



报告编号：皖 QT20250800006

安徽长江液化天然气有限责任公司
芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目
陆域接收站工程
安全设施竣工验收评价报告

建设单位：安徽长江液化天然气有限责任公司

建设单位法定代表人：庄家汉

建设项目单位：安徽长江液化天然气有限责任公司

建设项目单位主要负责人：[REDACTED]

建设项目单位联系人：[REDACTED]

建设项目单位联系电话：[REDACTED]

（建设单位公章）

2025 年 11 月

报告编号：皖 QT20250800006

安徽长江液化天然气有限责任公司
芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目
陆域接收站工程
安全设施竣工验收评价报告

评价机构名称：安徽本质安全工程咨询有限公司

资质证书编号：APJ-（皖）-004

法定代表人：章亦军

审核定稿人：胡友建

评价负责人：章亦军

评价机构联系电话：0566-2096590

（安全评价机构公章）

2025 年 11 月

修改说明

依据 2025 年 10 月 16 日的《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程危险化学品经营许可证现场核查问题清单》要求，对本报告进行了修改，具体情况见下表。

表 0-1 修改对照表

序号	专家组建议	修改情况（详细描述）	修改位置/现场整改照片
一	报告部分		
1	报告部分安全阀、压力表、可燃气体报警检测报告时间已到有效期。	安全阀、压力表、可燃气体报警检测报告已进行更新。	P294~313、附件
2	报告中一些单位错误，如 MPaG 等。	已将“MPaG”按标准写法修改为“MPa”，MPaG 中 G 代表表压，可省略 G，因此报告中所有表压均统一更改为“MPa”，其他的单位表述也进行了核实。	P30
3	补充天然气的熔点、沸点、闪点等资料。	已补充天然气的熔点、沸点、闪点等资料。	P45
4	补充氦气评价。	已核实氦气主要用于对天然气的检测与分析时使用。年用量约为 4 瓶（40L/瓶），已补充进辅助物料中，并进行了定性与定量评价。	P14、P30、P51、P54、P67~69
5	P59 储罐单元 LNG 总存量计算过程有误，工艺单元重大危险源存量缺少计算过程。	已根据设计单位出具的材料说明，对储罐单元 LNG 总存量和工艺单元重大危险源存量进行了修正。	P59~63
6	核实集控中心与 LNG 罐箱堆场间距“不限”的依据错误。	已按《港口危险货物集装箱堆场设计规范》（JTS 176-2020）表 4.3.2 中防火间距 65m（现场实际间距为 77.1m）要求进行了修正。	P101
7	进一步核实安全设施一览表，实际数量大于设计数量的，要评价其有无设计。如灭火设施设计的型号数量均为“/”；安全阀设计数量为 91，实际为 237 只。	已按设计单位出具的说明进行了备注。	P120，附件
8	核实槽车装车棚等构筑物占地面积大于建筑面积的原因。	依据设计单位的解释，槽车装车棚等构筑物的建筑面积的计算方法应依据《建筑工程建筑面积计算规范》（GB/T 50353-2013）中第 3.0.22 条：有顶盖无围护结构的车棚、货	P37

序号	专家组建议	修改情况（详细描述）	修改位置/现场整改照片																																							
		棚、站台、加油站、收费站等，应按其顶盖水平投影面积的1/2 计算建筑面积。在报告中进行了备注。																																								
二	现场部分																																									
9	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本及现场问题整改落实材料。	逐条落实专家意见，完成现场问题整改，完善评价报告，并取得了专家复核签字。	《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》专家评审意见及修改说明 2022年4月13日，建设单位组织设计、施工、监理单位及相关专家，对《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》进行了专家评审。专家组认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。 一、修改情况 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 二、现场整改照片 <table><tr><td>1</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td></tr><tr><td>2</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td></tr><tr><td>3</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td></tr><tr><td>4</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td><td>接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告</td></tr></table> 三、专家评审意见及修改说明 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 四、专家评审意见 专家组认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。 五、专家评审意见及修改说明 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 六、专家评审意见 专家组认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。	序号	修改内容	修改位置	1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文	2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件	1	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	2	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	3	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	4	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	序号	修改内容	修改位置	1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文	2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件	序号	修改内容	修改位置	1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文	2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								
1	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告																																								
2	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告																																								
3	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告																																								
4	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告	接收站进站区，高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告																																								
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》备案文本	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站配套天然气外输管道高安-横山分输站段项目安全设施竣工报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								
10	补充芜湖长江 LNG 内河接收(转运)站项目 HAZOP 分析报告专家评审意见。	项目 2022 年 4 月 13 日-18 日召开了 HAZOP 分析会，建设单位于 2022 年 7 月 24 日进行了内审，2022 年 10 月 18 日对分析报告进行了专家外审，编制单位于 2022 年 10 月 22 日对专家意见修改完成并经专家签字确认。	《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见 安徽长江液化天然气有限责任公司于2022年7月24日主持召开《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审会。与会专家一致认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。 一、修改情况 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 二、现场整改照片 三、专家评审意见及修改说明 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 四、专家评审意见 专家组认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。 五、专家评审意见及修改说明 <table><tr><th>序号</th><th>修改内容</th><th>修改位置</th></tr><tr><td>1</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见</td><td>报告封面、目录、正文</td></tr><tr><td>2</td><td>补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料</td><td>报告正文、附件</td></tr></table> 六、专家评审意见 专家组认为：该报告编制内容完整，数据真实，结论正确，符合《危险化学品建设项目安全设施竣工验收细则》（安监总危化〔2015〕124号）的要求。专家组一致同意通过该报告。专家组要求建设单位：一是要认真落实专家意见，对报告中存在的问题进行整改；二是要完善评价报告，并取得了专家复核签字。	序号	修改内容	修改位置	1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文	2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件	序号	修改内容	修改位置	1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文	2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件	序号	修改内容	修改位置	1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文	2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件												
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								
序号	修改内容	修改位置																																								
1	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》专家评审意见	报告封面、目录、正文																																								
2	补充《芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目HAZOP分析、LOPA分析和SIL定级报告》现场问题整改落实材料	报告正文、附件																																								

[illegible]

前 言

2019 年 1 月 30 日，安徽长江液化天然气有限责任公司（以下简称“长江液化”）取得了安徽省发展和改革委员会出具的《安徽省发展改革委关于芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目核准的批复》（皖发改能源函〔2019〕49 号）。

安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目，位于安徽省芜湖市白茆水道右岸，长江下游吴淞口航道里程约 475km，黑沙洲北水道与南水道交汇处下游约 3km，码头地理坐标为东经：118.100309 度、北纬 31.215558 度；堆场位于码头后方的陆域部分，地理坐标为东经：118.102670 度、北纬 31.213192 度。

芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目已于 2024 年 10 月 31 日进行了试生产方案专家论证，2024 年 12 月开始进行试生产。

安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程（以下简称“本项目”），已经过数月的试生产期，现拟对其进行安全验收。

为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，实现项目本质安全化程度的要求，根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安监总局第 45 号令）等规定，需进行安全设施竣工验收评价。为此，长江液化委托我公司对本项目进行安全设施竣工验收评价。

我公司接受委托后，成立了项目安全评价小组，依据安全设施设计专篇，对项目建设场地进行了实地检查，充分收集安全评价所需资料，对项目存在的危险和有害因素进行了辨识，划分评价单元、选用恰当的评价方法，根据国家有关法规、标准的要求对项目安全生产条件进行定性、定量的分析与评价，对现场检查存在的问题与安全隐患提出相应的安全对策措施与建议，对整改进行复查确认，并依据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》

和《关于印发〈危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）〉的通知》（应急〔2022〕52号）的要求编制完成《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程安全设施竣工验收评价报告》。

在评价过程中，本评价机构就有关问题与长江液化领导和技术人员进行了多次交流和沟通，在充分交换意见的基础上，达成一致。

目 录

1 安全评价工作经过	1
1.1 前期准备	1
1.2 评价对象、范围	1
1.3 安全评价工作经过和程序	4
2 建设项目概况	6
2.1 建设单位基本情况	6
2.2 建设项目概况	7
3 危险和有害因素的辨别结果及依据说明	44
3.1 原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品理化性能指标、危险性和危险类别及数据来源	44
3.2 建设项目可能造成爆炸、火灾、中毒、灼烫事故等危险和有害因素及其分布	46
3.3 危险化工工艺的辨识	58
3.4 重大危险源辨识	58
4 安全评价单元划分结果及理由说明	65
5 采用的安全评价方法及理由说明	66
6 定性、定量分析危险、有害程度的结果	67
6.1 固有危险程度分析	67
6.2 风险程度的分析	70
6.3 多米诺效应分析	73
6.4 个人风险和社会风险	81
7 安全条件的分析结果	88
7.1 建设项目的安全条件	88
7.2 安全生产条件的分析结果	104
7.3 重大生产安全事故隐患判定	193
7.4 事故案例	196
8 结论和建议	238
8.1 验收过程中存在问题及安全隐患	238
8.2 存在问题及安全隐患整改复查情况	239
8.3 结论	241
8.4 建议	244
9 与建设单位交换意见情况	246
F 安全评价报告附件	247
F.1 选用的安全评价方法简介	250
F.2 计算过程	255
F.3 评价依据	256
F.4 法定检测、校验情况的汇总表	262
F.6 其他附件目录	315

1 安全评价工作经过

1.1 前期准备

长江液化委托我公司对其芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程进行安全设施竣工验收评价。本评价机构经收集相关资料和法律法规、现场实地勘察，风险分析，决定接受该企业的委托，双方签订安全评价委托协议书，确定本次验收评价对象范围，本项目在本评价机构评价资质范围内。

1.2 评价对象、范围

1.2.1 评价对象

本次安全评价的对象为安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程及码头上部设施。

1.2.2 评价范围

1.2.2.1 工程界面

芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程与码头工程、外输管道工程、厂前区工程、110kV 开关站等的工程界面分工详见下表。

表 1-1 接收站工程与上下游工程的工程界面一览表

1.2.2.2 接收站工程组成

本项目接收站工程由工艺部分、公用工程部分及辅助部分组成，具体组成详见下表。

表 1-2 接收站工程组成表

1.2.2.3 验收范围

本次安全评价的对象为安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程及码头上部设施进行验收，具体范围见下表。

本项目接收站工艺及公用工程系统组成，具体见下表。

表 1-3 本次验收内容统计表

1.3 安全评价工作经过和程序

1.3.1 评价工作经过

评价小组依据建设单位提供的本项目安全设施设计专篇等安全设施竣工验收评价所需资料，以及国家相关的法律法规、标准、规章、规范等，对照要求进行现场检查，采用安全评价方法对项目的安全条件进行详细的分析和评价。

