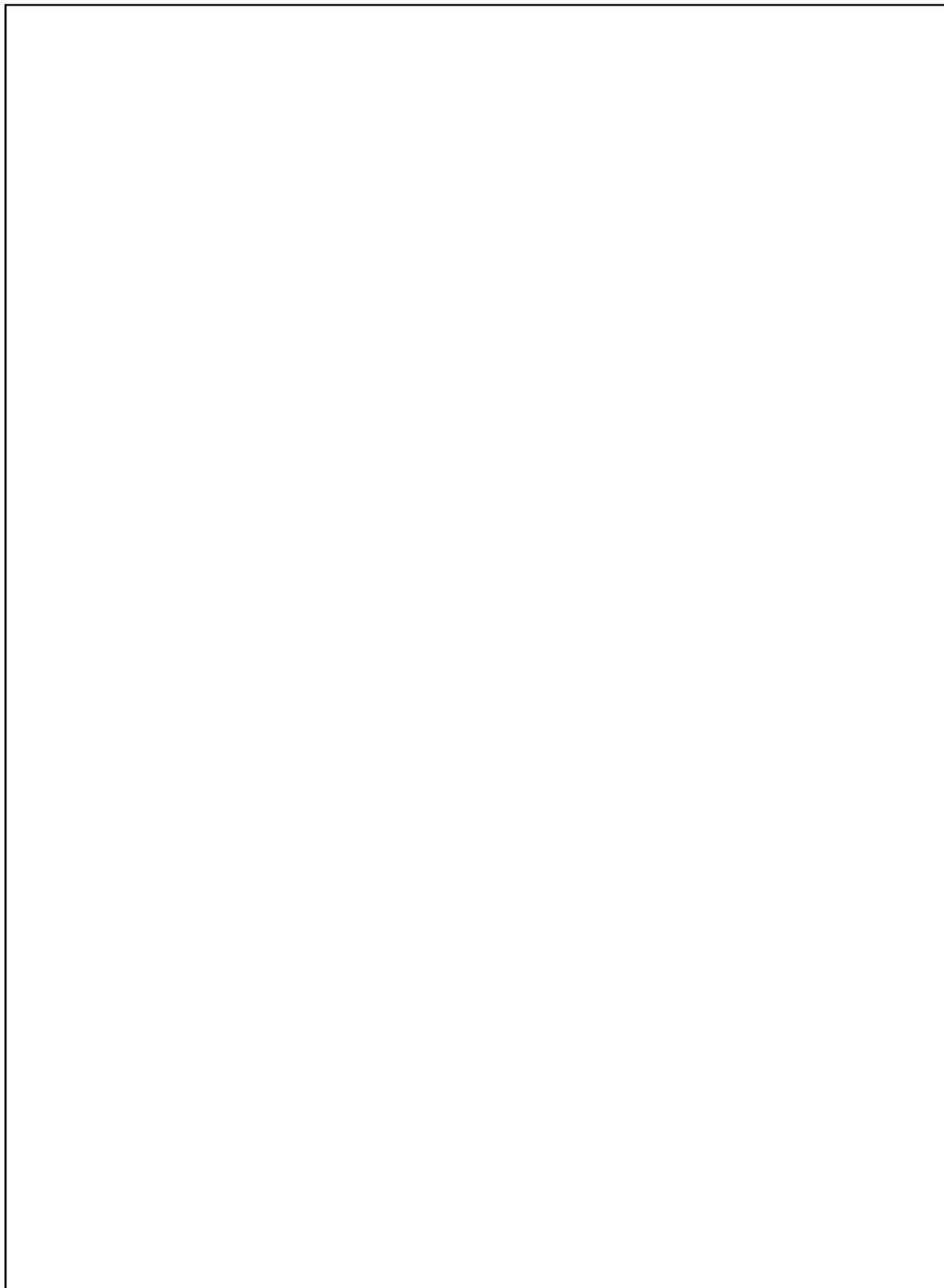
根据现场实地勘测，该站的内部防火间距全部符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）（GB50028-2006）安全要求，具体情况见表 2.3-2。

表 2.3-2 储备站内工艺设施之间的防火安全间距检查表

| 序号            | 站内建、构筑物名称       | 实测间距(m) | 规范要求间距(m) | 规范条款  |
|---------------|-----------------|---------|-----------|---|
| LNG<br>储<br>罐 | 站房（值班室、办公室、控制室） | 95      | 30        | 《城镇燃气设计<br>规范》<br>(GB50028-2006)<br>第 9.2.5 条 |
|               | 卸车区             | 26.5    | 20        |   |
|               | 消防泵房            | 83.5    | 40        |   |
|               | 站内道路（次要）        | 15.5    | 10        |   |
|               | 围墙              | 22.5    | 20        |   |
|               | 站内道路（主要）        | 49      | 15        |   |
|               | 放散总管            | 66      | 25        |   |
| 放<br>散<br>管   | 站房（值班室、办公室、控制室） | 69      | 25        |   |
|               | 卸车区             | 77      | 25        |   |
|               | 消防泵房、消防泵房取水口    | 40      | 20        |   |
|               | 站内道路（次要）        | 10.3    | 2         |   |
|               | 围墙              | 23.8    | 2         |   |
|               | 站内道路（主要）        | 40      | 2         |   |
|               | LNG 储罐          | 66      | 25        |   |

### 2.4 工艺流程





工艺流程图如下:



图 2.4-1 储备站工艺流程图

## 2.5 主要工艺设备、储存设施及主要建（构）筑物

### 2.5.1 主要工艺设备、储存设施

该储备站的工艺设备主要设备、储存设施具体情况如表 2.5-1。

表 2.5-1 主要工艺设备、储存设施

| 序号                 | 设备名称          | 数量  | 规格型号                       | 设计/操作压力 (MPa) | 备注      |
|--------------------|---------------|-----|----------------------------|---------------|---------|
| <b>一、门站主要设备</b>    |               |     |                            |               |         |
| 1                  | 过滤器(一级调压)     | 2 台 | FA11/200-G3                | 1.6-2.0       |         |
| 2                  | 过滤器(二级调压)     | 2 台 | FA11/150-G2.5              | 1.49          |         |
| 3                  | 气体涡轮流量计(一级调压) | 2 台 | LWQ-200-G1000              | 1.6           |         |
| 4                  | 气体涡轮流量计(二级调压) | 2 台 | TBQM-G1000-DN150           | 1.6           |         |
| 5                  | 汇管            | 2 台 | DN200                      | 1.6           |         |
| 6                  | 汇管            | 2 台 | DN150                      | 1.6           |         |
| 7                  | 汇管            | 2 台 | DN400                      | 1.6           |         |
| 8                  | 阀后定压式自力式调压撬   | 2 台 | R1010-104                  | 1.49          |         |
| 9                  | 阀后定压式自力式调压撬   | 2 台 | R1010-104                  | 0.3-0.4       |         |
| 10                 | 加臭装置          | 1 套 | RL-01B211Z-M               | 1.6           |         |
| <b>二、LNG 应急储备站</b> |               |     |                            |               |         |
| 1                  | LNG 储罐        | 2 台 | 100m <sup>3</sup>          | 0.6           |         |
| 2                  | 储罐增压器         | 2 台 | 200Nm <sup>3</sup> /h      | 0.4-1.6       |         |
| 3                  | 空温式汽化器        | 8 座 | 1500Nm <sup>3</sup> /h     | 0.4-1.6       | 4 用 4 备 |
| 4                  | 电加热水浴复热器      | 1 座 | OYN201811046               | 1             |         |
| 5                  | BOG 汽化器       | 1 座 | 500Nm <sup>3</sup> /h      | 1.6           |         |
| 6                  | EAG 汽化器       | 1 座 | 500Nm <sup>3</sup> /h      | 1.6           |         |
| 7                  | 卸车增压器         | 1 座 | 200Nm <sup>3</sup> /h      | 1.6           |         |
| 8                  | 调压计量加臭装置      | 1 座 | 1500+400Nm <sup>3</sup> /h | 0.6           |         |
| 9                  | 放空立管          | 2 根 | H=12m                      | /             |         |

表 2.5-2 主要特种设备一览表

| 序号 | 设备、设施名称   | 数量  | 型号(或规格)           | 设计参数   |         |
|----|-----------|-----|-------------------|--------|---------|
|    |           |     |                   | 温度(°C) | 压力(MPa) |
| 1  | LNG 储罐    | 2   | 100m <sup>3</sup> | -196   | 10      |
| 2  | 汇管        | 2 台 | DN200             | 常温     | 1.6     |
| 3  | 汇管        | 2 台 | DN150             | 常温     | 1.6     |
| 4  | 汇管        | 2 台 | DN400             | 常温     | 1.6     |
| 5  | 过滤器(一级调压) | 2 台 | FA11/200-G3       | 常温     | 1.6-2.0 |
| 6  | 过滤器(二级调压) | 2 台 | FA11/150-G2.5     | 常温     | 1.49    |
| 7  | 站内管道      | 4 根 | Φ57×3.0           | -196   | 0.8     |
| 8  | 站内管道      | 1 根 | Φ159×5.0          | -196   | 0.8     |
| 9  | 站内管道      | 1 根 | Φ159×5.0          | 常温     | 0.4     |
| 10 | 站内管道      | 2 根 | Φ89×4.0           | -196   | 0.8     |
| 11 | 站内管道      | 1 根 | Φ89×4.0           | 常温     | 0.8     |
| 12 | 站内管道      | 1 根 | Φ74×4.0           | 常温     | 0.4     |

### 2.5.2 主要建（构）筑物

该储备站主要建（构）筑物如下表。

表 2.5-3 主要建（构）筑物一览表

| 序号 | 建(构)筑物名称 | 层数             | 结构形式 | 耐火等级 | 火灾危险类别 | 备注                                   |
|----|----------|----------------|------|------|--------|--------------------------------------|
| 1  | 办公楼      | 2 层            | 框架   | 二级   | 民建     | 1 楼北侧用作发电机房、监控室等, 2 楼为新奥新能源工程技术公司项目部 |
| 2  | 消防泵房     | 地上 1 层, 地下 1 层 | 框架   | 二级   | 戊类     |                                      |
| 3  | LNG 围堰   | /              | /    | /    | /      |                                      |
| 4  | 消防水池     | /              | /    | /    | /      | 总容积 1805m <sup>3</sup>               |

## 2.6 公用工程及辅助设施

### 2.6.1 供配电

#### (1) 供配电系统

该 LNG 应急储备站采用双电源供电, 站内箱式变电站, 箱式变电站采用高压 10kV 单回电源供电, 备用电源来自站内自备柴油发电机组, 主电源采用金属铠装阻燃交联电力电缆直埋引入, 站内低压配电系统电压等级: 380/220V, 采用 TN-S 接地系统。

该储备站浴复热器和潜水排污泵用电负荷等级为二级, 电源引自箱式变电站低压出线柜。用电设备总装机容量: 132.2kW, 计算容量为 130.39kW。

该储备站采用高压供电、低压计量的方式；为减少电能损耗和提供变压器的利用率，采用低压侧集中电容补偿，保证低压母线侧功率因数不低于 0.95。

站内动力及控制回路均采用金属铠装阻燃交联电力电缆沿厂区直埋敷设或穿保护钢管埋地敷设至现场用电设备，过马路穿保护钢管。电缆保护钢管两端均接地，保护管两端的管口处将电缆周围用非燃性纤维堵塞严密，再填塞密封胶泥。

爆炸危险区域电气设备及线路的安装，严格按照《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》GB50257-2014 执行。

## (2) 防雷、防静电及接地保护

LNG 储罐、气化器等工艺装置位于 2 区爆炸危险区域，属于第二类防雷建筑物。工艺设备做等电位联结，气化器金属管道及管道支架等金属构件均做等电位联结并做好防雷、防静电接地。

根据工艺条件，LNG 储罐壁厚大于 4mm，不另作防雷接闪装置，空温式气化器自带防雷接闪装置，采用-40×4 热镀锌扁钢与接地网可靠连接，与人工接地网连接点不少于两处，储罐增压气化器位于以 LNG 储罐外壁为中心的防雷保护范围内，不另作防雷接闪装置。

卸车点处静电接地报警仪，底边距地 1.4m，支架安装。

LNG 储罐进行防雷接地，接地点不少于两处，两接地点间距离大于 30m。

站内所有工艺设备及管道均做接地，所有架空金属管道平行敷设间距小于 100mm 及交叉净距小于 100mm 时，采用-40×4 热镀锌扁钢跨接，跨界点间距不大于 20m；工艺管道及设备的阀门、法兰连接处也做跨接，跨接采用厚 1.5mm，宽不小于固定螺栓直径两倍的紫铜板，截面小于 16mm<sup>2</sup>。管道首、末端、分支处、出入地面处及每隔 25m，做一次接地。

全站所有电气设备的工作接地、保护接地、防雷防静电接地等共用接

地装置，做成联合接地系统，接地电阻不大于  $1\Omega$ 。

## 2.6.2 给排水

该储备站生活用水有给排水系统，雨水散排出站。消防水系统详细内容如下：

### (1) 常规水消防系统

依据《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006，该 LNG 应急储备站消防水量最大的建构筑物为储备站的 LNG 储罐区，包括 2 座  $100\text{m}^3$  LNG 储罐。由于储罐净距大于 1.5 倍储罐直径，故消防水量按单罐计算。

固定喷淋的供水强度不小于  $0.15\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ，着火罐的保护面积按全表面积计算，经计算，储罐固定喷淋装置水量为  $27.7\text{L}/\text{s}$ 。水枪用水量为  $30\text{L}/\text{s}$ 。总用水量为  $57.7\text{L}/\text{s}$ ，火灾延续时间为 6h，一次灭火用水量为  $1246\text{m}^3$ 。

站区有 2 座消防水池，有效容积为  $1805\text{m}^3$ ，满足消防要求，消防泵房内设有电动消防泵 2 台，1 用 1 备，单台额定流量为  $60\text{L}/\text{s}$ ，扬程为 77m。同时设有一套稳压装置，稳压泵型号为 50KDG18-15×6，1 用 1 备，单台额定流量为  $5\text{L}/\text{s}$ ，扬程为 85m，稳压压力 0.87MPa。消防泵的供水能力能够满足储备站的要求。