在分析本项目主要危险和有害因素的前提下，确定评价范围、划分评价单元、选用恰当的评价方法，对建设项目的安全设施、固有危险和有害因素以及安全管理状况进行定性、定量的分析与评价。

同时，与建设单位交换意见，提出合理可行的安全对策措施和整改建议，通过复查，得出本项目安全设施竣工验收评价结论。

整个评价工作过程严格执行本评价机构的过程控制与质量控制标准，参照《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（原安监总危化〔2007〕255 号）等要求，编制完成本项目安全设施竣工验收评价报告。

1.3.2 评价工作程序

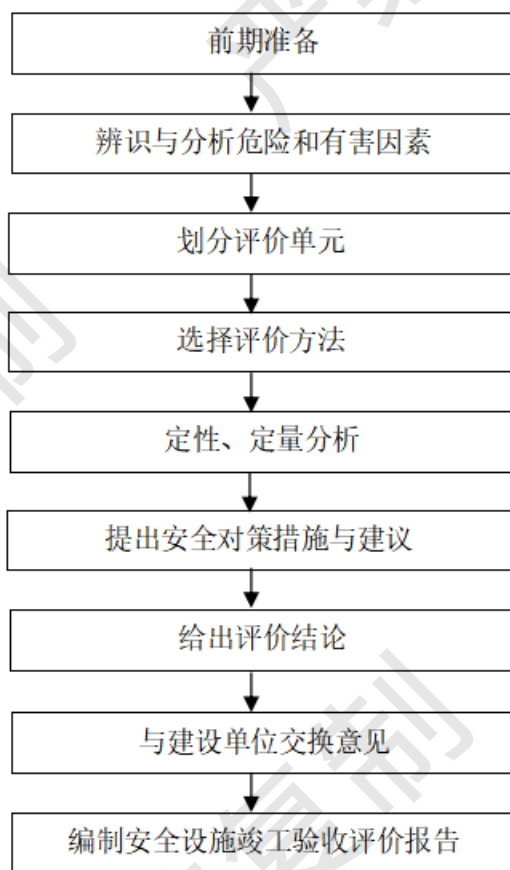


图 1-1 安全设施竣工验收评价程序图

2 建设项目概况

2.1 建设单位基本情况

淮南煤矿 1897 年建矿，已有 128 年开采历史，解放后曾是全国五大煤矿之一。集团前身为成立于 1949 年的淮南矿务局，1998 年改制为淮南矿业集团，2018 年成立淮河能源控股集团，作为淮南矿业控股股东。

淮南矿业集团清洁能源有限责任公司隶属于淮河能源控股集团（以下简称淮河能源），负责芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站投资建设，2016 年 8 月经安徽省国资委批准，更名为淮河能源燃气集团有限责任公司，代表安徽省引进新气源，代表淮河能源开展天然气基础设施投资、建设、运营和管理等工作。

安徽长江液化天然气有限责任公司隶属于淮河能源燃气集团有限责任公司，于 2020 年 01 月 19 日成立，负责芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站投资建设。

芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站作为集团天然气产业转型发展的重要支撑，建设内容包括 LNG 接收站、码头，LNG 船舶加注站，LNG 罐式集装箱调峰储备，配套输气管线等项目。作为国内首个内河 LNG 接收转运站项目，被列入《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》。项目设计 LNG 接卸规模 150 万吨/年，码头建设 3 座 0.6 万-4 万立方米 LNG 接卸泊位，具备 200 万吨/年 LNG 接卸能力，1 座 10000 吨级集装箱泊位，1 座 5000 吨级内河液化天然气加注泊位。后方陆域建设 2 座 10 万立方米 LNG 储罐及配套设施，预留 40 万立方米 LNG 储罐区，项目使用岸线 935 米，陆地占地约 600 亩。同步构建以芜湖 LNG 内河接收（转运）站项目为中心的项目群，包括 LNG 接收储备、LNG 水上船舶加注站、天然气发电、LNG 罐箱、配套输气管道，总投资约 58 亿元。

未来公司将依托芜湖 LNG 接收站，搭建 LNG 产、供、运、储、配（销）体系，开展贸易、运输、代储、车船加注、冷能利用、LNG 动力改造、LNG 特种设备培训取证等一系列产业培育，通过项目运营，把芜湖 LNG 接收站打造成为长三角天然气重要的资源供应点和“气化长江”的 LNG 加注母站，成为 LNG 区域加注中心、流转中心、结算中心和航运中心。

安徽长江液化天然气有限责任公司基本情况见下表。

表 2-1 公司基本情况表

2.2 建设项目概况

2.2.1 建设项目基本情况

（1）基本情况

建设项目基本情况见下表：

表 2-2 建设项目基本情况表

（2）项目审批和批复

2019 年 1 月 30 日，取得了安徽省发展和改革委员会出具的《安徽省发展改革委关于芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目核准的批复》（皖发改能源函〔2019〕49 号）。

2020 年 3 月 16 日，取得了芜湖市应急管理局出具的《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（芜安审〔2020〕001 号），同意本项目通过安全条件审查。

2020 年 5 月 18 日，取得了安徽省发展和改革委员会出具的《安徽省发展改革委关于同意芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目核准事项变更的批复》（皖发改能源函〔2020〕214 号）。

2021 年 3 月 11 日，取得了芜湖市应急管理局出具的《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（芜安审〔2021〕008 号），同意本项目安全设施设计专篇。

2024 年 10 月 31 日，本项目进行了试生产方案专家论证，2024 年 12 月开始进行试生产。

（3）本项目相关（码头工程）情况

芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目设计 LNG 接卸规模 150 万吨/年，码头建设 3 座 0.6-4 万立方米 LNG 接卸泊位；1 座 10000 吨级集装箱泊位，设计年通过能力 13.64 万吨；1 座 5000 吨级内河液化天然气加注泊位，设计年通过能力 3 万吨。后方陆域建设 2 座 10 万立方米 LNG 储罐及配套设

施，预留 42 万立方米 LNG 储罐区。芜湖 LNG 接收站项目总投资约 29.2 亿元。其中，LNG 加注泊位 2021 年 12 月投产，LNG 集装箱泊位、LNG 罐箱堆场 2024 年 4 月投入使用，LNG 接卸码头工程（1 泊位）于 2024 年 11 月安全专项通过安全验收。

表 2-3 本项目相关（码头工程）情况表

本项目评价范围内的中码头上部设施为 1#泊位的上部设施，1#泊位（码头工程）部分已完成安全验收。

（4）本项目各专项评价情况

表 2-4 本项目各专项评价情况见下表

本项目安全设施竣工验收评价时，各专项内容已完成验收或备案。

2.2.2 采用的主要工艺技术及与国内或国外同类项目技术对比情况

2.2.2.1 本项目采用的主要技术、工艺与国内外水平对比情况

本项目 LNG 接收站技术已相当成熟，LNG 接收站设计充分考虑工艺技术的先进性和可靠性，确保长期稳定、安全可靠向下游供气。

接收站的主要功能是接收、储存和再气化 LNG，并通过管道向燃气用户供气。接收站的生产过程为全物理过程，无化学反应及化学变化。经过几十年的发展，LNG 接收站的工艺技术成熟可靠。

本项目接收站工程充分考虑工艺技术的先进性和可靠性，采取的主要工艺技术路线如下：

2.2.2.2 产业政策的符合性

依据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发改委令第 7 号）进行辨识，本项目属于“第一类鼓励类，七、石油、天然气，2、油气管网建设：原油、天然气、液化天然气、成品油的储存和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设、技术装备开发与应用”，本项目属于鼓励类产业项目。

2.2.2.3 重点监管化工工艺辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（原安监总管三〔2009〕116 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（原安监总管三〔2013〕3 号），本项目不涉及重点监管的化工工艺。

2.2.2.4 重点监管危险化学品辨识

依据《首批重点监管的危险化学品目录》（原安监总管三〔2011〕95 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2013〕12 号）进行辨识，本项目涉及的甲烷、氢、天然气、乙烯等 4 种化学品属于重点监管的危险化学品。

2.2.3 地理位置、用地面积、生产或储存规模

2.2.3.1 建设项目所在的地理位置及周边情况

（1）地理位置

本项目位于芜湖市芜湖港三山港区。芜湖市位于安徽省东南部，地处长江下游，中心地理坐标为东经 118 度 21 分、北纬 31 度 20 分，南倚皖南山系，北望江淮平原。北与合肥市、马鞍山市毗邻，南与宣城市、池州市接壤，

东与马鞍山市、宣城市相连，西与铜陵市交界。芜湖港是我国内河主枢纽港之一和国家一类口岸，以及安徽省重要的水陆交通枢纽，沿长江向下距南京港 96km，距马鞍山港 48km。

其后方为芜湖长江大桥综合经济开发区、芜湖三山经济开发区、三山区临港物流园，依托 G50（沪渝高速）、S321 和 S216 省道以及巢黄高速作为集疏运通道。

本项目建于白茆水道右岸，黑沙洲北水道与南水道大交汇处下游约 3 公里，海螺水泥码头上游，长江下游里程约 475 公里。总占地面积 34.22 公顷。

（2）周边情况

本项目位于芜湖市芜湖港三山港区，项目站址东侧为中石化芜湖油库、北侧为长江码头区、西侧与南侧为空地。



图 2-1 项目周边图

2.2.3.2 用地面积

本项目接收站区占地约 25.02ha（不含罐箱堆场）。

2.2.3.3 生产、储存规模

本项目现阶段规模为 100 万吨/年，具体产品方案详见下表。

接收站工程的产品方案主要包括气态外输（管道外输）和液态外输（槽车运输、小船转输等）两种方案。

表 2-5 产品方案一览表

2.2.3.4 项目涉及的主要物料名称及最大储量

本项目原料为液化天然气，通过 LNG 运输船运到接收站码头，卸入 LNG 储罐。

本项目辅料包括柴油、氢氧化钠、液氮及高倍数泡沫等。柴油为柴油消防水泵和事故柴油发电机提供燃料；氢氧化钠用于 SCV 气化器调节 PH 值用，氮气主要用于设备和工艺管道的吹扫、置换；氦气主要作为天然气分析化验用的载气等。

本项目 LNG 组成见下表。

表 2-6 LNG 组成一览表

主要原辅材料情况见下表。

表 2-7 主要原辅材料一览表。

2.2.4 工艺流程、主要装置（设备）和设施的布局及其与上下游生产装置的关系

本项目的主要功能是接收、储存和再气化 LNG，并通过管道向燃气用户供气。接收站的生产过程为全物理过程，无化学反应及化学变化。经过几十年的发展，LNG 接收站的工艺技术成熟可靠。