罐壁喷淋利用水雾喷头，发生火情需要冷却 LNG 储罐时，可以在控制室直接远程启动雨淋阀，迅速启动消防泵。

### (2) 室外消防供水

室外消防用水流量为  $57.7\text{L}/\text{s}$ ，室外消防管网上布置型号为 SS150/80-1.0 的地上式室外消火栓并连成环状，室外消火栓间距不大于 60m。室外消防干管采用 DN200 的钢丝网骨架塑料(聚乙烯)复合管，电熔承插连接。

## 2.6.3 自动控制

### (1) 可燃气体检测报警系统的设置

储备站内设可燃气体检测报警系统，符合国家现行标准《石油化工可

燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T50493-2019 的规定。站内卸车区、储罐区、储罐增压汽化器区、空温式 LNG 汽化器区、调压计量装置区均设有可燃气体探测器。可燃气体探测器安装高度为泄漏源上方 0.5~2.0 米处，预报警浓度取天然气爆炸下限的 20%，报警浓度取天然气爆炸下限的 50%。

### (2) 紧急切断系统的设置

站内设紧急切断系统一套。分别在卸车区、储罐区围堰外及控制室内设紧急停车按钮，保证能在紧急情况下迅速关闭 LNG 进出液管线紧急切断阀，以保护人身及财产安全。

### (3) 消防控制系统

站内设消防控制系统一套。每个 LNG 储罐配备一台雨淋阀，雨淋阀信号引至操作室消防控制箱内。紧急状态下，操作人员可以在操作室对雨淋阀进行开启，保护人身及财产安全。

## 2.7 消防

该储备站在各个区域配置了一定数量消防器材，详见表 2.7-1。

表 2.7-1 消防器材配备一览表

| 序号 | 设备名称     | 规格型号      | 单位 | 数量 | 放置位置                       |
|----|----------|-----------|----|----|----------------------------|
| 1  | 干粉灭火器    | MFT/ABC35 | 具  | 4  | 调压计量区、储罐区                  |
| 2  | 干粉灭火器    | MFT/ABC8  | 具  | 18 | 调压计量区、发电机房、消防水泵房、值班室、汽化器区、 |
| 3  | 二氧化碳灭火器  | MFZ-ABC7  | 具  | 2  | 值班室                        |
| 4  | 二氧化碳灭火器  | MFZ-ABC10 | 具  | 2  | 配电房                        |
| 5  | 消防栓      | /         | 个  | 3  | 站区东侧、西侧、北侧各一座              |
| 6  | 消防服      | /         | 套  | 2  | 站长室                        |
| 7  | 防护面罩安全头盔 | /         | 顶  | 5  | 储备站器材室                     |
| 8  | 防爆对讲机    | /         | 个  | 2  | 值班室                        |
| 9  | 应急药箱     | /         | 套  | 1  | 储备站器材室                     |

| 序号 | 设备名称     | 规格型号 | 单位 | 数量 | 放置位置   |
|----|----------|------|----|----|--------|
| 10 | 可燃气体检测仪  | /    | 个  | 2  | 储备站器材室 |
| 11 | 高倍泡沫灭火装置 | /    | 台  | 1  | 调压计量区  |
| 12 | 警戒灯      | /    | 个  | 20 | 储备站器材室 |
| 13 | 正压呼吸器    | /    | 套  | 2  | 储备站器材室 |
| 14 | 耳塞       | /    | 对  | 5  | 储备站器材室 |
| 15 | 耳罩       | /    | 副  | 5  | 储备站器材室 |
| 16 | 测氧仪      | /    | 台  | 2  | 储备站器材室 |
| 17 | 警戒线      | /    | 卷  | 2  | 储备站器材室 |
| 18 | 防爆组合工具   | /    | 套  | 1  | 储备站器材室 |
| 19 | 防火服      | /    | 套  | 2  | 储备站器材室 |

## 2.8 安全管理

### 2.8.1 安全管理状况

#### (1) 安全管理组织及人员

该站现有职工 6 人。站长为该站主要负责人，安全管理人员 1 人负责储备站的安全管理工作。主要负责人、安全管理人员均参加了主管部门组织的专项安全生产管理培训并经考核合格。主要负责人、安全管理人员取证情况见表 2.8-1。

表 2.8-1 人员持证情况表

| 序号 | 姓名 | 岗位 | 证书类型 | 证号 | 有效期 |
|----|----|----|------|----|-----|
| 1  |    |    |      |    |     |
| 2  |    |    |      |    |     |

#### (2) 安全生产管理制度的制定情况

该储备站制定了各项安全管理制度，主要的安全管理制度见表 2.8-2。

表 2.8-2 安全管理制度一览表

| 序号 | 名称      | 序号 | 名称           |
|----|---------|----|--------------|
| 1  | 安全生产责任制 | 2  | 压力容器安全使用管理制度 |

| 序号 | 名称          | 序号 | 名称         |
|----|-------------|----|------------|
| 3  | 危险化学品安全管理制度 | 4  | 安全投入保障制度   |
| 5  | 安全生产奖惩制度    | 6  | 安全生产教育培训制度 |
| 7  | 隐患排查治理制度    | 8  | 安全风险管理制度   |
| 9  | 应急管理制度      | 10 | 事故管理制度     |
| 11 | 职业卫生管理制度    |    |            |

### (3) 安全作业规程的制定情况

该储备站针对各个操作岗位制定了相应的安全操作规程，以更好的规范职工的安全生产操作行为。详细情况见表 2.8-3。

表 2.8-3 安全操作规程一览表

| 序号 | 名称         | 序号 | 名称      |
|----|------------|----|---------|
| 1  | 压力容器安全操作规程 | 2  | 检维修操作规程 |
| 3  | 卸气安全操作规程   | 4  | 安全操作规程  |
| 5  | 安装安全操作规程   |    |         |

### 2.8.2 应急管理

该储备站结合实际情况制定了相应的应急预案。具有一定的可操作性和实战性。已于 2023 年 11 月 27 日在亳州高新技术产业开发区应急管理局备案，并取得备案登记表。

该储备站 LNG 储罐构成四级重大危险源，危险化学品重大危险源安全评估报告已于 2023 年 7 月 18 日在亳州高新技术产业开发区燃气管理事项备案，并取得备案登记表。

## 第三章 危险、有害因素的辨识与分析

### 3.1 危险化学品的理化性能及危险特性

该 LNG 应急储备站涉及的危险化学品为天然气、加臭剂四氢噻吩和柴油。对照《危险化学品目录》（2022 调整版）和根据《首批重点监管的危险化学品名录》（安监总管三〔2011〕95 号，该储备站储存的 LNG 属于重点监管的危险化学品。天然气的理化性质及危险特性如表 3.1-1 和表 3.1-2 所示（资料来源于《危险化学品安全技术手册》、《危险化学品安全技术说明书》）。

表 3.1-1 危险物质理化性质指标

| 危险物质 | 引燃温度 (°C) | 闪点 (°C) | 相对密度 (空气=1) | 相对密度 (水=1)   | 爆炸极限%(V/V) | 外观及溶解性                       |
|------|-----------|---------|-------------|--------------|------------|------------------------------|
| 天然气  | 537       | -188    | 0.7163      | 0.42(-164°C) | 5.0%~16%   | 无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂。 |

表 3.1-2 危险化学品危险性类别和危险特性一览表

| 危险化学品名称 | 类别   | 火灾危险性类别 | CAS 号     | CN 号  | 危险性类别          |
|---------|------|---------|-----------|-------|----------------|
| 天然气     | 易燃气体 | 甲类      | 8006-14-2 | 21007 | 易燃气体，类别 1 加压气体 |

### 3.2 经营过程中的危险、有害因素分析

#### 3.2.1 区域位置及总平面布置危险、有害因素分析

该储备站西侧是亳州市冉升药业有限公司，若发生火灾、爆炸事故得不到有效控制，将直接危及该公司人员的安全。

周边人员违规燃放烟花爆竹，向站内投掷带明火的物品或发生火灾事故等，会给储备站带来安全威胁。

#### 3.2.2 生产工艺过程危险、有害因素分析

储备站运行中，工作介质天然气是易燃易爆物质，天然气的压缩机压缩、站内管道输送、加气等工艺是高压作业，LNG 在输送工艺流程中非常容易在管道接口、阀门处产生泄漏。泄漏的 LNG 发生积聚达到燃烧爆炸浓

度，极易发生火灾、爆炸事故。储备站发生天然气泄漏的途径主要有以下几种：

- (1) 设备设计、制造缺陷，制造原材料缺陷，可引起介质泄漏。
- (2) 设备安装、施工缺陷，也可引起介质泄漏。
- (3) 设备安装施工中，地基处理不好，可造成地基沉降、设备变型损坏，引起介质泄漏。
- (4) 设备阀门、法兰、管道、仪表接头处连接不好，密封不严，造成介质泄漏。
- (5) 仪表和控制系统失灵，显示和传递信号不准，造成设备超压运行，引起设备、管道爆裂泄漏。
- (6) 人员操作失误，造成系统运行工艺紊乱，也可引起事故发生。
- (7) 设备巡回检查不到位，设备配件故障、密封垫圈老化，容易引起介质泄漏。
- (8) 地下管线腐蚀、热应力作用，会造成泄漏。
- (9) 地上管线连接处焊接不好，密封不好，会引起泄漏。
- (10) 加气操作人员操作失误，易造成介质泄漏。

### 3.2.3 工艺设备、管道危险、有害因素分析

#### (1) 压缩机危险、有害因素

储备站专用压缩机包括压缩机本体、防爆电机及传动系统、一体型的冷却循环系统、压缩气体级间以及末级冷却器、安全泄压阀、自动气路控制阀、现场安全控制开关与仪表等。

压缩机装置主要存在的危险有害因素：火灾、爆炸、机械伤害、物体打击、触电伤害、振动和噪声危害。

#### (2) LNG 管道危险、有害因素分析

管线中介质泄漏是造成火灾、爆炸的主要因素。而造成管线泄漏的主

要因素有：

1) 管线制造、敷设缺陷

管子在制造和敷设焊接中，焊缝处会出现夹渣、未焊透、咬肉等缺陷。制作管子的钢材会存在气泡、砂眼等质量问题，这些原因往往在管线投产初期造成管道损坏，引起介质泄漏。

2) 腐蚀

土壤具有腐蚀性，如防腐措施不力，会造成地下管线腐蚀损坏。

3) 自然灾害

由于地震、洪水等自然灾害，会造成管道裸露、拱起、下沉、移位变形等，造成管道损坏、断裂。

4) 操作失误

由于人员操作失误或自控系统故障，会造成管道敞压，造成管道破裂介质泄漏。

5) 人为破坏

分为故意人为破坏和无意人为破坏，均可能造成管道破裂介质泄漏。

### 3.2.4 辅助设施危险、有害因素

#### (1) 电气

1) 供配电设备制造、安装缺陷，会引起电气火灾事故。

2) 电线、电缆如采购质量把关不严，或在运行中长期不检查、更换，会因绝缘层老化，短路放电，引起火灾、爆炸事故。

3) 在有可燃气体聚积的场合，如电气设备静电接地，防漏电接地措施不力，会引起火灾、爆炸事故。

4) 电气设备的过载保护、漏电保护、短路保护、绝缘、电气隔离、屏护、安全距离等不符合要求，也易引起触电事故的发生。

#### (2) 机械伤害

- 1) 违章操作，穿戴不符合规定的服装进行操作。
- 2) 机械设备防护装置缺陷或损坏，或被拆除，导致事故发生。
- 3) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位。
- 4) 在机械设备检修时监护措施不力或监护人员不负责任，机械被别人随意启动，导致事故发生。
- 5) 在不安全的机械设备上停留、休息，导致事故发生。
- 6) 违章指挥，违犯安全操作规程，导致事故发生。

### (3) 触电

- 1) 检修作业时没有填写操作票或不执行监护制度，没有使用或使用不合格绝缘工具和电气工具。
- 2) 线路检修时不装设或未按规定装设接地线。
- 3) 线路或电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对停电设备恢复送电。
- 4) 在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施。
- 5) 使用电动工具金属外壳不接地，不戴绝缘手套。
- 6) 在潮湿地区、金属容器内工作不穿绝缘鞋，无绝缘垫。

### (4) 车辆伤害

储备站存在卸气车辆的气瓶物理爆炸伤害、燃烧爆炸伤害、车辆伤害等，造成车辆伤害的因素有：

- 1) 车辆维护、检修不到位，重要部件发生故障（如刹车、方向盘）；
- 2) 超速驾驶、疲劳驾驶、酒后驾驶或操作失误等，造成车辆同人、车辆同车辆、车辆同障碍物的碰撞，造成人员伤害。

## 3.2.5 人员及安全管理危险、有害因素分析

(1) 若出现作业人员在检修作业等过程中，存在操作错误、超负荷作业、有可能引发各类不安全事故。

(2) 若在禁火范围内违章动火、吸烟、打手机、使用产生明火或高热的设备等，均会对储备站的作业构成威胁。

(3) 若储备站管理方面存在缺陷，会导致安全管理上面的疏忽，安全管理工作的责任无法落实到个人，有可能引发不安全事故。

### 3.2.6 自然条件的危险、有害因素分析

#### (1) 雷电

在雷电天气，储备站的消防泵房等均有遭雷击的可能性，如防雷接闪器和接地装置损坏或接地电阻过大，不能有效导除雷电产生的巨大电流，有可能造成建构筑损坏。

#### (2) 地震

该站区地震设防烈度为 7 度，当发生破坏性强地震时，有可能造成消防泵房、办公楼倒塌，砸伤人员。

### 3.2.7 职业病危害因素分析

该 LNG 应急储备站所涉及到的危险化学品主要为天然气。根据《工作场所有害因素职业接触限值》的规定，天然气中含有的硫化氢物质为可能引起化学职业危害的因素。

该 LNG 应急储备站所涉及到的物理危险有害因素中，高温、噪声、振动为可能引起物理职业危害的因素。

储备站根据职业危害物质的特性设置防止职业危害防护设施主要有：

#### (1) 防高温

该站天然气具有火灾危险，其蒸气与空气形成爆炸性混合物可引起爆炸，在防范火灾、爆炸方面，该站通过采用防爆电机、防爆电气和作业场所安装可燃气体浓度探测报警仪、夏天加强通风、设置空调等手段来进行防范。

#### (2) 防噪声、振动

该 LNG 应急储备站的压缩系统有较大的噪声产生，其余设备均采用较低噪声设备。主要的防治措施是工人佩带耳机等劳保用品来进行防范。对于设备产生的振动，该站主要是通过安全教育与隔离操作来进行防范。

### 3.3 危险、有害因素分布情况

该储备站的危险有害因素分布情况如下表：

表 3.3-1 危险有害因素分布情况一览表

| 序号 | 危险有害因素 | 危险部位                  | 危险介质 | 危险后果      |
|----|--------|-----------------------|------|-----------|
| 1  | 火灾、爆炸  | 储罐区、LNG 卸车区、气化区、加臭调压区 | LNG  | 人员伤亡、设备损坏 |
| 2  | 压力容器爆炸 | LNG 储罐等               | LNG  | 人员伤亡、设备损坏 |
| 3  | 中毒和窒息  | 储罐区、LNG 卸车区、气化区、加臭调压区 | LNG  | 人员伤害      |
| 4  | 高处坠落   | 高于 2m 的工作平台           | /    | 人员伤害      |
| 5  | 静电     | LNG 输送管道              | /    | 人员伤害      |
| 6  | 触电     | 电气设备                  | /    | 人员伤害      |
| 7  | 机械伤害   | 传动设备、泵等               | /    | 人员伤害      |
| 8  | 车辆伤害   | 站区道路                  | /    | 人员伤害      |

### 3.4 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的相关规定，重大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。单元（unit）是涉及危险化学品生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。生产单元：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独立的单元；储存单元：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。

若单元中的危险化学品数量等于或超过该临界量，则该单元定为重大危险源。判断危险化学品是否构成重大危险源，依据《危险化学品重大危

险源辨识》（GB18218-2018），首先应判断所涉及物质是否为该标准中确定的危险化学品。

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量，即被定位重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品中内的多少区分为一下两种情况：

a) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，改危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，则定为重大危险源。

b) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按式（1）计算，若满足式（1）则定为重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n \quad (1)$$

式中：

S——辨识指标；

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险化学品实际存量，单位为吨（t）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对该站进行危险化学品重大危险源辨识。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中关于单元（分为生产单元和储存单元）的定义，可将岳桥门站 LNG 应急储备站天然气储罐划分为储存单元 1；将柴油发电机划分为储存单元 2，将四氢噻吩划分为储存单元 3。

岳桥门站 LNG 应急储备站的天然气储量是水容积 100m<sup>3</sup>LNG 储罐 2 座，密度取值 450kg/m<sup>3</sup>，充装系数为 0.9，约为 81 吨；柴油发电机柴油储存量 200L，密度取值 830kg/m<sup>3</sup>，约 0.166 吨；四氢噻吩储存量约 0.1 吨。

该站危险化学品重大危险源辨识情况见下表。

表 3.4-1 危险化学品重大危险源辨识情况表

| 储存单元 | 名称   | 储存量q (t) | 临界量Q (t) | q/Q     | $\sum \frac{q}{Q}$ | 辨识结果 |
|------|------|----------|----------|---------|--------------------|------|
| 1    | 天然气  | 81       | 50       | 1.62    | >1                 | 构成   |
| 2    | 柴油   | 0.166    | 5000     | 0.00003 | <1                 | 不构成  |
| 3    | 四氢噻吩 | 0.1      | 1000     | 0.0001  | <1                 | 不构成  |

重大危险源分级：

### (1) 分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和R作为分级指标。

### (2) R的计算方法

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：吨）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ —与各危险化学品相对应的校正系数；

$\alpha$ —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

### (3) 校正系数 $\beta$ 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 $\beta$ 值，见表3.4-2。

表3.4-2 校正系数 $\beta$ 取值表

| 危险化学品类别 | 毒性气体    | 爆炸品 | 易燃气体 | 其他类危险化学品 |
|---------|---------|-----|------|----------|
| $\beta$ | 见表 A1-6 | 2   | 1.5  | 1        |

注：危险化学品类别依据《危险货物名称表》中分类标准确定。

表 3.4-3 常见毒性气体校正系数β取值表

|   |      |      |      |      |     |     |       |
|---|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| 毒性气体名称                                    | 一氧化碳 | 二氧化硫 | 氨    | 环氧乙烷 | 氯化氢 | 溴甲烷 | 氯     |
| β   | 2    | 2    | 2    | 2    | 3   | 3   | 4     |
| 毒性气体名称                                    | 硫化氢  | 氟化氢  | 二氧化氮 | 氰化氢  | 碳酰氯 | 磷化氢 | 异氰酸甲酯 |
| β   | 5    | 5    | 10   | 10   | 20  | 20  | 20    |
| 注：未在表 A1-6 中列出的有毒气体可按β=2 取值，剧毒气体可按β=4 取值。 |      |      |      |      |     |     |       |

(4) 校正系数α的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数α值，见表 3.4-4。

表 3.4-4 校正系数α取值表

| 厂外可能暴露人员数量 | α   |
|------------|-----|
| 100 人以上    | 2.0 |
| 50 人~99 人  | 1.5 |
| 30 人~49 人  | 1.2 |
| 1~29 人     | 1.0 |
| 0 人        | 0.5 |

(5) 分级标准

根据计算出来的 R 值，按表 3.4-5 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3.4-5 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

| 危险化学品重大危险源级别 | R 值               |
|--------------|-------------------|
| 一级           | $R \geq 100$      |
| 二级           | $100 > R \geq 50$ |
| 三级           | $50 > R \geq 10$  |
| 四级           | $R < 10$          |

重大危险源分级结果：

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

$q_1, q_2, \dots, q_n$  — 每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：t）；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  — 与各危险化学品相对应的临界量（单位：t）；

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  — 与各危险化学品相对应的校正系数；

$\alpha$  — 该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

岳桥门站LNG应急储备站的重大危险源的临界量比值为1.8，天然气是可燃气体，相对校正系数( $\beta$ )为1.5，罐区边界向外扩展500米范围内常住人口数量约450人，故罐区外暴露人员校正系数( $\alpha$ )为2，计算的R值为 $R=1.8 \times 1.5 \times 2=5.4 < 10$ 。

因此，岳桥门站LNG应急储备站重大危险源的危险程度级别为四级。

### 3.5 重点监管的危险化学品辨识结果

《首批重点监管的危险化学品名录》（安监总管三〔2011〕95号，天然气为重点监管危险化学品，重点监管的危险化学品名安全措施和事故应急处置原则如表3.5-1。

表 3.5-1 天然气事故安全措施和事故应急处置原则

|             |   |
|-------------|---|
| <b>特别警示</b> | 极易燃气体。  |
| <b>理化特性</b> | 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-161.5℃，气体密度 0.7163g/L，相对蒸气密度（空气=1）0.6，相对密度（水=1）0.42(-164℃)，临界压力 4.59MPa，临界温度-82.6℃，饱和蒸气压 53.32kPa(-168.8℃)，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。<br>主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。 |
| <b>危害信息</b> | 【燃烧和爆炸危险性】<br>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。<br>【活性反应】<br>与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂剧烈反应。<br>【健康危害】<br>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。   |
| <b>安全措施</b> | 【一般要求】<br>操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。<br>在生产、使用、存储场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐   |

|   |
|---|
| <p>等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。避免与氧化剂接触。</p> <p>生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p> <p><b>【特殊要求】</b></p> <p><b>【操作安全】</b></p> <p>(1) 天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。</p> <p>(2) 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。</p> <p>(3) 天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。</p> <p>(4) 含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>——含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪；</li> <li>——重点监测区应设置醒目的标志；</li> <li>——硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值；</li> <li>——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。</li> </ul> <p>(5) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。</p> <p><b>【储存安全】</b></p> <p>(1) 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℃。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 天然气储气站中：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>——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；</li> <li>——天然气储气站内建(构)筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；</li> <li>——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。</li> </ul> <p><b>【运输安全】</b></p> <p>(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2) 槽车和运输卡车要有导静电拖线；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。</p> <p>(3) 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。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。</p> <p>(4) 采用管道输送时：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准；</li> <li>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；</li> <li>——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；</li> <li>——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况，并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。</li> </ul> |
|---|

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 应<br>急<br>处<br>置<br>原<br>则 | <p><b>【急救措施】</b></p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。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。</p> <p><b>【灭火方法】</b></p> <p>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。</p> <p><b>【泄漏应急处置】</b></p> <p>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、上风方向撤离至安全区。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。</p> <p>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。</p> |
|----------------------------|---|

### 3.6 事故案例分析及事故后果预测

#### 3.6.1 事故案例分析

##### (1) 三起成都加气站案例

##### 1) 事故经过

2008 年 2 月 25 日，锦江区龙舟路成都公交压缩天然气有限公司成仁加气站天然气泄漏。

2008 年 3 月 6 日，金牛区营门口北一段 151 号长新科技有限责任公司天然气泄漏。

2008 年 12 月 28 日，一私家车在武侯区草金 CNG 加气站加气时，钢瓶发生爆炸，造成站内部分设施和 3 辆机动车不同程度受损。

##### 2) 事故原因

- ① 高压储气瓶组排污阀连接管冲脱。
- ② 违章指挥、违规操作更换储气瓶组压力表。
- ③ 违规加装的非法钢瓶。

##### 3) 事故分析

上述事故的原因在于：

①安全生产管理主体责任不落实，安全培训不到位。一些企业的管理人员法制意识、安全生产意识淡薄，违章指挥、违规操作，日常监管不到位；从业人员安全意识差，对作业场所存在的危险性认识不足，缺乏必要的技能知识，违章作业现象严重。

②安全设备、设施隐患严重。一些企业未严格按照国家有关安全生产法律、法规、规章制度和设备设施的技术规范要求组织相关技术人员认真排查、分析、查找存在的安全隐患，在完善本企业内部相关安全生产制度、预案、设施设备的检修方面缺乏必要的手段，安全设施经费投入不足，安全管理制度、工艺技术规程、设备、设施、储存场所的安全附件、安全保护装置、压力容器、压力管道等机器设备的维护、检修、保养状况不到位。

③CNG 加气站与周边建筑安全距离不足。由于城市建设的发展造成部分企业与周边单位、居民建（构）筑物安全距离不能满足相关规范要求，产生重大安全隐患，而这些隐患整改周期长、协调解决难度大

④车辆违规加装 CNG 气瓶行为严重。自武侯区草金 CNG 加气站发生违规加装非法钢瓶加气时发生爆炸事故以来，市内加气站工作人员在加气前进行的检查工作中，陆续发现部分违规加装 CNG 钢瓶的机动车辆。

#### 4) 事故分析结论

加气站要确保作业场站的安全附件、安全联锁、安全保护装置处于完好状态；压力容器、压力管道、防雷防静电及规定送检的仪器仪表要定期监测和送检；建立健全运行设备的维护保养、检修等台账。继续深入开展隐患排查治理工作，进一步建立和完善隐患排查治理工作机制，使隐患排查治理工作制度化、规范化、常态化，真正把隐患排查治理工作纳入企业日常管理之中。不断完善安全管理制度和事故应急救援预案，加强作业现场安全生产管理，确保安全生产。此外还应加强安全教育和培训，使管理人员从业人员掌握相关安全生产法律法规及规范，依法规范安全生产行为，做到依法生产、安全生产。

## (2) 四川省的六个 CNG 加气站等爆炸事故

### 1) 事故经过

1995 年，川东某 CNG 加气站一钢瓶炸裂并飞至 50m 远，由此还引起钢瓶库的 15 支钢瓶发生喷射燃烧，焰柱高达 20 余米。根据调查资料显示：自 1994 年 9 月至 1997 年 7 月三年时间内，四川省的六个 CNG 加气站先后有 8 个钢瓶产生爆炸事故；此外，2004 年 7 月 10 日在成都、2004 年 12 月 13 日在郑州分别发生车用复合材料气瓶爆裂事故。

这几起典型的 CNG 加气站火爆事故，集中反映了火灾、化学及物理爆炸所产生的冲击波超压的严重危害性。

### 2) 事故原因

通过分析研究 CNG 运作过程中的事故案例，分析 CNG 站发生火灾和钢瓶发生燃烧爆炸的直接和间接原因，主要有以下几个方面：

(1) 钢瓶的材质问题。首先，通过对 CNG 钢瓶的抽样检验和对爆炸钢瓶的宏观检查，断口扫描、电子控针和 X 射线质谱分析发现，钢瓶材料的抗拉强度值偏高，屈强比偏大，塑性指标偏低，说明强度高而塑性差；其次，通过对钢瓶材质的纯净度分析得知，部分 CNG 钢瓶中的有害杂质元素 (如 S、P、O) 的含量超过了安全技术要求的控制指标，即 S、P 含量  $>0.01\%$ ；第三，钢瓶在制造工艺上存在问题，由于目前此类钢瓶生产的专门厂家装备及技术水平和 CNG 专用钢瓶的制造工艺所限，一些钢瓶的表面存在气泡、裂纹、结疤、折叠、分层、夹杂、光洁度、麻点和凹坑等较为突出。表明这些钢瓶生产企业的生产工艺和制造精度难以满足技术要求，更不可能与美国、日本等发达国家的同类钢瓶相提并论。

(2)  $\text{CH}_4$  的气质问题。实质上是介质中的  $\text{H}_2\text{S}$  和游离水问题。天然气目前有深层和浅层两种，无论使用未经脱硫的浅层天然气还是使用经过脱硫的深井天然气， $\text{H}_2\text{S}$  的含量一般都控制在  $20\text{mg}/\text{Nm}^3$  以下，而总硫化物的含量则控制在  $270\text{mg}/\text{Nm}^3$  左右。这个控制指标仅适合于工业与民用燃气的输

配气系统，而不适合于 CNG 的运行设备。这是因为，若  $\text{CH}_4$  中的游离水尚未脱净(实际也不可能脱净)的情况下，硫化物中的  $\text{H}_2\text{S}$  则是导致钢瓶积水腐蚀的祸根。从已被炸裂钢瓶的检查情况看，瓶内积存伴有刺鼻气味的黑水，有的达到了  $2.5\sim 5\text{kg/支}$ (其中积水里的  $\text{H}_2\text{S}$  含量超过了  $8.083\text{mg/L}$ )。从理论上讲，这种  $\text{H}_2\text{S}$  的水溶液(即氢硫酸)在高压状态下对钢瓶或容器的腐蚀，比在  $4\text{MPa}$  以下的管网中进行得更快、更容易。