本项目采取的主要工艺技术路线如下：

2.2.4.1 LNG 卸料/装船系统

2.2.4.2 存储系统

2.2.4.3 BOG 处理系统

2.2.4.4 槽车装车系统

2.2.4.5 气化外输系统

2.2.4.6 火炬系统

2.2.4.7 主要装置（设备）和设施的布局及其与上下游生产装置的关系

(1) 主要装置（设备）和设施的布局：

(2) 主要装置（设备）、设施的上下游关系

图 2-2 本项目主要装置上、下游关系简图

2.2.5 配套和辅助工程名称、能力（或者负荷）、介质（或者物料）来源

2.2.5.1 供配电

(1) 供电电源

本项目外部双回 110kV 电源线路分别从 220kV 喻村变和 220kV 黄堍变引入两回独立 110kV 电源至接收站内 110kV 变电站。110kV 变电站内 110kV 系统采用单母线分段的方式向用电负荷供电。各电源线路均能满足接收站供电，两者互为备用。

(2) 用电负荷

本项目两路外部电源按照远期设计，接收站为远期工程预留设备安装空间。因此负荷按考虑到远期计算。

本项目的安装容量共计 39405kW，其中高压用电设备为 25250kW，低压用电设备为 9229kW。

单台设备最大容量：6kV 电动机为 1800kW，低压 400V 为空气压缩机 132kW。

全厂总计算负荷为 18865kW。

（3）用电负荷等级

本工程工艺装置生产过程连续性强，自动化水平较高，且液化天然气为易燃易爆物质。突然中断供电可能造成重大或较大经济损失，工艺生产装置用电设备大部分为二级用电负荷，部分为一级用电负荷。

一级用电负荷中有部分为特别重要负荷，主要包括应急照明、关键仪表负荷、开关柜的控制电源及部分重要的工艺负荷。该部分负荷的总安装容量约为 2994kW，计算容量为 1374kW。

根据上述负荷的特征、等级和对供电电源的可靠性要求，接收站 110kV 变电站将由当地供电部门提供两路 110kV 供电电源。另在界区内设置一台 1600kW 应急柴油发电机组，以保证本工程特别重要负荷的供电。正常情况下，外部电源及内部电源能够保证本项目安全生产及消防用电的需要。

（4）供配电方案

接收站界区内建设 110kV 变电站一座、6kV 工艺变电所一座、1#综合用房 6/0.4kV 变配电室一座、2#综合用房 6/0.4kV 变配电室一座和厂前区 6/0.4kV 箱变 2 台、堆场箱变 1 台。

110kV 变电站独立设置，110kV 配电装置采用户内 GIS 配电装置。

工艺变电所独立设置，设 2 台 110kV/6.3kV20MVA 主变压器。主变压器附设于工艺变电所，6kV 配电装置为户内真空断路器成套开关柜。2 台主变压器采用三相铜线双绕组油浸风冷有载调压电力变压器。

根据负荷计算，为了满足供电需要，本期工程 6kV 侧采用两组单母线分段接线，每台主变压器均能独自承担区域内全部一、二级用电负荷（包括启动、再启动）的要求。

（5）事故应急电源

本工程将配备一台出口电压为 6kV，容量为 1600kW 的应急柴油发电机组作为应急电源，在外部电源发生故障时为接收站提供应急电源，可以满足本工程一级负荷中特别重要负荷的供电。

正常电源故障时，应急段母线进线开关断开后，应急柴油发电机组自动启动，闭合柴油发电机进线开关，为应急段负荷提供电源。在正常电源恢复后，不允许合入应急段母线进线开关，采用快速切换装置将应急电源切换到正常电源供电。

本工程应急照明（EPS 供电）、关键仪表及连锁（UPS 供电）、开关柜的控制电源（直流系统供电）、罐内低压泵、空气压缩机组、空气干燥机等用电负荷属于一级负荷中特别重要负荷，由应急柴油发电机组供电。

电源故障后，应急照明切换至 EPS 蓄电池供电，切换时间小于 0.25s；关键仪表及连锁切换至 UPS 蓄电池供电，切换时间为 0s；开关柜的控制电源切换在直流系统蓄电池供电，切换时间为 0s。应急柴油发电机启动时间不超过 15s，启动完成后，为应急照明、关键仪表及连锁、开关柜的控制电源、罐内低压泵、空气压缩机组、空气干燥机等用电负荷供电。应急电源切换时间均满足设备中断供电允许时间。

2.2.5.2 给排水

（1）生活给水系统

自 DN200 主管道接 DN200 的支管将市政水供到生活水罐，后经消防及生产、生活给水站内的生活水泵提升后输送至各建筑物的生活用水处。

生活给水系统独立设置 1 个生活水罐。生活水罐（为钢结构，有效容积为 200m³。生活水罐设在生产及消防水罐南侧，室外布置。主要构筑物 and 装置由生活水罐、生活给水泵组成。

（2）生产给水系统

本系统主要向生产装置、辅助生产装置提供水源，生产用水和消防用水共用 2 个生产及消防水罐。主要构筑物和装置由生产及消防水罐、生产给水泵组成。设计流量：最大 50m³/h，水压：0.5MPa。GLNG 接收站的用水从市政管网主管接一根 DN200 管道引入生产及消防水罐，经消防及生产、生活

给电站内的生产水泵提升后作为各生产装置辅助设施生产用水。生产给水系统和消防系统共用 2 个生产及消防水罐。

生产及消防水罐为钢结构，尺寸（ $\Phi \times H$ ）为 25（m） $\times$ 13（m），单个有效容积均为 6000m³，其中消防水总有效容积为 12000m³，正常运行生产用水量 400m³。

（3）生活污水系统

本系统主要用于收集各装置区建筑物内卫生间、厕所、浴室等设施的生活污水。各建筑物排放的生活污水经化粪池预处理后，经生活污水管重力流至最终排入污水管网。

（4）生产污水系统

生产污水系统由生产污水管道及其附属设施（检查井，水封井）组成，装置区排出的生产污水经生产污水管网重力排入污水总管，排至生产污水处理装置进行处理；生产污水经处理达标后排入市政污水管网。

（5）洁净雨水系统

洁净雨水通过站内收集后排入雨水管网。

2.2.5.3 消防

（1）消防水量

本工程最大设计消防水量为 2000m³/h，火灾延续时间按 6h，共需消防水量 12000m³。

（2）消防设备

本项目设置独立的稳高压消防给水系统，消防水储存于 2 个 6000m³生产消防共用水罐中，消防水总存储量不小于 12000m³，水罐补水为厂区东侧市政自来水管，每池设 1 根 DN200 补水管，根据液位自动补水。全厂设一套完整消防供水管网，环状敷设，管网主干管管径为 DN500，根据总图布置设置室外消火栓和消防炮等。

本项目设置 4 台消防泵，2 开 2 备。其中 2 台电动泵，2 台柴油泵。每台泵的流量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，工作压力为 1.4MPa 。

本项目消防系统设置 2 台稳压泵，1 开 1 备，电动驱动。每台泵的流量为 $54\text{m}^3/\text{h}$ ，工作压力为 1.0MPa 。

本项目接收站罐区、工艺区及码头区消防给水系统为稳高压制，平时稳压泵运行使管网的压力稳压为 $0.95\sim 1.05\text{MPa}$ ；火灾时消防泵启动，消防水管网压力为 1.4MPa ，消防泵出口设置泄压持压阀，设定压力为 1.7MPa ，确保消防设备不超压。消防给水管网的设计流量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 。

2.2.5.4 供气

本项目建设 1 座空压制氮站，为接收站提供工厂空气、仪表空气及氮气。本期建设 3 台排气能力为 $1164\text{Nm}^3/\text{h}$ 的空气压缩机，2 开 1 备运行。

本期建设 1 台最大制氮能力为 $300\text{Nm}^3/\text{h}$ 的 PSA 制氮装置，气源采用仪表空气。本期建设 1 套液氮气化装置，其中包含 2 台 50m^3 液氮储罐，2 台空温式液氮气化器及 2 台氮气加热器。空温式液氮气化器最大气化能力为 $2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，正常工况下 1 台运行 1 台除霜。PSA 制氮装置产出的氮气与液氮气化装置产出的氮气合并后接入氮气储罐，罐顶设有切换系列安全阀。氮气储罐出口管线接入氮气管网。

2.2.5.5 事故水池和生产污水池

(1) 事故水池

本项目建有事故水池，有效容积为 720m^3 。

(2) 生产污水池

本项目配套建设一座生产污水池，主要用于收集维修车间、BOG 压缩机房、空压制氮厂房等区域地面冲洗水，油污水最大产生量为 $10\text{m}^3/\text{d}$ ，间歇产生，石油类浓度 $50\sim 200\text{mg/l}$ 。生产污水通过泵提升送至西地块油污水处理系统进行净化处理。

生产污水池外形尺寸为 $9 \times 5 \times 4.5\text{m}$ ，有效容积约为 60m^3 。生产污水池顶部设盖板，池底坡向集水坑，配套两台生产污水提升泵 P41401AB，一开一备；生产污水池内设置液位监控系统，并与泵连锁，低液位时连锁停泵，高液位时连锁开泵，高高液位报警连锁开两台；生产污水提升泵可现场开停、DCS 开停、DCS 显示运行状态、故障报警。

2.2.5.6 控制系统

根据芜湖 LNG 项目接收站工程的规模、特点、生产控制要求，设置一个由集散型过程控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）、可燃有毒气体检测系统（GDS）、火灾监控系统（FDS）以及第三方控制系统共同构成的综合控制系统 ICS（IntegratedControlSystem），即过程控制层。

综合控制系统 ICS 包括四个独立的子部分：

集散过程控制系统（DCS）：整个接收站控制和监测系统。

气体监控系统（GDS）：排水沟 LNG 泄漏（低温液体）、有毒和可燃气体泄漏监测系统。

火焰监控系统（FDS）：接收站内探测火灾、集液池 LNG 泄漏（低温液体）、自动或手动控制消防系统。

安全仪表系统（SIS）：整个接收站及工艺单元或设备紧急停车的连锁系统。

ICS 控制系统具备以下基本功能：

- 生产工艺实时控制，如压力、流量、液位和温度控制等。

- 动态显示生产流程、主要工艺参数及设备运行状态，对异常工况进行声光报警并打印记录备案、存贮有关的重要参数。

- 在线设定、修改控制参数。

- 显示 LNG 泄漏、可燃气体及火灾探测状态，以声光形式对探测到的异常状态报警。根据火灾和泄漏情况，启动相应消防设施。

- 接收站与码头控制系统的数据通信。

-执行紧急切断逻辑，显示紧急切断报警信号。

DCS 与 SIS、GDS、FDS 系统之间的通讯是通过 IEEE8802-3 网络\具有 TCP/IP 协议的以太网，以及使用 OLE 技术进行数据交换（如果上面所述方式不能进行通讯，则可以采用“MODBUS RTU”）。SIS、GDS、FDS 作为一个节点在系统中出现。DCS 将通过冗余接口接到主要的成套包系统，或者通过非冗余接口到其它系统。本项目一般采用标准的串行接口（RS232C、RS485 等）。上述控制系统包括但不限于压缩机监控系统、罐表系统 TGS、泊船监控系统 BMS 等。