(3) CNG 技术的规范化问题。CNG 技术目前有井储式和瓶储式两种。为方便用户，节约成本，有的提出建设油、气共用站的主张，以加快开发进度。这些充装站的安全技术措施与对策，有待进一步改进与完善，如井储式井 EI 钢管衔接处的防止泄漏和维护检查问题，瓶储式钢瓶的腐蚀与放置方式，油气共用站建设的防火间距与安全要求，子母站建设与流动加气车的设备等，国外虽有实践但不多，而相关的 GB 技术规范和标准尚待进一步完善或制订。

(4) 在 CNG 充装站的建设过程中，由于国家专项标准和技术规范尚待制定，在此过渡期间，不严格按照现行技术标准和规定进行设计、施工、甚至偷工减料或使用劣质材料建设劣质工程，致使埋下先天隐患。

(5) 新建 CNG 充气站的操作人员因不熟悉 CNG 新技术和未参与上岗前的系统培训，容易出现违章作业或违反安全操作规程，易留下隐患。

(6) 一些企、事业单位和主管部门没有认真安全组织、规章制度以及各项安全管理措施造成的事故隐患。

### 3) 事故分析

CNG 加气站发生爆炸事故将给国家和人民生命财产造成巨大损失，严重影响正常的工业生产和居民生活。为深刻汲取事故教训、严防类似事故发生，应采取以下防范措施：

(1) 在安全设计和安全工艺方面，各种储气规模的 CNG 加气站，必须选择具有甲级资质的专业设计单位承担工程设计任务，并把储气装置作为

加气站的设计重点。在“GB”标准尚未出台之前，应以 CJJ84—2000《汽车用燃气加气站技术规范》作为设计依据，暂缓执行“DB”(地方标准)和其他部颁标准。初步设计方案应由政府 CNG 管理部门组织有关专家评审并报主管部门审批后方可进入工程施工建设程序。实践证明，把好工程设计源头关，是控制事故的关键环节。

(2) 要把预防 CNG 储备站火灾爆炸事故的具体消防技术措施作为重点，其内容主要包括：①站、址选点布局；②建筑消防措施(安全距离、耐火等级、建筑构造、通风排气、建筑防爆等)；③电气消防措施(电气运行设备选择和安全控制、电气防爆、自动报警装置、防静电、防雷等)；④消防给水的类型和容量以及常规消防器材的配置等。消防监督部门应当依据有关技术规范和规定，严格履行消防建审监督审批，依法建站，是预防事故的重要环节。

(3) 为了确保 CNG 储备站储气装置的长期、安全、稳定运行，在生产工艺技术上，必须严格把好“三脱”(脱硫、脱水、脱烃)关，有利于从源头上控制和减少储气设备遭受腐蚀侵害和事故危害，是避免事故的有效环节。

(4) 消防监督部门应以《中华人民共和国消防法》和公安部有关消防监督管理的行政规章，以及现行相关的技术规范、标准为依据，将所有 CNG 充装站纳入消防安全重点单位实施安全监督检查和管理，督促企业认真履行各自岗位的消防安全职责，尤其是安全责任人和重点岗位操作人员和职责，以及 CNG 充气站的规范设计等。

(5) CNG 经营企业必须强化内部安全管理，具体做到安全管理，资金技术负责制，建立健全各项规章制度和消防组织，按规定配足消防器材和设施，坚持经常检查和巡查，对火灾隐患尤其是重大火灾隐患，要做到及时发现、及时整改。要加强对重点部位如瓶库及压缩机房的监护，管理人员和操作人员要经过严格的岗位安全培训，并经考试合格方可持证上岗。

### 3.6.2 事故后果预测

### (1) 火灾、爆炸

LNG 在输送工艺流程中非常容易在管道接口、阀门处产生泄漏。泄漏的 LNG 发生积聚达到燃烧爆炸浓度，极易发生火灾、爆炸事故。

### (2) 容器爆炸

若 LNG 应急储备站内的 LNG 管道、LNG 储罐等压力容器罐体锈蚀或安全阀失效，可能会发生容器爆炸事故。

### (3) 中毒和窒息

天然气中主要成分甲烷，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。工作人员加气作业过程大量吸入天然气，会有窒息的可能性。

在进入设备（容器）、污水井内等受限空间检修作业时，若未进行通风和检测，有可能会发生中毒和窒息事故。

### (4) 静电

LNG 在较高的流速下流经管道，进入容器过程中或压缩气体从管口或者破损处高速喷出时，因为强烈的摩擦作用，会有产生静电的特性，当静电聚积到一定电位时就会产生静电放电现象，静电可能造成人员电击，也可引发火灾、爆炸事故。

### (5) 触电

储备站内带电的设备、线路、仪器等若因违反操作规程或绝缘不好，人体不小心接触则有可能触电，带来意外伤害和事故。因避雷设施存在缺陷，雷电会成为点火源。

### (6) 高处坠落

日常巡检、维修过程中，2m 以上的平台作业属高处作业，若防护栏杆损坏或员工安全意识不到位，可能造成高处坠落伤害；设备维修等作业活

动中人员不系安全绳、不按操作规程作业，也会引起高处坠落伤害。

#### (7) 车辆伤害

站内进出车辆较多，若驾驶员操作失误或储备站员工指挥失误等会导致车辆伤害。

#### (8) 机械伤害

储备站内的天然气压缩机等运转机械，若运转部分缺少防护设施，则可能导致机械伤害事故的发生；在设备检修过程中，也可能因为各种工具使用不当会造成机械伤害。

## 第四章 评价单元的划分和评价方法的选择

### 4.1 评价单元的划分

#### 4.1.1 评价单元划分依据说明

划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子单元或更细致的单元。

(1) 以危险、有害因素的类别为主划分评价单元。

①对工艺方案、总体布置及自然条件、环境对系统影响等综合方面的危险、有害因素的评价，可将整个系统作为一个评价单元。

②将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划分为一个单元。

(2) 以装置和物质特征划分评价单元。

①按装置工艺功能划分。

②按布置的相对独立性划分。

③按工艺条件划分评价单元。

④按贮存、处理危险物品的潜在化学能、毒性和危险物品的数量划分评价单元。

⑤根据以往事故资料，按发生事故后所造成的危险性和损失大小划分评价单元。

(3) 根据评价方法和特点及适用范围划分评价单元。这样对评价单元进行定性定量评价更有针对性。

根据安全现状评价的目的和原则以及该储备站的实际情况，本次评

价将该储备站选址和总平面布置、设施及安全设施、公用工程及辅助设施、安全管理等划分为 1 个评价单元进行评价，在采用“安全检查表法”评价时，又将该单元划分为若干个子单元。

#### 4.1.2 评价单元划分结果

根据安全现状评价的目的和原则以及该储备站的实际情况，本次评价将该储备站选址和总平面布置、设施及安全设施、公用工程及辅助设施、安全管理等划分为 1 个评价单元进行评价，在采用“安全检查表法”评价时，又将该单元划分为若干个子单元。

### 4.2 评价方法的选择

根据该储备站的工艺特点、设备、设施布置、主要危险、有害因素以及安全现状评价的目的，本报告选用安全检查表法、事故后果模拟分析法进行定性、定量评价。

#### (1) 安全检查表法

安全检查表评价法简便灵活，是安全评价的常规方法，具有简便、实用、有效的特点，常常用于对安全生产管理，对熟知的工艺设计、物料、设备或操作规程进行分析，也可用于新开发工艺过程的早期阶段，识别和消除在类似系统的多年操作中所发现的危险。这种方法主要是依据国家、地区、行业等相关的标准、法规编制检查表，针对检查内容判断是否、有无，从而找出系统中存在的缺陷、疏漏、隐患、问题，并提出在工程设计、建设或运行过程中应注意的问题。

#### (2) 事故后果模拟分析法

火灾、爆炸、是常见的重大事故，经常造成严重的人员伤亡和巨大的财产损失，影响社会安定。事故后果分析的目的在于定量地描述一个可能

发生的重大事故对项目、对项目内职工、对项目外居民甚至对环境造成危害的严重程度。分析结果为企业或企业主管部门提供关于重大事故后果的信息，为企业决策者提供关于决策采取何种防护措施的信息。

## 第五章 定性、定量分析危险、有害程度

### 5.1 安全检查表法分析评价结果

本报告按储备站选址和总平面布置、设施及安全设施、公用工程及辅助设施、安全管理方面设置检查表，经检查评价，能够满足国家相关规定和标准规范要求。

表 5.1-1 安全检查表法评价结果一览表

| 序号 | 项目名称            | 总项目数 | 合格项 | 不合格项 |
|----|-----------------|------|-----|------|
| 1  | 基本规定、站址选择、总平面布置 | 18   | 18  | 0    |
| 2  | 加气工艺、设施及安全设施    | 14   | 14  | 0    |
| 3  | 公用工程及辅助设施       | 14   | 41  | 1    |
| 4  | 安全管理            | 15   | 15  | 0    |

安全检查表共设检查项 61 项，不合格项 1 项：箱变旁灭火器材配置不足。其余 60 项均符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 等标准规范的要求。详见（F2.4 安全检查表法分析评价）。

### 5.2 事故后果模拟分析结果

通过事故模拟计算出中的单个 LNG 储罐，天然气全部泄漏后，形成蒸汽云爆炸冲击波对人员的伤害和财产损失情况，如表 5.2-1 所示。

表 5.2-1 蒸汽云爆炸伤害/破坏半径

| 蒸汽云爆炸伤害程度 | 死亡半径  | 重伤半径   | 轻伤半径   | 财产损失半径 |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| 伤害/破坏半径数值 | 66.8m | 110.9m | 216.4m | 253.4m |

通过对储备站单个 LNG 储罐进行爆炸事故后果模拟计算，得出人员死亡半径为 10.1m，重伤半径为 13.2m，轻伤半径为 17.1m。根据表 5.2-1 可知，当单个 LNG 储罐发生最大规模爆炸事故时，伤害范围可控制在站内，对站外建、构筑物 and 行人、车辆造成的不利影响较小。

## 5.3 风险程度分析结果

### 5.3.1 储备站出 LNG 泄漏的可能性

该 LNG 应急储备站控制系统对工艺进行控制,各主要工艺参数如压力、流量、温度等实现集中显示、记录与存储。严格执行各项规程,强化安全检查及设备维护,正常生产情况下,LNG 泄漏的可能性比较小。若出现下列情况,可能出现 LNG 泄漏。

(1) 设备及其附件缺陷导致 LNG 泄漏。如设备破裂、设备锈蚀导致穿孔、安全阀失效、阀门垫片或密封套破损、设备选材不当受压破裂、仪表管路断裂、液位计锈蚀或破裂、管道锈蚀等。

(2) 违反操作规程或误操作。

(3) 自然灾害(如地震、洪水等造成管道或设备破裂)。

### 5.3.2 储备站出现 LNG 泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件

储备站出现 LNG 泄漏后,满足以下条件可发生爆炸、火灾事故:

(1) 储备站储存、经营的 LNG 属于甲类易燃物质,泄漏后与空气或其他助燃气体形成爆炸性混合物,遇静电火花、明火、雷击等点火源,达到最小点火能量可引发爆炸和火灾事故。

(2) LNG 在输送过程中静电接地接触不良,产生静电火花,发生爆炸或火灾事故。

(3) 放散系统排空天然气因天气原因在放散管周围大量积聚,与空气形成爆炸性混合气体,遇点火源可引起爆炸和火灾事故。

### 5.3.3 出现爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围

为了尽量准确地预测爆炸事故的严重度,采用蒸气云爆炸模型计算的爆炸冲击波伤害。

该储备站 LNG 储罐发生泄漏的可能性不大,假设单个 LNG 储罐天然气全部泄漏,并扩散到空气中形成爆炸性气体,遇点火源发生云团爆炸,发生爆炸的死亡半径 10.1m,重伤半径 13.2m,轻伤半径 17.1m。

## 第六章 安全对策措施及建议

### 6.1 存在的问题及对策措施建议

评价组对该储备站进行了现场检查，结合相关标准、规范及文件要求，该站存在如下安全隐患和问题，详见表 6.1-1：

表 6.1-1 存在的主要安全隐患及其对策措施建议

| 序号 | 存在问题        | 对策措施建议        |
|----|-------------|---------------|
| 1  | 箱变旁灭火器配置不足。 | 按规范要求数量配置灭火器。 |

### 6.2 整改情况

该储备站安全评价项目组根据现场检查发现的问题，提出了相应的整改意见，并与该储备站进行了充分沟通。储备站对现场检查提出的问题也进行了整改或采取了安全措施，整改意见及整改结果见下表。

表 6.2-1 整改意见及整改结果

| 序号 | 存在问题和隐患     | 依据                                  | 整改意见          | 整改情况 | 检查判定 |
|----|-------------|-------------------------------------|---------------|------|------|
| 1  | 箱变旁灭火器配置不足。 | 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 第 6.1.1 条 | 按规范要求数量配置灭火器。 | 已整改  | 符合   |

### 6.3 相关安全对策、措施和建议

(1) 加强站区周围的明火管理，在醒目位置张贴“禁止吸烟”、“禁止明火”等安全警示标志，不准在附近吸烟，不准使用能产生明火或火星的工具、机器设备等。

(2) 进一步完善安全生产管理制度和安全操作规程，并将重要的安全生产管理制度、安全操作规程上墙。

(3) 加强对员工的培训教育，定期进行安全培训和安全活动，并做好安全培训教育台帐，新员工上岗前必须经过培训合格后方可上岗。

(4) 定期组织员工进行应急救援演练，确保事故应急救援预案的可操作性和完整性。

(5) 消防器材应有专人管理，保证完好有效，应每年至少进行一次维护检查。

(6) LNG 应急储备站应定期委托有资质的防雷检测机构对防雷、防静电及接地装置进行防雷防静电检测，并出具防雷防静电检测报告。

(7) 储备站的可燃报警器、压力表、安全阀等安全设施应及时的维护、保养、检验、检测。对失效的安全设施应及时更换。

(8) 定期对 LNG 储罐进行检测，防止容器物理爆炸导致天然气泄漏。

(9) 认真搞好设备维修，防止系统内天然气泄漏。

(10) 加强自动化控制系统设备的维护保养，确保计算机控制系统灵敏、可靠。在计算机控制系统失灵时，严禁继续进行加气作业。

(11) 储备站各建筑物、构筑物的门、窗应向外开启。

(12) 储备站装置区及作业区所有地沟、设备底部均应用沙子填埋，不留空间，并设置活门及通风口。

(13) 储备站内不得堆放闲杂物，各通道应保持畅通无阻，保持各场所清洁整齐。

(14) 为防止作业人员触电或引发火灾、爆炸等事故，设备的带电部位不应裸露，因损坏或老化导致裸露的，应及时维修或更换。

(15) 储备站停电或夜间作业时，严禁使用非防爆灯具进行照明检修和作业。

(16) 在爆炸危险场所，工作人员严禁穿脱衣服、不得梳头、拍打衣服。

(17) 严禁在储备站修车或敲打铁器等。

(18) 储备站站区内不得建有经营性的住宿、餐饮和娱乐等设施。

(19) 储备站应建立职工健康档案，并定期组织接触职业病危害因素

员工进行职业健康体检。

(20) 加强交接班工作，并有交接班记录，避免因交接班处理不妥引发事故。

(21) 不得抗拒、阻挠相关安全监管部门的监督检查，并对发现的问题积极组织有效整改。

## 第七章 安全评价结论

### 7.1 安全评价综述

(1) 该储备站制定有较为健全和完善的安全生产责任制、安全管理制度、安全操作规程和有针对性、可操作性事故应急预案，并定期进行演练。

(2) 该储备站存在的主要危险化学品：天然气（LNG）；存在的主要危险场所为：储罐及配电室；存在的主要危险和有害因素为：火灾、爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、车辆伤害、机械伤害、高处坠落、触电等。