2.2.6 主要装置（设备）和设施名称、型号（或者规格）、材质、数量

表 2-8 主要设备一览表

2.2.7 主要特种设备

表 2-9 特种设备一览表

2.2.8 主要建、构筑物名称、结构形式、火险类别、耐火等级、占地面积、建筑面积、层数

表 2-10 主要建、构筑物一览表

2.2.9 建设项目所在地的自然条件

2.2.9.1 气象条件

芜湖市地处温带，属亚热带季风气候。四季分明，雨量充沛，光照充足，温暖湿润，气象条件优越。根据业主提供的资料，站场主要气象特征如下：

(1) 气温

年平均气温：16.4℃

年平均最高气温：17.7℃

年平均最低气温：16.6℃

极端最高气温：41.0℃

极端最低气温：-13.1℃

夏季空调室外计算干球温度：27.9℃

≥35℃年平均出现天数 24 天（根据日最高气温计算）

(2) 降水

年平均降水量：1250.1mm

年最大降水量：1984.2mm（2016 年）

年最小降水量：883.5mm（2013 年）

①历年各月降雨日数分配

历年平均降雨日数：124.5 天

最大年降雨日数：168 天

最小年降雨日数：103 天

②历年最大降水量

一日最大降雨量：204.1mm（日降水量数据）

一小时最大降雨量：59mm

十分钟最大降雨量：27.2mm

一次连续最大降水量：178.9mm

一次连续最长降水历时：36h

③暴雨日数（24 小时累计降雨超过 50mm）（日降水量数据）

历年平均暴雨日数：3.85 天

最多年暴雨日数：11 天（2015 年）

最少年暴雨日数：1 天（2001 年）

（3）雾及日照

年日照时数：1793 小时

芜湖站多年平均雾日：12 天

年最多雾日：27 天（2015 年）

年最少雾日：4 天（2011 年）

日照百分率（40%），冬季日照百分率（36.1%）。

初霜平均日期为 11 月 25 日，终霜平均日期为次年 3 月 8 日。

能见度小于 1km 的年最大日数：49 天

能见度小于 1km 的年最小日数：3 天

能见度小于 1km 的年平均雾日数：10 天

能见度小于 500m 的年最大日数：11 天

能见度小于 500m 的年最小日数：1 天

能见度小于 500m 的年平均雾日数：6 天

（4）雷暴

全年平均雷电日数：17.9 天

（5）风

①风向频率

冬季出现最多风向为东风，频率为 15.3%

夏季出现最多风向为东风，频率为 15.6%。

全年主导风向为东风，出现频率为 17%。

表 2-11 芜湖站多年风向平均频率表

项目	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1月	6	6	9	15	16	7	3	2	1	1	2	5	7	5	6	7	4
2月	5	5	7	17	19	9	3	2	1	1	2	4	5	4	5	5	4
3月	3	4	7	13	16	11	6	3	2	2	3	7	7	5	5	5	3
4月	4	3	5	9	17	11	7	4	3	2	4	7	8	5	5	4	3
5月	3	3	4	9	18	13	8	3	2	2	5	8	6	4	4	5	3
6月	2	2	4	12	18	15	8	5	4	3	5	6	6	3	2	3	2
7月	2	2	4	9	13	10	9	7	6	5	8	9	6	3	3	2	3
8月	5	5	9	13	16	9	6	3	2	2	4	5	5	4	5	4	2
9月	8	8	11	17	20	8	4	1	1	1	2	2	3	3	4	6	2
10月	6	6	9	15	22	9	4	1	1	1	1	2	5	3	4	5	4
11月	5	6	8	12	16	8	4	3	2	1	3	4	6	5	6	7	5
12月	6	6	7	11	14	7	4	2	2	1	3	5	9	6	6	7	4
全年	5	5	7	13	17	10	5	3	2	2	3	5	6	4	5	5	3

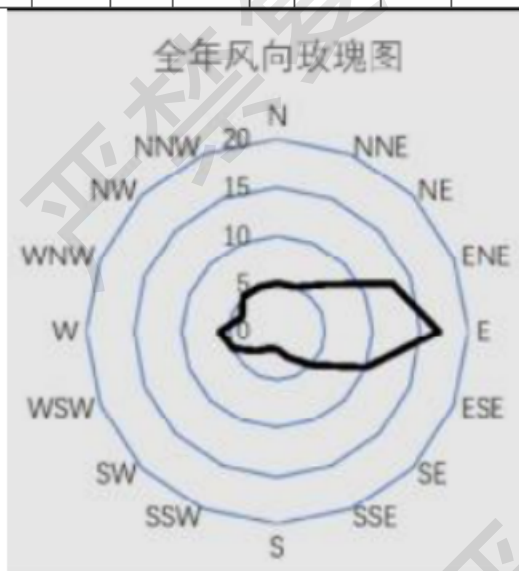


图 2-3 全年风向玫瑰图

②平均风速

年平均风速：2.4m/s。

夏季最大平均风速为 3.66m/s，最小平均风速为 1.86m/s。

冬季最大平均风速为 3.77m/s，最小平均风速为 1.75m/s。

③最大风速

10 分钟最大风速为 12.3m/s。

④空气湿度

多年平均相对湿度：75%

年平均最大相对湿度：80%

年平均最小相对湿度：70%

多年最小相对湿度：12%

最热月平均相对湿度：80%（7 月）

2.2.9.2 水文

（1）水位

设计高水位：12.04m（重现期 50 年的年极值高水位）

设计低水位：0.93m（当地航行基面）

防洪水位：12.87m（重现期 100 年的年极值高水位）

（2）径流

长江下游控制水文站大通水文站位于拟建码头上游约 80km 处。大通水文站与拟建码头之间无大的分汇流口门，故大通站的实测水沙特征可代表拟建码头所处水道来水来沙特性。

（3）流速

根据不同流量下实测流速（洪水期 2013 年 8 月 35840m³/s，枯水期 2014 年 2 月 11200m³/s）资料，在黑沙洲水道进口板子矶处，主流居中略微偏右，枯水期进口流速约 0.6m/s，洪水期进口流速约 1.3m/s~2.21m/s。受板子矶对河道水流挑流作用，右侧流速较左侧略大。叶帽山附近水流分为两股，分别进入南水道和北水道。洪水期南水道主流由河心向天然洲右缘偏移，在天然洲头#3 潜坝处达到最大，最大流速为 1.68m/s，然后在新港镇附近转向右岸。

洪水期北水道水流平顺，主流最大流速为 1.42m/s。

2.2.9.3 地质

（1）工程场地地址

本项目位于芜湖市境内，长江下游白茆水道进口段的右岸，下距芜湖长江公路二桥约 3.0km，即长江下游航道里程约 475km 处，位于长江南岸，为河漫滩地貌单元。工程南岸为繁昌大堤，堤顶标高约 15m，堤顶宽度约 10m，外坡为 1:2.5~1:4，堤段内坡设有顶宽 3m~5m 的压浸台，平台以上堤坡为 1:2.5~1:3，平台以下为 1:3~1:5。堤内地势微向长江倾斜，地面标高 6.60~7.60m，高差约为 1m。堤外为长江漫滩，滩地宽约 20m。

（2）地质构造

芜湖地区以长江为界，西北部为冲积平原，东南部为低山丘陵。长江沿岸Ⅰ、Ⅱ级河流阶地以堆积阶地为主，局部见有侵蚀阶地。新生代以来构造运动以升降差异活动为主，断裂活动和褶皱作用不明显。新构造运动的基本特点是继承性、差异性和间歇性。早期活动以继承性为主，晚期活动差异性表现比较突出；而间歇性运动基本上贯穿整个新构造时期。根据地质地貌、断裂活动和测年数据，该区新构造运动的起始时代在上新世末期至第四纪初期。

场地地层

根据本工程《地质勘察岩土工程勘察报告》（初步阶段）揭示，在钻探所达深度范围内，场地地层属第四纪河流冲、洪积产物，地层主要可分为 9 层。现由上而下分述如下：

第①层：杂填土（Q4ml），杂色，松散，湿，主要成分为粉质粘土夹有大量碎石块和砖块，局部夹有灰黑色淤泥，高压缩性。该层场地内陆域有分布，层顶标高在 6.60m~8.60m，层厚 0.80m~3.40m。

第①-2 层：冲填土（Q4ml），杂色，松散，饱和，系人工堆填。主要成分为粉砂夹有大量块石，即为人工抛江石。只分布于长江河床表层，层顶标高在-25.00m~2.50m，层厚 1.20m~3.10m。

第②层：粉质粘土（Q4al），灰、灰黄色，湿，软～可塑状，含云母和有机质，夹有粉土，切面稍光，韧性中等，干强度中等。厚度 1.30-2.10m，该层场地内陆域有分布，层顶标高 5.37～6.65m。

第③层：淤泥质粉质粘土（Q4al），灰～灰褐色，饱和，软～流塑状，含云母和有机质，切面稍光滑，韧性低，干强度低，含少量腐殖物，夹有粉土和薄层粉砂，该层场地内陆域和滩涂区域有分布，层顶面有一定起伏，层顶标高在-16.07m～4.53m，层厚 8.50m～11.10m。

第④层：粉细砂（Q4al），灰色～青灰色，中密状态，局部密实，饱和，含云母碎片、层状粉土和少量粉质粘土，干强度一般，韧性低，摇振反应迅速。该层场地内均有分布，层顶面有一定起伏，层顶标高在-21.10m～-0.60m，层厚 1.40m～19.10m。

第⑤层：细砂（Q4al），青灰～灰褐色，中密状态，局部密实，饱和，含少量粉土、云母和贝壳碎片，级配较差，摇振反应迅速，干强度中等，底部夹有少量小砾石。该层场地内均有分布，层顶标高在-26.30m～-17.55m，层厚 15.60m～22.90m。

第⑥层：砾石（Q4al），杂色，中密～密实，饱和，砾石矿物成份主要为长石、石英，约占 10-40%，其粒径一般在 0.2-6cm 左右，大小不等，磨圆度较差，其间主要由细砂填充。该层场地内均有分布，层顶标高在-42.70m～-39.25m，层厚 0.60m～2.40m。

第⑦层：强风化泥质砂岩（J）：棕红色、灰色，组织结构已大部分破坏，矿物成分有显著变化，节理裂隙很发育，干钻不易钻进，局部夹有中风化硬夹层，岩体破碎，岩芯多呈碎块状和泥质砂土状。该层场地内均有分布，层顶面有一定起伏，层顶标高在-44.20m～-39.90m，层厚 0.80m～3.30m。

第⑧层：中风化泥质砂岩（J）：棕红色、灰色，岩芯呈短柱状，局部呈碎块状，岩石裂隙较发育，为软岩，岩体完整程度为较破碎，岩体基本质

量等级为V级。该层场地内均有分布，层顶面有一定起伏，层顶标高在-47.00m~-41.07m，揭露层厚 4.60m~20.60m。本次勘察未揭穿。

2.2.9.4 地震

根据《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010）附录 A：我国主要城镇抗震设防烈度、基本设计地震加速度和设计地震分组。三山区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。

3 危险和有害因素的辨别结果及依据说明

3.1 原料、中间产品、最终产品或者储存的危险化学品理化性能指标、危险性和危险类别及数据来源

依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整），本项目涉及的危险化学品有：氮、甲烷、六氟化硫、氢、氢氧化钠、柴油、天然气、乙烯、异丁烷。

依据《首批重点监管的危险化学品目录》（原安监总管三〔2011〕95 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2013〕12 号）进行辨识，本项目涉及的甲烷、氢、天然气、乙烯属于重点监管危险化学品。

依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整）辨识，本项目不涉及剧毒化学品。

依据《易制毒化学品管理条例》辨识，本项目不涉及易制毒化学品。

依据《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）辨识，本项目不涉及易制爆危险化学品。

依据《各类监控化学品名录》，本项目不涉及监控化学品。

依据《特别管控危险化学品目录（第一版）》，本项目涉及的天然气属于特别管控危险化学品。

危险化学品基本情况见下表。

表 3-1 原料、产品中列入《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整）的危险化学品基本情况表

序号	化学品名称	危化品序号	化学品理化性能和毒性指标							火灾危险性	名录	危险性类别
			状态	溶点℃	沸点℃	闪点℃	爆炸极限% (V)	毒性				
								LD50 (mg/kg)	LC50 (mg/m³)			
1	氮	172	气	-209.8	-196	无意义	无意义	无资料	无资料	戊	否	加压气体
2	氦	929	气	-272.1	-268.9	无意义	无意义	无资料	无资料	戊	否	加压气体
3	甲烷	1188	气	-182.5	-161.5	-188	5.3~15	无资料	无资料	甲	重点监管	易燃气体,类别1 加压气体
4	六氟化硫	1341	气	-51	无资料	无意义	无意义	无资料	无资料	戊	否	加压气体特异性靶器官毒性-一次接触,类别3 (麻醉效应)
5	氢	1648	气	-259.2	-252.8	无意义	4.1~75	无资料	无资料	甲	重点监管	易燃气体,类别1 加压气体
6	氢氧化钠	1669	固	318.4	无资料	无资料	无资料	40 (小鼠腹腔)	180ppm (24h) (鲤鱼)	戊	否	皮肤腐蚀/刺激,类别1A 严重眼损伤/眼刺激,类别1
7	柴油	1674	液	-18	282-338	60~65	无资料	无资料	无资料	丙	否	易燃液体,类别3
8	天然气	2123	气/液	-182.5	-161.5	-188	5~15	无资料	50% (小鼠吸入, 2h)	甲	重点监管、特别管控	易燃气体,类别1 加压气体
9	乙烯	2662	气	-169.4	-104	-135	2.7~36.0	无资料	95ppm (小鼠吸入, 2h)	甲	重点监管	易燃气体,类别1 加压气体特异性靶器官毒性-一次接触,类别3 (麻醉效应)
10	异丁烷	2707	气	-159.6	-11.8	-82.8	1.8~8.5	无资料	无资料	甲	否	易燃气体,类别1 加压气体

3.2 建设项目可能造成爆炸、火灾、中毒、灼烫事故等危险和有害因素及其分布

3.2.1 泄漏 危险性

（1）液化天然气可能出现泄漏的情况

液化天然气在储存、气化及输送过程中存在的主要泄漏事故包括：

- ①LNG 卸船过程中卸船臂、卸船管线发生的泄漏；
- ②LNG 装船过程中卸料臂、装船管线发生泄漏；
- ③LNG 储罐罐顶管道及阀门发生的泄漏；
- ④LNG 高压泵、BOG 压缩机、再冷凝器、气化器和高压外输设备发生的泄漏；
- ⑤取样、化验等辅助作业中发生的泄漏；
- ⑥LNG 装车过程中发生的泄漏；
- ⑦接收站设备设施检修工程中发生泄漏。

（2）出现 LNG 泄漏的主要原因

①设备设施的质量缺陷或故障

设备设施的质量缺陷可能产生于设备设施的运行维护等各个阶段。对 LNG 储运设备来讲，较为严重的、典型的质量缺陷或故障主要有：

A：卸料臂、储罐、压缩机或管道等设备选材不当，承受温度、压力变化的能力较差；焊接质量差，有气孔或未焊透，导致设备破裂；

B：部分关键设备和附件的性能不符合生产要求，如阀门内漏，法兰缝密封不良等；或者是运行一段时间之后，出现损坏、失效等情况，如仪表误动作，安全监测及保护装置失灵等；

C：由于设计上的失误，一些和设备配套的、必要的安全技术措施，如保冷、泄压等措施，没有被采用或失去作用等；

D：磨损、疲劳等原因，造成储罐、管道、泵及阀门等设备设施受损。

（2）其它外部因素的不利影响

①LNG 储罐地基处理不好，可能出现不均匀下沉，危及储罐及其他工艺设备的安全；

②雷击、台风、暴潮、地震等自然灾害，也可能引起泄漏、爆炸等事故，虽然可能性很小，但事故一旦发生，后果往往相当严重。

（3）不同作业泄漏致因分析

①LNG 卸料作业

A：装卸臂、输送管道、阀门等设备选型不当、材质低劣或产品质量不符合设计要求；

B：装卸臂、输送管道焊接质量差，施工过程中因存在气孔或未焊透等焊接缺陷导致泄漏；

C：装卸臂旋转部位、接卸管道等的阀门、法兰和接头密封不良导致 LNG 泄漏；

D：输送管道系统因腐蚀、磨损而造成管壁减薄穿孔、管道因疲劳而导致裂缝增长；

E：码头装卸工艺控制系统发生故障，导致误动作或控制失灵。

②LNG 存储作业

A：LNG 储罐的各种进出口管道材质，在应力腐蚀下出现泄漏或管道施工过程中存在焊接缺陷导致泄漏；

B：LNG 储罐上的各种阀门、法兰、仪表接头众多，若密封不良可导致 LNG 泄漏；

C：储罐施工期留下先天缺陷（如焊接质量差、材质有问题），致使运营过程中内罐泄漏，LNG 与地基直接接触，地基受到损坏，造成储罐损坏泄漏；

D：LNG 储罐的液位、高位报警检测装置的失效可能导致溢流的发生；

E: LNG 储罐内的蒸气压力超过储罐正常工作压力, 导致紧急放空系统释放天然气的事故;

F: LNG 储罐的翻滚现象;

G: 外部爆炸冲击波的冲击或爆炸飞行物的撞击, 破坏罐体造成泄漏;

H: 地基不均匀下沉将引起储罐倾斜, 进而引起罐体损坏、开裂或与之相连的管道断裂, 导致泄漏。

③LNG 工艺单元

A: 整个工艺系统设置了多个阀门、法兰和接头, 由于长时间的磨损、疲劳易出现阀门、法兰

泄漏现象; 管道运行维护不及时也可能导致泄漏;

B: 设备选型运行维护不及时, 会导致脆裂泄漏事故;

C: 设备精度不高, 泵和电机不同轴、设备不平衡、管道接头连接不严、法兰密封不良等, 可能导致泄漏;

D: 泵和压缩机等运转设备, 因振动使管件接头松动, 发生泄漏;

E: 泵和压缩机在运行过程中, 由于长时间的磨损、疲劳容易产生故障。泵在运转过程中常见的故障为: 电量减小、压头降低、原动机过热、轴承发热、气蚀、喘振和水击现象等, 不仅易造成泄漏事故, 还可损坏泵本身。压缩机不正常时, 可能造成压缩机下游管道的天然气压力过高, 导致管道泄漏;

F: 气化器出现故障, 控制系统又未能发挥作用, 冷气体和液体流入普通温度下运行的管路, 导致管道脆裂, 引起天然气/液化天然气泄漏;

G: 管路和冷凝器等设备保温材料的损坏或失效, 可能导致系统压力的升高, 产生泄漏;

H: 地基沉降、地震、外部撞击、人为破坏等可能导致天然气泄漏。

④LNG 槽车装车作业

A: 操作工麻痹大意, 操作失误导致 LNG 超装溢出;

B:槽车与装车鹤管尚未脱开，此时启动车辆，拉断管道造成 LNG 严重泄漏；

C:槽车司机驾车不慎，撞坏管线或装车设施，造成泄漏；

D:操作工违反规程，未将槽车有效接地，静电放电，引发火花，造成火灾事故；

E:槽车进站时，未作有效检查，车辆未带防火帽，导致事故发生；

F:槽车本身有缺陷，如罐体锈蚀严重、安全装置失灵等；装车设施上的阀门、管件有缺陷等；或者本身设计、制造存在缺陷，都可能导致 LNG 的大量泄漏。输送泵、阀门、流量计、管道等设备被腐蚀穿孔或意外断裂，造成 LNG 外漏；