(3) 通过重大危险源辨识，该 LNG 应急储备站构成重大危险源，重大危险源的危险程度级别为四级。

(4) 该储备站站外、站内的安全间距符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 的相关规定。

(5) 安全检查表共检查 61 项，其中合格项 60 项，不合格项 1 项，不符合项已经完成整改，全部符合《城镇燃气设计规范》（2020 版）GB50028-2006 规范要求。

(6) 该 LNG 应急储备站采用先进的工艺、设备设施，特种设备及其安全附件按照法规要求登记并定期检测。

(7) 该企业对本次安全评价中所提出的问题非常重视，并积极进行了整改和回复，确保储备站安全生产。

### 7.2 安全评价结论

综上所述，亳州新奥燃气有限公司 LNG 应急储备站当前现场条件、设备设施及安全管理符合现行有关安全生产法律法规的要求，风险能够控制在可接受的范围内，现场条件符合安全要求。

## 第八章 关于评价报告几点说明

1、本评价报告是 2023 年 12 月 14 日对亳州新奥燃气有限公司岳桥门站 LNG 应急储备站本次评价提出的安全隐患整改后现状情况的客观公正评价。本公司对本次评价以后的企业经营场所和设备设施条件的变化、经营危险化学品品种的变化不承担任何责任。

2、本评价报告未考虑国家宏观政策变化以及自然力和其他不可抗力对企业经营场所的影响。

3、在评价基准日（2023 年 12 月 14 日）之后如发生人员变化，储存场所及设备设施条件的改变的变化，被评价单位应根据相应的法律法规及时地聘请有关机构重新进行评价。

## 附录 1 选用的安全评价方法简介

### (1) 安全检查表法

安全检查表就是为系统地辨识和诊断某一系统的安全状况而事先拟好的问题清单。具体地讲，就是为了系统地发现某个系统、某个工艺过程或机械、设备、产品以及各种操作、管理和组织措施中的不安全因素，事先把检查对象加以分解，把大系统分解成小的子系统，找出不安全因素，然后确定检查项目和标准要求，将检查项目按系统的构成顺序编制成表，以便进行检查，避免漏检，这种表就叫安全检查表。

编制安全检查表时应按以下要求进行：

1) 全面细致地了解系统的功能、结构、工艺条件等有关资料，包括系统或同类系统发生过的事故、事故原因和后果。还要收集系统的说明书、布置图、结构图、环境条件等技术文件；

2) 收集与系统有关的国家标准、法规及公认的安全要求，为编制提供依据；

3) 按系统的功能、结构或因素方法，逐一列出可能影响部件、零件及整机系统安全的因素，并列清单；

4) 针对危险因素清单，从有关法规、标准等安全技术文件中，逐一找出对应安全要求及应达到的安全指标和应采取的安全措施，形成一一对应的系统安全检查表；

5) 有关安全管理机构、安全管理制度方面的检查，可列入安全检查表中。

安全检查表评价法简便灵活，是安全评价的常规方法，具有简便、实用、有效的特点，常常用于对安全生产管理，对熟知的工艺设计、物料、设备或操作规程进行分析，也可用于新开发工艺过程的早期阶段，识别和消除在类似系统的多年操作中所发现的危险。这种方法主要是依据国家、

地区、行业等相关的标准、法规编制检查表，针对检查内容判断是否、有无，从而找出系统中存在的缺陷、疏漏、隐患、问题，并提出在工程设计、建设或运行过程中应注意的问题。

## (2) 事故后果模拟分析法

事故后果模拟分析法是一种定量的风险评价方法，是建立在大量的实验基础上得出的数学模型，主要对爆炸、火灾、等方面的危险风险的严重程度进行评价。可以为复杂的并存在危险的工业流程等提供决策的依据和足够的定量化信息。爆炸是一种非常急剧的物理、化学变化，也是大量能量在短时间内迅速释放或急剧转化为机械功的现象。他通常是借助于气体的膨胀来实现的。爆炸按性质可分为物理爆炸和化学爆炸。物理爆炸是物质状态参数（温度、压力、体积）迅速发生变化，在瞬间放出大量能量并对外做功的现象。其特点是在爆炸现象发生过程中，造成爆炸发生的介质的化学性质不发生变化，发生变化的仅是介质的状态参数。例如锅炉、压力容器和各种气体或液化气体钢瓶的超压爆炸以及高温液体金属遇水爆炸等。化学爆炸就是物质由一种化学结构迅速转变为另一种化学结构，在瞬间放出大量能量并对外做功的现象。如可燃气体、蒸汽或粉尘与空气混合形成爆炸性混合物的爆炸。化学爆炸的特点是：爆炸发生过程中介质的化学性质发生了变化，形成爆炸的能量来自物质迅速发生变化时所释放的能量。化学爆炸有 3 个要素，即反应的放热性、反应的快速性和生成气体产物。一般项目中的产品均为易燃易爆物质，其爆炸既有化学性爆炸，也有物理性爆炸。

易燃液体油罐发生泄漏，通常是云团，遇火源被点燃，由于局部约束而引起加速产生蒸气云爆炸，从而形成冲击波。我们结合 TNT 当量模型进行评价，以便预测和评估蒸气云爆炸后果。

TNT 当量法蒸气云爆炸事故模拟（死亡、重伤、轻伤半径计算）：

## 1) 爆炸半径的估算

蒸气云爆炸公式为：

$$W_{TNT}=aW_fQ_f/Q_{TNT}$$

式中：a—蒸气云的 TNT 当量系数，取 4%；

$W_f$ —蒸气云爆炸燃烧掉的总质量，Kg；

$Q_f$ —燃料的燃烧热，kJ/Kg；

$Q_{TNT}$ —TNT 的爆热，46754 kJ/m<sup>3</sup>；

$W_{TNT}$ —蒸气云的 TNT 当量，Kg。

## ① 死亡区

$$R_{死}=13.6 \times (W_{TNT}/1000)^{0.37}$$

## ② 重伤区

$$R_{重伤}=Z_1 (E/P_0)^{1/3}$$

其中， $Z_1$  为重伤系数， $P_0$  为标准大气压， $P_0=101300Pa$ ， $E$  为爆炸总能量。

## ③ 轻伤区

$$R_{轻伤}=Z_2 (E/P_0)^{1/3}$$

其中， $Z_2$  为轻伤系数， $P_0=101300Pa$ ， $E$  为爆炸总能量

## 2) TNT 当量法蒸气云爆炸事故模拟（财产损失半径计算）

$$R_{财产}=5.6 W_{TNT}^{1/3}/[1+(3175/W_{TNT})^2]^{1/6}$$

火灾、爆炸、是常见的重大事故，经常造成严重的人员伤亡和巨大的财产损失，影响社会安定。事故后果分析的目的在于定量地描述一个可能发生的重大事故对工厂、对厂内职工、对厂外居民甚至对环境造成危害的严重程度。分析结果为企业或企业主管部门提供关于重大事故后果的信息，为企业决策者和设计者提供关于决策采取何种防护措施的信息。

## 附录 2 危险、有害因素及危险、有害程度分析过程

### F2.1 物料固有的危险、有害因素分析

LNG 天然气属于 2.1 类易燃气体，火灾危险性类别为甲类，天然气的安全技术特性及危险、有害因素识别如表 F2.1-1 所示。

表 F2.1-1 天然气理化性质及危险特性表

|  |  |                       |                           |
|--|--|-----------------------|---------------------------|
| 标识   | 中文名：甲烷、沼气  | 英文名：methane Marsh gas |                           |
|  | 分子式：CH <sub>4</sub>  | 分子量：16.04             | CAS 号：74-82-8             |
|  | 危规号：21007  |                       |                           |
| 理化性质   | 性状：无色无臭气体。   |                       |                           |
|  | 溶解性：微溶于水，溶于醇、乙醚。   |                       |                           |
|  | 熔点（℃）：-182.5   | 沸点（℃）：-161.5          | 相对密度（水=1）：0.42（-164℃）     |
|  | 临界温度（℃）：-82.6  | 临界压力（MPa）：4.59        | 相对密度（空气=1）：0.55           |
|  | 燃烧热（KJ/mol）：889.5  | 最小点火能（mJ）：0.28        | 饱和蒸汽压（KPa）：53.32（-168.8℃） |
| 燃烧爆炸危险性  | 燃烧性：易燃   | 燃烧分解产物：一氧化碳、二氧化碳      |                           |
|  | 闪点（℃）：-188   | 聚合危害：不聚合              |                           |
|  | 爆炸下限（%）：5.3  | 稳定性：稳定                |                           |
|  | 爆炸上限（%）：15   | 最大爆炸压力（MPa）：0.717     |                           |
|  | 引燃温度（℃）：538  | 禁忌物：强氧化剂、氟、氯          |                           |
|  | 危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。  |                       |                           |
| 消防措施：切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 |  |                       |                           |
| 毒性   | 接触限值：中国 MAC（mg/m <sup>3</sup> ）未制定标准；前苏联 MAC（mg/m <sup>3</sup> ）300；美国 TVL-TWA ACGIH 窒息性气体；美国 TLV-STEL 未制定标准   |                       |                           |
| 对人体危害  | 侵入途径：吸入。<br>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。                         |                       |                           |
| 急救   | 皮肤冻伤：若有冻伤，就医治疗。<br>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。  |                       |                           |
| 防护   | 工程防护：生产过程密闭，全面通风。<br>个人防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。眼睛防护一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜，穿防静电工作服。戴一般作业防护手套。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。 |                       |                           |
| 泄漏处  | 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，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风                                    |                       |                           |

|    |  |
|----|--|
| 理  | 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。   |
| 贮运 | 包装标志：4      UN 编号：1971      包装分类：II      包装方法：钢质气瓶<br>储运条件：易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。 |

表F2.1-2四氢噻吩理化性质及危险特性表

|         |  |                           |                |
|---------|--|---------------------------|----------------|
| 标识      | 中文名：四氢噻吩   | 英文名：tetrahydrothiophene   |                |
|         | 分子式：C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S  | 分子量：88.17                 | CAS 号：110-01-0 |
|         | 危规号：32111  |                           |                |
| 理化性质    | 性状：无色液体。   |                           |                |
|         | 溶解性：不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、苯、丙酮。   |                           |                |
|         | 熔点（℃）：-96.2  | 沸点（℃）：119                 | 相对密度（水=1）：1.00 |
|         | 临界温度（℃）：   | 临界压力（MPa）：                | 相对密度（空气=1）：无资料 |
| 燃烧爆炸危险性 | 燃烧热（KJ/mol）：无资料  | 最小点火能（mJ）：无资料             | 饱和蒸汽压（KPa）：无资料 |
|         | 燃烧性：易燃   | 燃烧分解产物：一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氧化硫。 |                |
|         | 闪点（℃）：12.8   | 聚合危害：不聚合                  |                |
|         | 爆炸下限（%）：无资料  | 稳定性：稳定                    |                |
|         | 爆炸上限（%）：无资料  | 最大爆炸压力（MPa）：无资料           |                |
|         | 引燃温度（℃）：无资料  | 禁忌物：强氧化剂                  |                |
| 毒性      | 危险特性：遇高热、明火及强氧化剂易引起燃烧。   |                           |                |
|         | 灭火剂：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。泡沫、二氧化碳、干粉、砂土。  |                           |                |
| 对人体危害   | 接触限值：中国 MAC（mg/m <sup>3</sup> ）未制定标准；前苏联 MAC（mg/m <sup>3</sup> ）未制定标准；美国 TVL-TWA 未制定标准；美国 TLV-STEL 未制定标准 |                           |                |
|         | 急性毒性 LD <sub>50</sub> 27000mg/m <sup>3</sup> ，2 小时（小鼠吸入）   |                           |                |
| 急救      | 侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。   |                           |                |
|         | 健康危害：本品具有麻醉作用。小鼠吸入中毒时，出现运动性兴奋、共济失调、麻醉，最后死亡。  |                           |                |
|         | 皮肤接触：脱出被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。   |                           |                |
|         | 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。   |                           |                |
| 防护      | 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。   |                           |                |
|         | 食入：饮足量温水，催吐，就医。  |                           |                |
|         | 工程防护：密闭操作，局部排风。提供安全淋浴和洗眼设备。  |                           |                |
| 防护      | 个人防护：空气中浓度较高时，建议佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。眼睛防护要戴安全防护眼镜；穿防毒物渗透工作服；戴乳胶手套。工作现场严禁吸烟。工作毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。                |                           |                |

|      |   |
|------|---|
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。也可以用不燃性分散剂制成的乳液刷洗，洗液稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。  |
| 贮运   | 包装标志：7      UN 编号：2412      包装分类：II      包装方法：小开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外木板箱。<br>储运条件：储存于阴凉、通风仓内。远离火种、热源。仓内温度不宜超过 30℃。防止阳光直射。包装要求密封，不可与空气接触。应与氧化剂分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且有接地装置，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。 |