G:槽车装车区发生的交通事故，机动车辆相撞或撞击储运设备设施等，易导致大规模泄漏事故甚至火灾爆炸事故；

H:地基沉降、地震、外部撞击、人为破坏等可能导致天然气泄漏。

(4) 混合制冷剂的泄漏危险性

BOG 再液化装置含有混合制冷剂，由于混合制冷剂含有甲烷、乙烯和异丁烷组分，具有易燃易爆性，首次填充、补充制冷剂及正常运营时可能会发生泄漏。

3.2.2 火灾、爆炸

3.2.2.1 泄漏导致的火灾爆炸

(1) 泄漏导致的火灾爆炸事故类型

液化天然气泄漏后，由于泄漏方式、泄漏量、点火时间等的不同，遇点火源会形成池火、闪火、喷射火等不同类型的火灾爆炸事故。常见的事故类型如下：

①大量 LNG 泄漏到地面、桥面或水面上形成液池后，被点燃产生池火；

②LNG/NG 管道、码头装卸设备和压缩、计量及外输工艺设备等因介质泄漏被点燃而产生的喷射火；

③LNG 泄漏后经蒸发、扩散，在开阔地带形成可燃蒸气云，遇到点火源产生的闪火；

④密闭空间内（如 BOG 压缩机厂房、槽车装车区等）LNG 蒸气云被点燃产生的蒸气云爆炸；

⑤LNG 容器由于外部火灾烘烤或因其他原因而破裂引发爆炸事故；

⑥LNG 储罐内压力过高，安全阀起跳，大量天然气放空，遇点火源发生火灾、爆炸事故。

⑦BOG 再液化装置的混合制冷剂一旦发生泄漏，由于首次混合制冷剂含有甲烷、乙烯和异丁烷组分，具有易燃易爆性，遇点火源发生火灾、爆炸事故。

（2）空气进入系统造成的火灾爆炸

LNG 储罐破真空阀、安全阀动作后不回位，吸入大量空气，可能引发火灾、爆炸。

LNG 储罐首次进料前未置换彻底，进料过快，产生蒸发气，局部形成爆炸性混合物，若静电接地失效致静电积聚、释放，可能引发火灾爆炸。

火炬系统的氮气保护失效，空气通过火炬筒进入系统，与 NG 形成爆炸性混合气体。

（3）本项目主要点火源

点火源的存在是扩散的可燃气云产生点火并引发火灾、爆炸事故的根源。引发火灾爆炸事故的点火源主要有：

①焊接、切割作业动火

②作业现场吸烟

③机动车辆排烟喷火

④电火花和电弧

⑤雷击及杂散电流

⑥机械摩擦和撞击火花

⑦静电火花

⑧其他点火源（应急发电机、高温热表面（如气化器部件、火炬头等）。

3.2.2.2 物理爆炸

接收站存在的物理爆炸形式包括压力容器爆炸、压力管道爆炸及 LNG 储罐翻滚带来的爆炸。

（1）容器爆炸

空温式气化器、空温式复温器、管壳式复热器、SCV、LNG 高压泵、火炬分液罐、再冷凝器、低压排液罐、BOG 低压压缩机入口缓冲罐、BOG 缓冲罐、制冷剂缓冲罐、冷剂排气分离罐、制冷剂干燥器、空气缓冲罐、仪表空气储罐、液氮储罐、氮气缓冲罐、氦气瓶等属压力容器，如果压力容器或加压设备存在缺陷，就有可能发生容器爆炸，进而引发火灾事故。

BOG 压缩机排液不干净而启动压缩机，或压缩机运行时带液，会造成压缩机损坏或爆炸。

AVV 或 SCV 紧急停车时，其出入口阀门将关闭，封闭在此系统内的物料将因温度升高，产生高压，对设备及管线造成破坏，有可能引起容器爆炸。

火炬分液罐布置于坑池内（所处位置低），若池中雨水未及时排出，触及火炬分液罐底部时或电加热器误开启情况下，手动出口阀门误关闭情况下且安全阀失效时可能会导致火炬分液罐内部的 LNG 大量气化而造成超压。

压力容器爆炸的主要原因包括：压力容器设计结构不合理；制造材质不符合要求；焊接质量差；检修质量差；设备超压运行，致使设备承受能力下降；安全装置和安全附件不全、不灵敏或失效；当设备超压时又不能自动泄压；设备超期运行，带病运行；设备管理不善，设备失修等。

（2）压力管道爆炸

压力管道爆炸的主要原因有：

LNG/NG 压力管道安全泄放口设计不合理，导致管道内压力急剧增加，或管道材质不符合要求，会发生压力管道爆炸。

因工艺操作的需要，或者因排放的缘故，在两道关闭的阀门之间的管线上封存物料，造成管线憋压，在温度上升时，引起压涨，有可能引起容器爆炸。

高低压系统的串联部位易发生操作失误，高压气体窜入低压系统，引起管道爆炸。

管道焊接质量差，焊缝未焊透或严重错边；焊接后未采取检验/检测或未检测出焊接缺陷。

首次预冷时，预冷速度过快、冷热应力过大导致管道变形或破裂，导致 LNG 泄漏。

大尺寸阀门突然关闭或突然打开时，对管道的水击严重，造成管道破裂。

压力管道日常管理不完善，管道失修、压力管道超期服役、管道腐蚀严重、未进行在用检验评定安全状况等。

（3）LNG 储罐内物料翻滚

LNG 储罐内的 LNG 长期静止将形成两个稳定的液相层，下层密度大于上层密度。当在 LNG 储罐中新注入与罐中 LNG 密度不同的 LNG 时，由于热量输入到储罐中而产生上下层间的传热、传质及液体表面的蒸发，两个液相层产生传质和传热并相互混合，液层表面也开始蒸发，下层由于吸收了上层的热量，而处于“过热”状态，随后上下层之间的密度将达到均衡并且最终混为一体，这种自发的混合即为翻滚。当二液相层密度接近时，可在短时间内产生大量气体，使罐内压力急剧上升，导致设备超压，以及罐体受到损害等。如果底部 LNG 的温度过高，翻滚将伴随着蒸气逸出增加，有时这种增加速度快且量大。在有些情况下，储罐内部的压力增加到一定程度将引起泄压阀的开启。

3.2.2.3 自控仪表

现场检测仪表、工艺联锁装置、工艺控制系统失灵或没有设置，可能导致各设备的液位、温度、压力指示调节系统失控或有误，从而导致容器因超温、超压而发生爆炸。

集控中心的操作台、控制柜、配电箱存在大量的仪器、仪表，安装、管理不善可能发生火灾。

本项目工艺装置内存在大量的易燃易爆介质，如果现场电气、仪表防爆等级选择不合理甚至未采用防爆型，现场接线箱、挠性连接管、电缆等安装材料及附件的选择、安装不符合要求，隔爆型仪表与其关联设备不匹配，防爆区域内设置的分析器室未采取相应的防爆措施，均可能导致电气火花的产生，遇到泄漏的易燃易爆介质可能引起火灾爆炸事故。

测量管路连接用阀门、法兰等密封不严，测量管线因选材不当、机械损伤或长期使用产生孔洞或裂缝，仪表本体因压力等级不满足要求或材质问题产生泄漏，易燃易爆介质就有可能由泄漏点漏出而导致火灾爆炸事故的发生。

3.2.2.4 电气火灾、爆炸

（1）供配电系统

短路、电弧和火花短路的主要原因是载流部分绝缘破坏，如：绝缘老化，耐压与机械强度下降，过电压使绝缘击穿，错误操作或将电源投向故障线路，恶劣天气，如大风暴雨造成线路金属连接。短路点与导线连接松动的电气接头处会产生电弧或火花，将造成设备损坏，并引发火灾。

电缆火灾的事故原因归结为存在火源、电缆阻燃失效和电缆敷设存在缺陷。电缆阻燃失效和电缆敷设存在缺陷都将导致在遇到火源时不能有效阻止电缆起火和因电缆起火使火灾蔓延。引起电缆火灾的火源可分为电缆自身起火和其他外来火源。电缆自身起火的原因可归结为电缆短路、负荷过大和绝缘击穿等电缆的非正常工作状态。

由于电气设备在爆炸危险环境使用，如在使用中产生火花、电弧或高温就将成为引爆源。主要电气设备由于雷击、操作过电压等因素使正常运行条件遭到破坏，发热量增加，温度升高，在一定条件下也可能引起火灾爆炸事故。

3.2.3 中毒、窒息

(1) 天然气

天然气为烃类混合物，其主要成分为甲烷。泄漏的液化天然气很快气化，会造成局部区域的天然气浓度过高、空气中氧含量不足，若靠近此区域又无防护，人可因缺氧而头疼、呼吸困难，甚至昏迷、窒息而死。

因此，当发生泄漏事故，出现高浓度天然气环境时，应穿戴好必要的防护用品方可进入，以防发生不测。

(2) 氮气

氮气为无色、无味、无毒，有很强窒息性，若氮气/液氮设备发生泄漏、或进行氮气置换排放时，在氮气浓度过高的环境下（导致作业场所空气中氧含量低于 19.5%时），易发生作业人员窒息伤亡的事故。

(3) 氦气

氦气高浓度时可使氧分压降低而有窒息危险。当空气中氦浓度增高时，患者先出现呼吸加快、注意力不集中、共济失调；继之出现疲倦无力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐，以致死亡。

(4) 六氟化硫

本项目 110kV 开关站存在六氟化硫，六氟化硫新品基本无毒。但产品中如果混杂低氟化硫、氟化氢，特别是十氟化硫时，则毒性增强。

3.2.4 灼伤

化学灼伤：本项目 SCV 气化器需要添加氢氧化钠进行调节水质 PH 值，氢氧化钠具有腐蚀性，且加料过程中存在手动加料作业，操作人员潜在化学灼伤的危险。

高温灼伤：SCV 气化器喷嘴燃烧部分高温，若保温破损可能导致局部高温作业岗位。

表 3-2 爆炸、火灾、中毒事故危险和有害因素分布表

序号	危险和有害因素	危险有害物质	存在的部位
1	火灾、爆炸	天然气、甲烷等易燃气体，压力容器和管道等	BOG 高压压缩、BOG 低压压缩、槽车装车棚、空压制氮站、工艺变电所、综合仓库、维修车间、集控中心、远程机柜间、化学品库房、危废暂存间、分析化验室、柴油发电机房、1#2#储罐配套设施、110KV 开关站及电气装置区和管线区域等
2	中毒与窒息	天然气、氮、氩、六氟化硫等气体以及液氮储罐区域；压力容器、管道区域；受限空间等	BOG 高压压缩、BOG 低压压缩、槽车装车棚、空压制氮站、工艺变电所、综合仓库、维修车间、集控中心、远程机柜间、化学品库房、危废暂存间、分析化验室、柴油发电机房、1#2#储罐配套设施、110KV 开关站及电气装置区和管线区域等和受限空间等
3	灼烫	氢氧化钠及高温作业岗位等	化学品库房、SCV 气化器区域等

3.2.5 其他危险和有害因素

3.2.5.1 低温

本项目液化天然气是以-161℃的低温储存，人体接触低温流体会引起低温灼伤，如果低温流体侵入人员服装、手套及鞋袜，皮肤组织和织物会粘连在一起，使冻伤加剧。泄漏的低温液化天然气可造成设备或建筑物材料损坏而导致次生灾害。