表F2.1-3柴油理化性质及危险特性表

| 标识      | 中文名  | 柴油   | 英文名          | Diesel oil ; Diesel fuel |
|---------|--|--|--------------|--------------------------|
|         | 分子式  | /  | 分子量          | /                        |
|         | 目录序号   | 1674   | UN 编号        | UN1202                   |
|         | 主要组成   | /  | CAS 号        | 68334-30-5               |
| 理化性质    | 熔点℃  | -18  | 性状           | 稍有粘性的棕色液体。               |
|         | 沸点℃  | 282-338  | 溶解性          | /                        |
|         | 闪点℃  | /  | 相对水密度        | 0.87-0.9                 |
|         | 饱和蒸汽压 KPa  | 无资料  | 相对空气密度       | 无资料                      |
|         | 临界温度℃  | 无资料  | 燃烧热 (kJ/mol) | 无资料                      |
|         | 临界压力 MPa   | 无资料  | 最小引燃能量 mJ    |                          |
| 燃烧爆炸危险性 | 燃烧性  |  | 燃烧分解产物       | 一氧化碳、二氧化碳                |
|         | 爆炸极限%  | 无资料  | 聚合危险         | /                        |
|         | 引燃温度℃  | 257  | 稳定性          | /                        |
|         | 爆炸气体分类   | /  | 禁忌物          | 强氧化剂、卤素。                 |
|         | 危险特性   | 遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。  |              |                          |
|         | 灭火方法   | 消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，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。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。 |              |                          |
| 灭火剂     | 雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土、灭火毯。   |  |              |                          |
| 毒性      | LD50: 无资料<br>LC50: 无资料   |  |              |                          |
| 对人体伤害   | 皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。                              |  |              |                          |
| 急救      | 皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。<br>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。<br>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。 |  |              |                          |

|      |  |
|------|--|
|      | 食入：尽快彻底洗胃。就医   |
| 防护   | 工程控制：密闭操作，注意通风。<br>呼吸系统防护：空气中浓度超标时，建议佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器。<br>眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。<br>身体防护：穿一般作业防护服。<br>手防护：戴橡胶耐油手套。<br>其他防护：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。  |
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，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，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。  |
| 储运   | 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，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和合适的收容材料。<br>运输前应先检查包装容器是否完整、密封，运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。夏季最好早晚运输。运输时所用的槽（罐）车应有接地链，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。严禁与氧化剂、卤素、食用化学品等混装混运。运输途中应防曝晒、雨淋，防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区。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。运输车船必须彻底清洗、消毒，否则不得装运其它物品。船运时，配装位置应远离卧室、厨房，并与机舱、电源、火源等部位隔离。公路运输时要按规定路线行驶。 |

## F2.2 危险有害因素分布

表 F2.2-1 危险有害因素分布情况一览表

| 序号 | 危险有害因素 | 危险部位                  | 危险介质 | 危险后果      |
|----|--------|-----------------------|------|-----------|
| 1  | 火灾、爆炸  | 储罐区、LNG 卸车区、气化区、加臭调压区 | LNG  | 人员伤亡、设备损坏 |
| 2  | 压力容器爆炸 | LNG 储罐等               | LNG  | 人员伤亡、设备损坏 |
| 3  | 中毒和窒息  | 储罐区、LNG 卸车区、气化区、加臭调压区 | LNG  | 人员伤亡      |
| 4  | 高处坠落   | 高于 2m 的工作平台           | /    | 人员伤亡      |
| 5  | 静电     | LNG 输送管道              | /    | 人员伤亡      |
| 6  | 触电     | 电气设备                  | /    | 人员伤亡      |
| 7  | 机械伤害   | 传动设备、泵等               | /    | 人员伤亡      |
| 8  | 车辆伤害   | 站区道路                  | /    | 人员伤亡      |

## F2.3 重大危险源辨识

### (1) 重大危险源辨识的定义及判定方法

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的相关规定，重大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且

危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

单元 (unit) 是涉及危险化学品生产、储存装置、设施或场所, 分为生产单元和储存单元。生产单元: 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独立的单元; 储存单元: 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。

若单元中的危险化学品数量等于或超过该临界量, 则该单元定为重大危险源。判断危险化学品是否构成重大危险源, 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 首先应判断所涉及物质是否为该标准中确定的危险化学品。

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量, 即被定位重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品中内的多少区分为一下两种情况:

a) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时, 改危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量, 则定为重大危险源。

b) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时, 按式 (1) 计算, 若满足式 (1) 则定为重大危险源:

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n \quad (1)$$

式中:

S——辨识指标;

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险化学品实际存量, 单位为吨 (t);

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与各危险化学品相对应的临界量, 单位为吨 (t)。

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 对该站进行危险化学品重大危险源辨识。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中关于单元（分为生产单元和储存单元）的定义，可将岳桥门站 LNG 应急储备站天然气储罐划分为储存单元 1；将柴油发电机划分为储存单元 2，将四氢噻吩划分为储存单元 3。

岳桥门站 LNG 应急储备站的天然气储量是水容积 100m<sup>3</sup>LNG 储罐 2 座，密度取值 450kg/m<sup>3</sup>，充装系数为 0.9，约为 81 吨；柴油发电机柴油储存量 200L，密度取值 830kg/m<sup>3</sup>，约 0.166 吨；四氢噻吩储存量约 0.1 吨。

该站危险化学品重大危险源辨识情况见下表。

F2.3-1 危险化学品重大危险源辨识情况表

| 储存单元 | 名称   | 储存量q (t) | 临界量Q (t) | q/Q     | $\sum \frac{q}{Q}$ | 辨识结果 |
|------|------|----------|----------|---------|--------------------|------|
| 1    | 天然气  | 81       | 50       | 1.62    | >1                 | 构成   |
| 2    | 柴油   | 0.166    | 5000     | 0.00003 | <1                 | 不构成  |
| 3    | 四氢噻吩 | 0.1      | 1000     | 0.0001  | <1                 | 不构成  |

重大危险源分级：

### （1）分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和R作为分级指标。

### （2）R的计算方法

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

q<sub>1</sub>,q<sub>2</sub>,...,q<sub>n</sub>—每种危险化学品实际存在（在线）量（单位：吨）；

Q<sub>1</sub>,Q<sub>2</sub>,...,Q<sub>n</sub>—与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

β<sub>1</sub>, β<sub>2</sub>...,β<sub>n</sub>—与各危险化学品相对应的校正系数；

α—该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

### (3) 校正系数 $\beta$ 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 $\beta$ 值，见F2.3-2。

F2.3-2 校正系数 $\beta$ 取值表

| 危险化学品类别 | 毒性气体    | 爆炸品 | 易燃气体 | 其他类危险化学品 |
|---------|---------|-----|------|----------|
| $\beta$ | 见表 A1-6 | 2   | 1.5  | 1        |

注：危险化学品类别依据《危险货物物品名表》中分类标准确定。

F2.3-3 常见毒性气体校正系数 $\beta$ 值取值表

| 毒性气体名称  | 一氧化碳 | 二氧化硫 | 氨    | 环氧乙烷 | 氯化氢 | 溴甲烷 | 氯     |
|---------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| $\beta$ | 2    | 2    | 2    | 2    | 3   | 3   | 4     |
| 毒性气体名称  | 硫化氢  | 氟化氢  | 二氧化氮 | 氰化氢  | 碳酰氯 | 磷化氢 | 异氰酸甲酯 |
| $\beta$ | 5    | 5    | 10   | 10   | 20  | 20  | 20    |

注：未在表 A1-6 中列出的有毒气体可按 $\beta=2$ 取值，剧毒气体可按 $\beta=4$ 取值。

### (4) 校正系数 $\alpha$ 的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数 $\alpha$ 值，见 F2.3-4。

F2.3-4 校正系数 $\alpha$ 取值表

| 厂外可能暴露人员数量 | $\alpha$ |
|------------|----------|
| 100 人以上    | 2.0      |
| 50 人~99 人  | 1.5      |
| 30 人~49 人  | 1.2      |
| 1~29 人     | 1.0      |
| 0 人        | 0.5      |

### (5) 分级标准

根据计算出来的 R 值，按 F2.3-5 确定危险化学品重大危险源的级别。

F2.3-5 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

| 危险化学品重大危险源级别 | R 值          |
|--------------|--------------|
| 一级           | $R \geq 100$ |

| 危险化学品重大危险源级别 | R 值               |
|--------------|-------------------|
| 二级           | $100 > R \geq 50$ |
| 三级           | $50 > R \geq 10$  |
| 四级           | $R < 10$          |

重大危险源分级结果:

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中:

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在(在线)量(单位:t);

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量(单位:t);

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ —与各危险化学品相对应的校正系数;

$\alpha$ —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

岳桥门站LNG应急储备站的重大危险源的临界量比值为1.8,天然气是可燃气体,相对校正系数( $\beta$ )为1.5,罐区边界向外扩展500米范围内常住人口数量约450人,故罐区外暴露人员校正系数( $\alpha$ )为2,计算的R值为 $R=1.8 \times 1.5 \times 2 = 5.4 < 10$ 。

因此,岳桥门站LNG应急储备站重大危险源的危险程度级别为四级。

#### F2.4 安全检查表法分析评价

依据《城镇燃气设计规范》(2020版)GB50028-2006、《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012及其它相关法律、法规及标准规范编制安全检查表,对该储备站的选址和总平面布置、工艺及设施、公用工程等单元进行了安全检查,检查内容及结果如下表所示。

表 F2.4-1 LNG 应急储备站选址安全检查表

| 序号 | 检查内容  | 检查依据                              | 检查记录            | 结论 |
|----|---|-----------------------------------|-----------------|----|
| 1  | 液化天然气气化站站址选择应符合下列要求:<br>1 站址应符合城镇总体规划的要求。<br>2 站址应避开地震带、地基沉陷、废弃矿井等地 | 《城镇燃气设计规范》(2020版)<br>GB50028-2006 | 该储备站选址符合城镇总体规划的 | 符合 |

| 序号 | 检查内容  | 检查依据                                    | 检查记录  | 结论 |
|----|---|---|---|----|
|    | 段。  | 第 9.2.3 条                               | 要求,所在地无地震带、地基沉陷、废弃矿井等地段。  |    |
| 2  | 对燃气发展规划范围内的燃气设施建设工程,城乡规划主管部门在依法核发选址意见书时,应当就燃气设施建设是否符合燃气发展规划征求燃气管理部门的意见;不需要核发选址意见书的,城乡规划主管部门在依法核发建设用地规划许可证或者乡村建设规划许可证时,应当就燃气设施建设是否符合燃气发展规划征求燃气管理部门的意见。 | 《城镇燃气管理条例》(2016 年修改)(国务院令 第 666 号) 第十一条 | 该储备站选址符合规划要求。   | 符合 |
| 3  | 厂址不应选在窝风地段。对附近居民生活不构成重大影响。  | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.6 条     | 该储备站位于安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧,地势平坦,不处于窝风地段。对附近居民生活不构成重大影响。 | 符合 |
| 4  | 符合工程地质、水文条件。  | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.7 条     | 不存在天然的、危害大的不良地质现象,符合工程地质、水文条件。                                    | 符合 |
| 5  | 不应位于发震断层和设防烈度高于九度的地震区。  | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.11 条    | 该储备站所在地安徽省亳州市 S309 省道东侧、亳州芍花堂药业有限公司北侧,抗震设防烈度为 7 度,为中度稳定地区。        | 符合 |
| 6  | 不应位于重要的供水水源卫生保护区。   | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.11 条    | 该储备站所在地不位于重要的供水水源卫生保护区。   | 符合 |
| 7  | 不应位于Ⅳ级自重湿陷性黄土、厚度大的新近堆积黄土、高压缩性的饱和黄土和Ⅲ级膨胀土等工程地质恶劣地区。  | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.11 条    | 该储备站不位于Ⅳ级自重湿陷性黄   | 符合 |

| 序号 | 检查内容                       | 检查依据                                 | 检查记录  | 结论 |
|----|----------------------------|--------------------------------------|---|----|
|    |                            |                                      | 土、厚度大的新近堆积黄土、高压压缩性的饱和黄土和 III 级膨胀土等工程地质恶劣地区。 |    |
| 8  | 不应位于有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段。 | 《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 2.0.11 条 | 该储配站不位于有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段。               | 符合 |

表 F2.4-2 总平面布置安全检查表

| 序号 | 检查内容   | 依据  | 实际情况                                       | 检查结果 |
|----|--|---|--|------|
| 1  | 总平面应分区布置，即分为生产区(包括储罐区、调压计量区、加压区等)和辅助区。   | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB 50028-2006) 第 6.5.5 条 | 该储备站分区布置，包括：生产区和辅助区。                       | 符合   |
| 2  | 站内的各建筑物之间以及与站外建筑物之间的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。站内建筑物的耐火等级不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016“二级”的规定。 | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB 50028-2006) 第 6.5.5 条 | 该储备站内建筑物耐火等级符合国家标准的要求。                     | 符合   |
| 3  | 站内露天工艺装置区边缘距明火或散发火花地点不应小于 20m。距办公、生活建筑不应小于 18m，距围墙不应小于 10m。与站内生产建筑的间距按工艺要求确定                             | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB 50028-2006) 第 6.5.5 条 | 该储备站工艺装置边缘距各建筑物距离满足要求。                     | 符合   |
| 4  | 当燃气无臭味或臭味不足时，门站或储配站内应设置加臭装置。加臭量应符合本规范第 3.2.3 条的有关规定。   | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB 50028-2006) 第 6.5.6 条 | 储备站内设置有加臭装置。                               | 符合   |
| 5  | 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。生产区宜布置在站区全年最小频率风向的上风侧和上侧风侧。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》(2020 版)(GB 50028-2006) 第 9.2.7 条 | 生产区布置在全年最小频率风向的上风侧，该储备站设置有高度为不低于 2m 的实体围墙。 | 符合   |
| 6  | 防护墙内的容积不应小于防护墙内最大储罐容积。   | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)                          | 防护墙内容积大于储罐容积。                              | 符合   |

| 序号 | 检查内容  | 依据  | 实际情况  | 检查结果 |
|----|---|---|---|------|
|    |   | (GB 50028-2006)<br>第 9.2.10 条                       |   |      |
| 7  | 防护墙内不应设置其他可燃液体的储罐。  | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 9.2.10 条 | 无其他可燃液体储罐。  | 符合   |
| 8  | 严禁在储罐区防护墙内设置液化天然气钢瓶灌装口。   | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 9.2.10 条 | 无钢瓶灌装口。   | 符合   |
| 9  | 容积大于 0.15m <sup>3</sup> 的液化天然气储罐不应设置在建筑物内。任何容积的液化天然气容器均不应永久性的安装在建筑物内。                           | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 9.2.10 条 | 储罐露天设置在站内。  | 符合   |
| 10 | 液化天然气气化站的生产区和辅助区至少应各设置一个对外出入口。当液化天然气储罐总容积超过 1000m <sup>3</sup> 时, 生产区应设置 2 个对外出入口, 其间距不应小于 30m。 | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 9.2.9 条  | 该储备站储罐总容积为 200m <sup>3</sup> , 设置有 1 个对外出口, 1 个消防出入口。 | 符合   |

表 F2.4-3 生产工艺及设施安全检查表

| 序号 | 检查项目   | 依据   | 实际情况              | 检查结果 |
|----|--|--|-------------------|------|
| 1  | 燃气输配系统各种压力级别的燃气管道之间应通过调压装置相连。当有可能超过最大允许工作压力时, 应设置防止管道超压的安全保护设备。  | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 6.1.7 条 | 设置有防止管道超压的安全保护设备。 | 符合   |
| 2. | 中压和低压燃气管道宜采用聚乙烯管、机械接口球墨铸铁管、钢管或钢骨架聚乙烯塑料复合管, 并应符合下列要求:<br>1 聚乙烯燃气管道应符合现行的国家标准《燃气用埋地聚乙烯管材》GB 15558.1 和《燃气用埋地聚乙烯管件》GB 15558.2 的规定;<br>2 机械接口球墨铸铁管道应符合现行的国家标准《水及燃气管道用球墨铸铁管、管件和附件》GB / T 13295 的规定;<br>3 钢管采用焊接钢管、镀锌钢管或无缝钢管时, 应分别符合现行的国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB / T 3091、《输送流体用无缝钢管》GB / T 8163 的规定;<br>4 钢骨架聚乙烯塑料复合管道应符合国家现行标准《燃气用钢骨架聚乙烯塑料复合管》CJ/T 125 和《燃气用钢骨架聚乙烯塑料复合管件》CJ/T 126 | 《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br>(GB 50028-2006)<br>第 6.3.1 条 | 符合要求。             | 符合   |

| 序号 | 检查项目  | 依据   | 实际情况                         | 检查结果 |
|----|---|--|------------------------------|------|
|    | 的规定。  |  |                              |      |
| 3  | 次高压燃气管道应采用钢管。其管材和附件应符合本规范第 6.4.4 条的要求。地下次高压 B 燃气管道也可采用钢号 Q235B 焊接钢管。并应符合现行国家标准《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 的规定。 | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）<br>（GB 50028-2006）<br>第 6.3.2 条       | 采用钢管。                        | 符合   |
| 4  | 地下燃气管道不得从建筑物和大型构筑物(不包括架空的建筑物和大型构筑物)的下面穿越。   | 《城镇燃气设计规范》（2020 版）<br>（GB 50028-2006）<br>第 6.3.3 条       | 该储备站燃气管道未从建筑物和大型构筑物的下面穿越。    | 符合   |
| 5  | 对于安装在室内的输送可燃流体管道的薄弱环节的组成件，如玻璃液位计、视镜等，应有安全防护措施。  | 《工业金属管道设计规范》<br>（GB50316-2000）<br>（2008 版）<br>第 14.6.2 条 | 有安全防护措施。                     | 符合   |
| 6  | 应尽量选用自动化程度高的设备，危险性较大的、重要的关键性生产设备，应由具备有效资质的单位进行设计、制造和检验。   | 《生产过程安全卫生要求总则》<br>（GB/T12801-2008）<br>第 5.6.1 条          | 设备由持有专业许可证的单位进行设计、制造和检验。     | 符合   |
| 7  | 各设备之间，管线之间，以及设备、管线与厂房、建(构)筑物的墙壁之向的距离，均应符合有关设计和建筑规范要求。   | 《生产过程安全卫生要求总则》<br>（GB/T12801-2008）<br>第 5.7.1 条          | 符合要求。                        | 符合   |
| 8  | 带电体应进行局部或全部静电屏蔽，或利用各种形式的金属网，减少静电的积聚。同时屏蔽体或金属网应可靠接地。   | 《防止静电事故通用导则》<br>（GB12158-2006）<br>第 6.1.3 条              | 符合要求。                        | 符合   |
| 9  | 在设计和制作工艺装置或装备时，应避免存在静电放电的条件，如在容器内避免出现细长的导电性突出物和避免物料的高速剥离等。  | 《防止静电事故通用导则》<br>（GB12158-2006）<br>第 6.1.4 条              | 符合要求。                        | 符合   |
| 10 | 防静电接地线不得利用电源零线、不得与防直击雷地线共用。   | 《防止静电事故通用导则》<br>（GB12158-2006）<br>第 6.2.3 条              | 符合要求。                        | 符合   |
| 11 | 生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。  | 《安全生产法》<br>第三十八条   | 未使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备。 | 符合   |
| 12 | 使用单位应当按照规定在压力容器投入使用前或投入使用后 30 日内，向所在地负责特种设备使用登记的部门申请办理《特种设备使用登记证》。办理使用登记时，安全状况等级和首次检                      | 《固定式压力容器安全技术监察规程》<br>TSG21-2016<br>第 7.1.2 条             | 符合要求。                        | 符合   |

| 序号 | 检查项目   | 依据                                       | 实际情况  | 检查结果 |
|----|--|--|-------|------|
|    | <p>验日期按照以下要求确定：(1)使用登记机关确认制造资料齐全的新压力容器，其安全状况等级为 1 级;进口压力容器安全状况等级由实施进口压力容器监督检验的特种设备检验机构评定；</p> <p>(2)压力容器首次定期检验日期按照本规程 8.1.6 和 8.1.7 的规定确定，产品标准或者使用单位认为有必要缩短检验周期的除外;特殊情况，需要延长首次定期检验日期时，由使用单位提出书面申请说明情况，经使用单位安全管理负责人批准，延长期限不得超过 1 年。</p> |  |       |      |
| 13 | <p>工业企业噪声控制应按 GBJ87 设计，对生产工艺、操作维修、降噪效果进行综合分析，采用行之有效的新技术、新材料、新工艺、新方法。对于生产过程和设备产生的噪声，应首先从声源上进行控制，使噪声作业劳动者接触噪声声级符合 GBZ2.2 的要求。采用工程控制技术措施仍达不到 GBZ2.2 要求的，应根据实际情况合理设计劳动作息时间，并采取适宜的个人防护措施。</p>   | <p>《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010 第 6.3.1.1 条</p> | 符合要求。 | 符合   |

表 F2.4-4 公用及辅助工程安全检查表

| 序号 | 检查项目   | 依据   | 实际情况                            | 检查结果 |
|----|--|--|---------------------------------|------|
| 1  | <p>液态天然气管道上的两个切断阀之间必须设置安全阀，放散气体宜集中放散。</p>  | <p>《城镇燃气设计规范》(GB50028-2006) 第 9.4.7 条</p>              | <p>该储备站切断阀之间设置有安全阀，放散气集中放散。</p> | 符合   |
| 2  | <p>储罐进出液管必须设置紧急切断阀，并与储罐液位控制连锁。</p>   | <p>《城镇燃气设计规范》(GB50028-2006) 第 9.4.13 条</p>             | <p>储罐进出液管设置紧急切断阀且与液位控制连锁。</p>   | 符合   |
| 3  | <p>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。</p>                           | <p>《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB50028-2006) 第 9.4.19 条</p>     | <p>LNG 储罐区设低温报警装置。</p>          | 符合   |
| 4  | <p>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，其设置数量除应符合表 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》GB50140 的规定。</p> | <p>《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB50028-2006) 第 9.5.6 条</p>      | <p>该储备站储罐区灭火器配置符合要求。</p>        | 符合   |
| 5  | <p>储配站生产区应设置环形消防车通道，消防车通道宽度不应小于 3.5m。</p>  | <p>《城镇燃气设计规范》(2020 版)(GB50028-2006) 第 6.5.5 条第 4 条</p> | <p>该储备站设置有环形消防通道，宽度为</p>        | 符合   |

| 序号 | 检查项目   | 依据  | 实际情况                            | 检查结果 |
|----|--|---|---------------------------------|------|
|    |  |   | 4m。                             |      |
| 6  | <p>门站和储配站电气防爆设计符合下列要求：</p> <p>1 站内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》GB50058 的规定。</p> <p>2 其爆炸危险区域等级和范围的划分宜符合本规范附录 D 的规定。</p> <p>3 站内爆炸危险厂房和装置区内应装设燃气浓度检测报警装置。</p> | <p>《城镇燃气设计规范》(2020 版)<br/>(GB50028-2006)<br/>第 6.5.21 条</p> | <p>该储备站爆炸危险区域内设有燃气浓度检测报警装置。</p> | 符合   |
| 7  | <p>带电部分应全部用绝缘层覆盖，其绝缘层应能长期承受在运行中遇到的机械、化学、电气及热的各种不利影响。</p>   | <p>《低压配电设计规范》<br/>(GB50054-2011)<br/>第 5.1.1 条</p>          | <p>带电部分全部用绝缘层覆盖。</p>            | 符合   |
| 8  | <p>配电线路应装设短路保护和过负荷保护。</p>  | <p>《低压配电设计规范》<br/>(GB50054-2011)<br/>第 6.1.1 条</p>          | <p>装设有短路保护和过负荷保护。</p>           | 符合   |
| 9  | <p>配电线路的敷设，应符合下列条件：</p> <p>1 与场所环境的特征相适应；</p> <p>2 与建筑物和构筑物的特征相适应；</p> <p>3 能承受短路可能出现的机电应力；</p> <p>4 能承受安装期间或运行中布线可能遭受的其他应力和导线的自重。</p>                                   | <p>《低压配电设计规范》<br/>(GB50054-2011)<br/>第 7.1.1 条</p>          | <p>符合要求。</p>                    | 符合   |
| 10 | <p>灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。</p>  | <p>《建筑灭火器配置设计规范》<br/>GB50140-2005<br/>第 5.1.1 条</p>         | <p>灭火器设置在位置明显和便于取用的地点。</p>      | 符合   |
| 11 | <p>灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其顶部离地面高度不应大于 1.50m；底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火器箱不得上锁。</p>  | <p>《建筑灭火器配置设计规范》<br/>GB50140-2005<br/>第 5.1.3 条</p>         | <p>符合要求。</p>                    | 符合   |
| 12 | <p>灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时，应有相应的保护措施。灭火器设置在室外时，应有相应的保护措施。</p>  | <p>《建筑灭火器配置设计规范》<br/>GB50140-2005<br/>第 5.1.4 条</p>         | <p>符合要求。</p>                    | 符合   |
| 13 | <p>灭火器最大保护距离应符合：手提式灭火器最大保护距离 20m，推车式灭火器最大保护距离 40m。</p>   | <p>《建筑灭火器配置设计规范》<br/>GB50140-2005<br/>第 5.2.1 条</p>         | <p>符合要求。</p>                    | 符合   |
| 14 | <p>一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具。</p>  | <p>《建筑灭火器配置设计规范》<br/>GB50140-2005<br/>第 6.1.1 条</p>         | <p>箱变旁灭火器配置不足。</p>              | 不符合  |

表 F2.4-5 安全管理安全检查表

| 序号 | 检查项目   | 依据                                   | 实际情况                                    | 检查结果 |
|----|--|--------------------------------------|---|------|
| 1  | 矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，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。<br>前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过一百人的，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；从业人员在一百人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员。 | 《安全生产法》第二十四条                         | 该站从业人员 6 人，设置有安全生产管理机构并配备有 1 名专职安全管理人员。 | 符合   |
| 2  | 生产经营单位的主要负责人组织制定本单位安全生产规章制度。   | 《安全生产法》第二十一条                         | 主要负责人签发安全生产责任制，安全管理制度。                  | 符合   |
| 3  | 从业人员在作业过程中，应当严格落实岗位安全责任，遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。  | 《安全生产法》第五十七条                         | 职工能按要求佩戴和使用劳动防护用品。                      | 符合   |
| 4  | 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，建立健全全员安全生产责任制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，加强安全生产标准化、信息化建设，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。 | 《安全生产法》第四条                           | 建立有安全生产责任制和安全生产管理制度。                    | 符合   |
| 5  | 生产经营单位的主要负责人是本单位安全生产第一责任人，对本单位的安全生产工作全面负责。其他负责人对职责范围内的安全生产工作负责。  | 《安全生产法》第五条                           | 该储备站主要负责人负责安全生产工作。                      | 符合   |
| 6  | 生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有建立、健全本单位安全生产责任制的职责。  | 《安全生产法》第二十一条                         | 主要负责人签发了安全生产责任制。                        | 符合   |
| 7  | 生产经营单位的主要负责人组织制定并实施本单位安全生产操作规程；  | 《安全生产法》第二十一条                         | 制订有安全操作规程。                              | 符合   |
| 8  | 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。  | 《安全生产法》第二十八条                         | 公司对所有从业人员进行安全生产教育和培训。                   | 符合   |
| 9  | 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。   | 《安全生产法》第二十七条                         | 该储备站的主要负责人和安全生产管理人员参加了安全管理资格培训，考核合格。    | 符合   |
| 10 | 特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。  | 《安全生产法》第三十条、<br>《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》 | 特种作业人员有特种作业操作证。                         | 符合   |

| 序号 | 检查项目   | 依据                                  | 实际情况   | 检查结果 |
|----|--|-------------------------------------|--|------|
| 11 | 生产经营单位的主要负责人应组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，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；  | 《安全生产法》第二十一条                        | 公司主要负责人签发有安全检查制度。                                | 符合   |
| 12 | 生产经营单位的安全生产管理人员应当根据本单位的生产经营特点，对安全生产状况进行经常性检查；对检查中发现的安全问题，应当立即处理；不能处理的，应当及时报告本单位有关负责人，有关负责人应当及时处理。检查及处理情况应当记录在案。  | 《安全生产法》第四十六条                        | 公司有安全检查制度。                                       | 符合   |
| 13 | 生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。<br>生产经营单位应当关注从业人员的身体、心理状况和行为习惯，加强对从业人员的心理疏导、精神慰藉，严格落实岗位安全生产责任，防范从业人员行为异常导致事故发生。    | 《安全生产法》第四十四条                        | 对全体员工进行安全培训教育，明确告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。 | 符合   |
| 14 | 劳动者依法享有职业卫生保护的权利。<br>用人单位应当为劳动者创造符合国家职业卫生标准和卫生要求的工作环境和条件，并采取措施保障劳动者获得职业卫生保护。<br>用人单位必须采用有效的职业病防护设施，并为劳动者提供个人使用的职业病防护用品。用人单位为劳动者个人提供的职业病防护用品必须符合防治职业病的要求；不符合要求的，不得使用。 | 《职业病防治法》第四条<br>《工作场所职业卫生监督管理规定》第十六条 | 生产场所符合国家职业卫生标准和卫生要求的工作环境和条件，并采取措施保障劳动者获得职业卫生保护。  | 符合   |
| 15 | 生产经营单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责；各分管负责人应当按照职责分工落实应急预案规定的职责。   | 《生产安全事故应急预案管理办法》第5条                 | 该 LNG 应急储备站已按规定编制应急预案并取得应急预案备案。                  | 符合   |