在某些不正常情况或事故时，一些常温管道或阀门或者其他一些常温设备设施，意外接触低温 LNG 可能会出现脆裂现象。因此，作业人员除了可能与低温物质接触造成伤害外，还可能会遇到由于低温脆裂而造成的意外伤害。

此外，本项目空压制氮系统含有液氮物料，液氮为低温液化气体，当与人体皮肤、眼睛接触会引起冻伤。

3.2.5.2 高处坠落

本项目在 LNG 储罐顶部，以及再冷凝器、气化器、装车撬等的操作平台、杆、塔、LNG 集液池、以及临时搭建的脚手架附近进行巡回检查及检修过程中，若由于防护设施、个人防护等原因，易造成操作人员高空坠落危险。

3.2.5.3 物体打击

在生产及检修过程中，在上下交叉作业时，上部作业工序工具或物料从高处坠落，有对下部作业人员造成高空落物打击，造成物体打击事故。

3.2.5.4 机械伤害

本项目 BOG 低压压缩机、BOG 高压压缩机、柴油发电机、高压外输泵、水泵等机械设备存在有转动部件，运动部件运转较快，若防护措施不到位，或防护存在缺陷，或在事故及检修等特殊情况下，存在机械伤害的可能。

3.2.5.5 触电

本项目接收站内设有 110kV 开关站、工艺变电所、柴油发电机房以及很多用电设备、配电线路。在检修作业过程中，如未能对高压电缆进行放电或者验电，就贸然进行检修作业，就有可能被电击的危险；再比如在对电气设备或线路的检修作业过程中没有对正在检修的电气设备或线路挂临时接地线，可能会因突然送电而造成正在检修的作业人员发生电击事故。设备检修时使用的配电箱及移动式电气设备或手持式电动工具等存在电伤、直接接触电击及间接接触电击的可能。

电气设备、电线电缆，如果绝缘层损坏、老化，违章用电，没有接地或接地不良，遇电气设备漏电都可能发生触电事故。

3.2.5.6 车辆伤害

厂区人员或物品车辆进出，空压制氮站会有液氮槽车出入，本项目生产装置在日常运行、检修等工作中需要运用的各种车辆，若因车辆出入管理不善、驾驶人违章驾驶等原因，会对作业人员造成车辆伤害，亦会对生产装置造成一定的损坏，进而引发二次事故。

3.2.5.7 淹溺

生产污水池等水池周围若没有设置防护栏杆或防护栏杆不符合规范（高度不够、格栅间距过大等）或破损，人员在这些水池附近经过或进行有关作业时，不慎跌入水池，可导致淹溺事故。

3.2.5.8 起重伤害

起重伤害主要发生在 LNG 罐顶、BOG 压缩厂房以及空压制氮站。起重机和天车在运行过程中，基础不稳固被拉翻，或因拉绳或跑绳突然断裂，可能对周围正在作业的人员造成严重的伤害。同时，起重机械在检查、检修作业过程中，还存在着触电、高处坠落、机械伤害等危险性。

3.2.5.9 噪声与振动

本项目运行期间的噪声源主要包括：BOG 低压压缩机、BOG 高压压缩机、柴油发电机、空压机等在运行过程中发出的不同强度的空气动力噪声、机械噪声等，以及试车放空、正常开停车放空、正常生产放空、事故放空等气体排放所产生的噪声。

变压器等高压变配电装置产生的电磁性噪声对人员的危害。

长期接触噪声，会使人产生头痛、头晕、耳鸣、心悸及睡眠障碍等神经衰弱综合症状，造成人体植物神经中枢调解功能减弱等健康问题。

3.2.5.10 其他伤害

企业职工伤亡事故分类标准中的其他伤害。在本工程项目中，可能存在腐蚀危害、电磁危害等。

110kV 开关站高压电气装置电磁辐射波对人体可能产生巨大危害。主要表现为五类：对心血管系统的危害、对神经系统的危害、对视觉系统的危害、对生殖系统的危害、降低人体免疫力，长期处于此种生活环境中，将会对人体造成不可逆的伤害。

表 3-3 其他危险和有害因素分布表

序号	危险和有害因素	存在的主要部位
1	低温	1#2#储罐配套设施、空压制氮站、槽车装车棚等以及低温管道区域
2	高处坠落	LNG 储罐顶部，以及再冷凝器、气化器、装车撬等的操作平台、杆、塔、LNG 集液池、以及临时搭建的脚手架等基准面 2m 以上作业处等
3	物体打击	泵等转动设备区域以及上下作业区域
4	机械伤害	泵等转动设备区域
5	触电	涉及电气设备区域
6	车辆伤害	厂内道路及使用车辆的作业场所
7	淹溺	生产污水池等水池
8	起重伤害	起重设备作业区域

序号	危险和有害因素	存在的主要部位
9	噪声与振动	BOG 低压压缩机、BOG 高压压缩机、柴油发电机、空压机等设备区域， 变压器等高压变配电装置区域
10	其他伤害	110kV 开关站等

3.3 危险化工工艺的辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（原安监总管三〔2009〕116号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（原安监总管三〔2013〕3号），本项目不涉及重点监管的化工工艺。

3.4 重大危险源辨识

3.4.1 危险化学品重大危险源辨识

（1）辨识依据

《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）：危险化学品重大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用或经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

（2）单元划分

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。

生产单元是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。

储存单元是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。

本项目生产、使用和储存的危险化学品中列入《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的是天然气。

本项目 LNG 罐区作为独立单元进行重大危险源辨识。同时每个储罐单元内的在线量考虑栈桥区、低压外输管线去槽车装车区的 LNG 存量。

工艺区（BOG 压缩机、再冷凝器、高压泵、SCV、LNG/NG 管道等）作为一个独立单元进行重大危险源辨识。

危险化学品重大危险源单元划分见下表：

表 3-4 危险化学品重大危险源单元划分表

序号	类型	单元名称
1	储存单元	TS-TK-10201LNG 储罐
2	储存单元	TS-TK-10202LNG 储罐
3	生产单元	工艺单元

（1）储罐单元

每座 LNG 储罐最大储存量=罐容积×LNG 密度（按富气考虑），即为：
 $110541.7\text{m}^3 \times 0.4744\text{t/m}^3 = 52441\text{t}$ ；

码头及栈桥区 LNG 总管尺寸为 24”，长度约 1200m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）。

LNG 总存量约： $3.14 \times [(610-6.35 \times) / 2000]^2 \times 1200\text{m}^3 \times 0.4744\text{t/m}^3 = 160.4\text{t}$ ；

LNG 储罐至装车区管道内（一直满管）的 LNG 最大存储量 $q_4 = 140\text{m}^3 \times 0.4744\text{t/m}^3 = 67.3\text{t}$ 。

因此，每个 LNG 储罐的最大在线量为：

$$q_1 = 52441\text{t} + 160.4\text{t} \div 2 + 67.3\text{t} \div 2 = 52554.85\text{t}。$$

（2）工艺单元

分别包括工艺区（BOG 压缩机、再冷凝器、高压泵、SCV、AVV、LNG/NG 管道等）的 LNG、NG 存量，同时考虑工艺区 BOG 再液化装置的混合制冷剂（甲烷、乙烯、异丁烷）存量。

根据安全设施设计专篇表 3.1-2 “危险化学品数量、含量、状态和所在的作业场所一览表”，设备按照最大有效容积考虑，设备内 LNG 总容积约 245.9m^3 ，NG 总容积约 169.1m^3 ，设备内 LNG、NG 最大可能存量约 125t。管道内 LNG、NG 存储量计算过程如下：

再冷凝器至高压泵总管尺寸为 16”，长度约 70m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）约 3.5t；

高压泵进口支管尺寸为 8”，总长度约 60m，约 0.9t；高压泵进口支管尺寸为 6”，总长度约 70m，约 0.6t；高压泵至气化器总管为 12”，长度约 220m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）约 7.5t；

气化器总管至气化器支管长度 6”，长度 240m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）约 2.1t；

低压排净管线总管尺寸为 8”，长度约 590m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）约 8.4t；高压排净总管为 10”，长度约 370m（密度按 0.4744t/m^3 考虑）约 8.8t；

气化器出口至外输总管尺为 24”，长度为 280m（密度按 0.072t/m^3 考虑）约 5.7t；各气化器出口至外输总管尺为 8”，长度为 320m（密度按 0.072t/m^3 考虑）约 0.8t；AAV 气化器间管道尺为 8”，长度为 200m（密度按 0.3t/m^3 考虑）约 2t。

综上，管道内总计为 39.4t。

$$q_2 = 125\text{t} + 39.4\text{t} = 164.4\text{t}。$$

（3）危险化学品重大危险源辨识

判定单元是否构成危险化学品重大危险源，依据的标准是《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）。

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）辨识

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，即被定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种，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，则定为重大危险源。

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：

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

其中：q：每种危险化学品实际储量；Q：与各危险化学品对应的临界量。

对照《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的规定，该企业危险化学品重大危险源辨识见下表。

表 3-5 储存单元危险化学品重大危险源辨识计算表

3.4.2 危险化学品重大危险源的分级

（一）危险化学品重大危险源分级依据

（1）分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在量与其相对应的临界量比值，经校正系统校正后的比值之和 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：

R—重大危险源分级指标；

α —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

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

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

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

（3）校正系数 β 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 β 值，见下表。

表 3-6 毒性气体校正系数 β 取值表

序号	名称	校正系数 β	序号	名称	校正系数 β
1	一氧化碳	2	8	硫化氢	5
2	二氧化硫	2	9	氟化氢	5
3	氨	2	10	二氧化氮	10

序号	名称	校正系数 β	序号	名称	校正系数 β
4	异丁烯	2	11	氰化氢	10
5	氯化氢	3	12	碳酰氯	20
6	溴甲烷	3	13	磷化氢	20
7	氯	4	14	异氰酸甲酯	20

 表 3-7 未在上表中列举的危险化学品校正系数 β 取值表

类别	符号	β 校正系数	类别	符号	β 校正系数
急性毒性	J1	4	自反应物质和混合物	W6.1	1.5
	J2	1		W6.2	1
	J3	2	有机过氧化物	W7.1	1.5
	J4	2		W7.2	1
	J5	1	自燃液体和自燃固体	W8	1
爆炸物	W1.1	2			
	W1.2	2			
	W1.3	2	氧化性固体和液体	W9.1	1
易燃气体	W2	1.5			
气溶胶	W3	1		W9.2	1
氧化性气体	W4	1	易燃固体	W10	1
易燃液体	W5.1	1.5	遇水放出易燃气体的物质和混合物	W11	1
	W5.2	1			
	W5.3	1			
	W5.4	1			

(4) 校正系数 α 的取值

根据危险化学品重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，按照下表设定暴露人员校正系数 α 值。