表 F2.4-6 化工行业重大生产安全事故隐患判定检查表

| 序号 | <化工行业重大生产安全事故隐患判定标准>                   | 现场情况                                       | 是否存在重大安全隐患 |
|----|--|--|------------|
| 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。    | 该储备站主要负责人和安全管理人員经考核合格。                     | 否          |
| 2  | 特种作业人员未持证上岗。                           | 特种作业人员已持证上岗。                               | 否          |
| 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。 | 该储备站储存设施构成四级重大危险源，LNG 储罐与外部安全防护距离符合国家标准要求。 | 否          |
| 4  | 涉及重点监管危险化工工艺的装置未实现自                    | 不涉及重点监管危险化工工                               | 否          |

| 序号 | <化工行业重大生产安全事故隐患判定标准>   | 现场情况                                     | 是否存在重大安全隐患 |
|----|--|--|------------|
|    | 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。   | 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。                                   | 该储备站储罐不构成一、二级重大危险源，设置有紧急切断功能。            | 否          |
| 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                                      | 否          |
| 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                                      | 否          |
| 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                                      | 否          |
| 9  | 地区架空电力线路穿越生产区且不符合国家标准要求。   | 该储备站生产区没有电力线路穿越。                         | 否          |
| 10 | 在役化工装置未经正规设计且未进行安全设计诊断。  | 有正规设计。                                   | 否          |
| 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。              | 否          |
| 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。   | 爆炸危险场所按国家标准安装使用防爆电气设备。                   | 否          |
| 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。   | 满足国家标准。                                  | 否          |
| 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。  | 设置有双重电源，并设置有不间断电源。                       | 否          |
| 15 | 安全阀、爆破片等安全附件未正常投用。   | 安全阀正常投用。                                 | 否          |
| 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。  | 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。 | 否          |
| 17 | 未制定操作规程和工艺控制指标。  | 制定操作规程和工艺控制指标。                           | 否          |
| 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。   | 不涉及                                      | 否          |
| 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定文件要求开展反应安全风险评估。 | 不涉及                                      | 否          |

| 序号 | <化工行业重大生产安全事故隐患判定标准>                        | 现场情况 | 是否存在重大安全隐患 |
|----|---|------|------------|
| 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。 | 不涉及  | 否          |

## F2.5 事故后果模拟分析过程

### F2.5.1 储气井爆炸事故后果模拟分析

该站的天然气储气设施为 LNG 储罐，储罐共有 2 个，单罐容积为 100m<sup>3</sup>；本次评价对储罐发生爆炸事故的影响进行模拟分析，以下分析按照 1 个储罐发生物理爆炸进行。

#### (1) 储罐爆炸能量计算

1 个储罐发生物理爆炸时，其释放的爆破能量按下式计算：

$$E_g = pV [1 - (0.1013/p)^{k-1/k}] \times 10^3 / (k-1)$$

式中  $E_g$ ：气体的爆破能量，kJ；

$P$ ：容器内气体的绝对压力，MPa；

$V$ ：容器的容积，m<sup>3</sup>；

$k$ ：气体的绝热指数，即气体的定压比热与定容比热之比。

该站所涉及的压缩天然气的主要成分为甲烷， $k$  值取甲烷的值，经查  $k=1.316$ ，储罐容积为 100m<sup>3</sup>，压力为 1MPa，代入上式计算得：

$$\begin{aligned} \text{故 } E_g &= 1 \times 100 [1 - (0.1013/1)^{0.316/1.316}] \times 10^3 / (1.316-1) \\ &= 133839 \text{ kJ} \end{aligned}$$

(2) 将爆破能量换算成 TNT 当量，因为 1kgTNT 爆炸所放出爆破能量为 4230-4836 kJ / kg，一般取平均爆破能量为 4500 kJ / kg，故其关系为：

$$q = E_g / q_{\text{TNT}} = E_g / 4500 = 133839 / 4500 = 29.7 \text{ kg}$$

求出爆炸的模拟比  $a$ ，即：

$$a = (q / q_{\text{TNT}})^{1/3} = (29.7 / 1000)^{1/3} = 0.31$$

求出在 1000 kg TNT 爆炸中的相当距离  $R_0$ ，即：

$$R_0=R / a=R / 0.31$$

爆炸冲击波超压可能的伤害范围根据  $R_0$  值在下表中找出距离为  $R_0$  处的超压  $\Delta p_0$ ，此即所求距离为  $R$  处的超压。

(1) 1000kg 的标准炸药，距离爆炸中心  $R_0=55$  m 范围内可致人轻伤，最小冲击波超压  $\Delta P_0=0.02$ MPa，则：

1 个储罐爆炸致人轻伤的距离：

$$R=aR_0=0.31 \times 55=17.1\text{m}$$

(2) 1000kg 的标准炸药，距离爆炸中心  $R_0=42.5$  m 范围内可致人重伤，最小冲击波超压  $\Delta P_0=0.03$ MPa，则：

1 个储罐爆炸致人重伤的实际距离：

$$R=aR_0=0.31 \times 42.5=13.2\text{m}$$

(3) 1000kg 的标准炸药致人死亡的最小冲击波超压  $\Delta P_0=0.05$  M Pa，距离爆炸中心的标准距离  $R_0=32.5$ m，则储气井爆炸致人死亡的实际距离：

$$R=aR_0=0.31 \times 32.5=10.1\text{m}$$

(4) 1000kg 的标准炸药导致防震钢筋混凝土破坏的最小冲击波超压  $\Delta P_0=0.1$  MPa，距离爆炸中心的标准距离  $R_0=22.3$ m，则储罐爆炸导致防震钢筋混凝土破坏的实际距离为：

$$R=aR_0=0.31 \times 22.3=6.9\text{m}$$

表 F2.5-1 人员伤害超压准则

| 序号 | 伤害程度 | 超压 $\Delta P$ ( $10^5$ Pa) | 伤害情况            |
|----|------|----------------------------|-----------------|
| 1  | 轻 微  | 0.2~ 0.3                   | 轻微挫伤            |
| 2  | 中 等  | 0.3~ 0.5                   | 听觉、气管损伤、中等挫伤、骨折 |
| 3  | 严 重  | 0.5~ 1.0                   | 内脏严重挫伤，可能造成死亡   |
| 4  | 极严重  | >1.0                       | 大部分人死亡          |

表 F2.5-2 建筑物破坏超压准则

| 超压 $\Delta P(10^5$ Pa) | 破坏作用     | 超压 $\Delta P(10^5$ Pa) | 破坏作用           |
|------------------------|----------|------------------------|----------------|
| 0.05~ 0.06             | 门窗玻璃部分破碎 | 0.60~ 0.70             | 木建筑厂房房柱折断，房假松动 |

| 超压 $\Delta P(10^5\text{Pa})$ | 破坏作用          | 超压 $\Delta P(10^5\text{Pa})$ | 破坏作用             |
|------------------------------|---------------|------------------------------|------------------|
| 0.06~ 0.15                   | 受压面的门窗玻璃大部分破碎 | 0.70~ 1.00                   | 砖墙倒塌             |
| 0.15~ 0.20                   | 窗框损坏          | 1.00~ 2.00                   | 防震钢筋混凝土破坏, 小房屋倒塌 |
| 0.20~ 0.30                   | 墙裂缝           | >2.00                        | 大型钢架结构破坏         |
| 0.40~ 0.50                   | 墙大裂缝, 房瓦掉下    |                              |                  |

### F3.5.6 蒸气云爆炸模型

采用蒸气云爆炸模型对拖车气瓶泄漏引起的蒸气云爆炸进行事故后果模拟分析。可燃气体泄漏到空气中并达到爆炸极限时遇到引燃源, 将导致蒸气云爆炸发生。蒸气云爆炸的能量常用 TNT 当量描述, 即将参与爆炸的可燃气体释放的能量折合为能释放相同能量的 TNT 炸药的量, 这样, 就可以利用有关 TNT 爆炸效应的实验数据预测蒸气云爆炸效应。TNT 当量计算公式如下:

新奥燃气 LNG 储备站现有 2 个  $100\text{m}^3$  的储罐, 通过使用事故后果的模拟分析, 以一个 LNG 储罐  $100\text{m}^3$  泄漏到敞开空间以后, 如果没有立即点火, 而是先在空气中扩散, 与空气混合形成爆炸性混合物, 然后发生延迟点火, 那么就会发生蒸气云爆炸。

$$\text{TNT 当量的转化公式为: } W_{\text{TNT}} = \mu H_c W_f / H_{\text{TNT}} \quad (1)$$

若为地面或近地爆炸, 爆炸总能量为实际的 1.8 倍, 即式 (1) 变为

$$W_{\text{TNT}} = 1.8 \mu H_c W_f / H_{\text{TNT}} \quad (2)$$

$$E_0 = W_{\text{TNT}} / H_{\text{TNT}} \quad (\text{蒸汽云爆炸风险评估模型}) \quad (3)$$

式中:  $W_{\text{TNT}}$  —— 爆炸的 TNT 当量质量, kg;

$E_0$  —— 爆源总能量, J;

$M$  —— 蒸汽云的 TNT 当量系数;

$H_c$  —— 燃料热值, kJ / kg;

$W_f$  —— 气云中燃料的总量, kg;

$H_{TNT}$  —— TNT 的爆炸热, 4520kJ/kg;

对于凝聚相含能材料爆炸产生的冲击波的破坏作用, 超压—冲量准则具有普适。在安全分析中, 通常把冲击波的范围分为死亡区、重伤区、轻伤区和财产损失区。

在蒸汽云爆轰时, 其冲击波参数可用下式计算:

$$\ln(\Delta P / P_0) = -0.9126 - 1.5058 \ln \left[ \frac{RP_0^3}{E_0^3} \right] + 0.1675 \ln^2 \left[ \frac{RP_0^3}{E_0^3} \right] - 0.032 \ln^3 \left[ \frac{RP_0^3}{E_0^3} \right] \quad (4)$$

储罐充装系数取 0.9。LNG 的密度通常在 430~470 kg/m<sup>3</sup> 之间, 取 450 kg/m<sup>3</sup>, 储存压力为 0.6MPa。

蒸气云爆炸统计资料表明, 式 (2) 中  $\mu$  的取值一般为 0.02%~15.9%, 在 50% 的蒸气云爆炸事故中,  $\mu \leq 3\%$ ; 在 60% 的蒸气云爆炸事故中,  $\mu \leq 4\%$ ; 在 97% 的蒸气云爆炸事故中,  $\mu \leq 10\%$ 。 $\mu$  的平均值为 4%。

查天然气物性参数可知 LNG 的热值为 12740.7~13185.8kcal/kg, 即 53333~55196kJ/kg, 取  $H_c=55600\text{kJ/kg}$ ;  $W_f=100 \times 0.396 \times 450\text{kg}=17820\text{kg}$ 。

因此, 根据式 (2) 及式 (3) 得

$$E_0=1.8\mu W_f H_c=1.8 \times 0.04 \times 17820 \times 55600=7.13 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$W_{TNT}=E_0/H_{TNT}=7.13 \times 10^{10} / 4520000=15774.3\text{kg}$$

根据式 (4) 计算各类伤害半径, 其中重伤区半径指人员因在冲击波作用下耳膜破裂的概率为 0.5 的半径, 轻伤区半径指人员在在冲击波作用下耳膜破裂的概率为 0.01 的半径。

根据《固定式真空绝热深冷压力容器 第 3 部分: 设计》(GB/T 18442.3-2019) 储罐最大允许充装量不应超过设计容积的 90%, 该储备站 LNG 储罐的设计容积为 100m<sup>3</sup>, 每个储罐的实际充装量应为 90m<sup>3</sup>。假设一个储罐发生泄漏爆炸, 则影响范围为:

死亡半径 (取其冲击波峰值超压  $\Delta P=100\text{kPa}$ )  $R_1=66.8\text{m}$  ;

重伤区半径（取其冲击波峰值超压 $\Delta P=44\text{kPa}$ ） $R_2=110.9\text{m}$ ；

轻伤区半径（取其冲击波峰值超压 $\Delta P=17\text{kPa}$ ） $R_3=216.4\text{m}$ ；

财产损失半径（取其冲击波峰值超压 $\Delta P=13.8\text{kPa}$ ） $R_4=253.4\text{m}$ 。

表 F2.5-3 蒸气云爆炸事故后果模拟计算结果

| 蒸气云爆炸伤害程度 | 超压       | 半径     |
|-----------|----------|--------|
| 死亡区       | 90kPa    | 66.8 m |
| 重伤区       | 44kPa    | 110.9m |
| 轻伤区       | 17kPa    | 216.4m |
| 财产损失区     | 13.8 kPa | 253.4m |

## 附 件

- (1) 安全评价委托书;
- (2) 营业执照;
- (3) 土地证;
- (4) 特殊建设工程消防验收意见书;
- (5) 雷电防护装置检测报告;
- (6) 生产安全事故应急预案备案登记表;
- (7) 重大危险源安全评估报告备案登记表;
- (8) 人员证书;
- (9) 安全管理制度目录;
- (10) 隐患整改照片;
- (11) 特种设备使用登记证;
- (12) 压力容器定期检测报告;
- (13) 设备台账;
- (14) 可燃气体探测器校准证书;
- (15) 安全生产责任保险保险单
- (16) 区域位置图;
- (17) 总平面布置图;