 表 3-8 暴露人员校正系数 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，按下表确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3-9 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系表

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	$R < 10$

(二) 危险化学品重大危险源分级结果

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

式中：

R—重大危险源分级指标；

α —该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数。

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

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

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

厂外暴露人员校正系数 α 值取 2.0。

表 3-10 危险化学品重大危险源分级结果一览表

3.4.3 辨识结果

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的要求，进行危险化学品重大危险源进行判定，TS-TK-10201LNG 储罐和 TS-TK-10202LNG 储罐均构成一级危险化学品重大危险源，工艺单元构成三级危险化学品重大危险源。

表 3-11 危险化学品重大危险源统计表

序号	类型	单元名称	重大危险源级别
1	储存单元	TS-TK-10201LNG 储罐	一
2		TS-TK-10202LNG 储罐	一
3	生产单元	工艺单元	三

4 安全评价单元划分结果及理由说明

评价小组在对项目存在的危险和有害因素全面分析的基础上，按布置的相对独立性，综合考虑项目工艺流程和总平面布局等方面因素，将整个系统划分为几个既相互独立，又相互联系的系统，即评价单元。划分评价单元后，再逐一进行研究，得出相应的评价结果，最后对整个系统作出综合性评价。评价单元的划分结果及理由说明见下表。

表 4-1 评价单元的划分结果及理由说明表

序号	评价单元	子单元	单元内容	理由说明
1	外部安全条件	前置条件	项目的来源	外部安全条件单元的划分主要对本项目涉及危险化学品生产、储存的条件是否满足国家法律法规及相关标准的要求进行验收。评价项目的厂址选择、周围企事业单位、厂矿、学校、居民区等的安全距离及相互影响
		外部安全防护距离	依据规范要求进行检查	
		周边防火间距	场址的自然条件、周围企事业单位、厂矿、学校等的安全距离，外部的防火间距	
2	总平面布置	总体布局	功能分区、建构筑物 and 主要装置设施布置、厂区道路等	检查对建构筑物、装置设施、厂区道路等规范符合性及安全距离
		内部防火间距	符合性及安全距离	
3	主要装置（设施）	/	主要装置（设施）、储存场所	检查生产、储存装置、设施的法律、标准规范安全符合性
4	公用工程及辅助设施	/	供水、供电、污水处理	检查对水、电、热、消防、气系统等公用工程能否满足项目的需要
5	安全管理	/	安全管理相关要求	按照相关法律法规、标准规范，对企业的管理制度、责任制、项目的操作规程、事故应急预案等的针对性和制定、执行情况进行检查

5 采用的安全评价方法及理由说明

依据《风险管理 风险评估技术》（GB/T 27921-2011）中的风险评估技术与适用性，结合相关的文件与本项目原辅材料、产品性质；工艺流程；总平面布置；装置特点和划分的评价单元等因素，选用了“安全检查表法”“作业条件危险性分析法”“事故后果模拟”进行定性、定量分析评价，计算出危险程度。评价方法的确定详见下表。

表 5-1 安全评价方法一览表

序号	评价单元	子单元	评价方法	理由说明
1	外部安全条件	前置条件	安全检查表法	国内外通用的安全评价方法，运用安全检查表法评价项目的总平面布置及内外部安全条件是否满足国家相关法律法规和标准、规范的要求
		外部安全防护距离		
		周边防火间距		
2	总平面布置	总体布局	安全检查表法	
		内部防火间距		
3	主要装置（设施）	主要装置（设施）	安全检查表法、作业条件危险性分析法、事故后果模拟法(FN 曲线)	运用安全检查表法评价储存装置（设施）是否满足法律法规、标准规范的要求。根据各环节特点进行作业条件危险性分析、评价，得出原因及后果，提供对策措施。对建设项目可能出现的火灾、爆炸事故、中毒事故采用相应的事故后果模型进行定量分析
		储存场所		
4	公用工程及辅助设施	/	安全检查表法、作业条件危险性分析法	运用安全检查表法评价公用工程及辅助设施是否满足法律法规、标准规范的要求。根据各环节特点进行作业条件危险性分析、评价，得出原因及后果，提供对策措施
5	安全管理	/	安全检查表法	运用安全检查表法评价安全管理是否满足法律法规、标准规范的要求。

6 定性、定量分析危险、有害程度的结果

6.1 固有危险程度分析

6.1.1 定量分析建设项目中具有爆炸性，可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况（温度、压力）

表 6-1 化学品危险特性、数量、浓度、状态及分布

6.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

主要设施作业条件危险性评价计算汇总见下表。

表 6-2 作业条件危险性评价结果

本项目各作业场所的作业危险等级为比较危险，需要注意，应按要求配备安全措施和防护设施后，风险可以接受。

6.1.3 定量分析建设项目安全评价范围内和各个评价单元的固有危险程度

6.1.3.1 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的当量

本项目涉及的危险化学品可与空气形成爆炸性混合物质，其质量及相当于梯恩梯（TNT）的当量见下表。

表 6-3 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的当量一览表

注：①爆炸性化学品相当于 TNT 当量是假设各单元发生危险物质的蒸汽云爆炸时的能量。

TNT 当量计算公式如下： $WTNT = \alpha \times Wf \times Qf / QTNT$

式中： α ——蒸气云当量系数；取 $\alpha = 0.04$ ；

$WTNT$ ——蒸汽云的 TNT 当量，kg；

Wf ——蒸汽云中燃料的总质量，kg；

Qf ——蒸汽的燃料热，J/kg；

$QTNT$ ——TNT 的爆炸热，一般取 $4.5 \times 10^6 \text{J/kg}$

②表中爆炸性化学品是指项目涉及可燃、易燃液体可能发生蒸气云爆炸时的能量。

6.1.3.2 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

本项目涉及的具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量见下表。

表 6-4 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量一览表

6.1.3.3 具有毒性的化学品的浓度及质量

本项目危险化学品具有一定的毒性，根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019），其接触限值详见下表。

表 6-5 具有毒性化学品的浓度及质量一览表

6.1.3.4 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

本项目危险化学品中涉及腐蚀性化学品，其浓度及质量见下表。

表 6-6 具有腐蚀性化学品的浓度及质量一览表

6.2 风险程度的分析

采用危险度评价法对各装置区的危险程度进行分析，选取危险程度较高的单元进行分析，再对各设施泄漏的可能性进行统计，再对可能性较高的事故情景进行事故后果模拟。

6.2.1 危险度评价

本项目的主要装置为 LNG 储罐区、球罐区以及各个工艺装置区，对其进行作业条件危险性分析，分析情况见下表。

表 6-7 危险度评价表

由表可知，BOG 高压压缩、BOG 低压压缩和 1#2#储罐配套设施属于高度危险，其他单元为中、低度危险。

6.2.2 故障概率

本项目的设备设施中，储罐、管道、泵体、阀门等具有泄漏的可能性，依据中国安全生产科学研究院编制的重大危险源区域定量风险评价软件 V2.1 中各事故情景的泄漏概率进行统计，具体见下表。

表 6-8 各事故情景的泄漏概率统计表

序号	事故情景名称	泄漏概率
1	容器中孔泄漏	0.0002
2	容器大孔泄漏	0.00002
3	容器整体破裂	0.000004
4	容器物理爆炸	0.000004

由表可知，容器中孔泄漏概率比其他事故情景的泄漏概率高 10 倍以上。

6.2.3 事故发生的严重程度

由前节可知，BOG 高压压缩、BOG 低压压缩和 1#2#储罐配套设施属于高度危险。容器中孔泄漏的概率高，因此对 BOG 高压压缩、BOG 低压压缩和 1#2#储罐配套设施中孔泄漏的事故情景进行模拟。

事故后果模拟情景 1：对危险性高的 LNG 储罐进行事故后果模拟。

LNG 储罐中孔泄漏（池火）事故后果模拟见下图。

图 6-1 LNG 储罐中孔泄漏（池火）事故后果模拟图

事故后果模拟情景 2：BOG 高压压缩装置中危险性较高的 BOG 高压压缩机进行事故后果模拟。

BOG 高压压缩机中孔泄漏（云爆）事故后果模拟见下图。

图 6-2 BOG 高压压缩机中孔泄漏（云爆）事故后果模拟图

事故后果模拟情景 3：BOG 低压压缩装置中危险性较高的 BOG 低压压缩机进行事故后果模拟。

BOG 低压压缩机中孔泄漏（云爆）事故后果模拟见下图。

图 6-3 BOG 低压压缩机中孔泄漏（云爆）事故后果模拟图

经事故后果模拟可知，高度危险中的 BOG 高压压缩、BOG 低压压缩和 1#2#储罐配套设施若发生概率较高的中孔泄漏，发生的事故影响范围均在企业厂区范围内，未对周边其他建构筑物产生影响。

6.2.4 可信事故后果模拟

(1) 事故后果模拟

事故后果计算采用中国安全生产科学研究院编制的重大危险源区域定量风险评价软件 V2.1 进行。

（2）可信事故场景

依据《石油化工过程风险定量分析标准》（SH/T 3226-2024），对于各类爆炸冲击波影响，可采用可信事故方法评估多米诺影响。标准中可信事故场景名词解释指通过风险识别，识别出所有真实的且概率（通常事故后果发生频率不低于 1×10^{-5} ）可信的事故场景。

对应企业事故后果模拟表情况见下表。

表 6-9 事故后果模拟可信度表

依据可信度，对事故后果模拟表进行筛选，可信的事故后果汇总表。

表 6-10 可信事故后果模拟表

6.3 多米诺效应分析

传统的事故后果分析主要关注对于人员造成危害，而在多米诺效应研究中主要关注的是在初始事故的各种场景下，有些目标设备会受到影响。目标设备破坏后产生的事故后果影响范围则可采用传统的后果分析方法。

根据相关研究资料和以往工业事故案例表明，危险源的多米诺效应主要是由于火灾、爆炸冲击波以及爆炸产生碎片撞击三种方式引发的。另外应注意的是对于一个初级事故可能同时产生爆炸冲击波、热辐射及碎片而引发多米诺事故，如 BLEVE 事故。

（1）火灾引发的多米诺事故

火灾是化工厂中常见的事故。它是可燃物质在空气中剧烈氧化产生大量热的现象。火灾引发多米诺事故主要通过两种方式，一种是火焰直接包围或接触目标设备而引发事故，另一种是火灾的热辐射造成目标设备失效而引发多米诺事故。池火灾是易燃液体形成液池后遇到火源而被点燃的火灾。根据有关文献的统计池火灾引发的多米诺事故次数仅次于爆炸事故，占到 44%。根据相关研究，当被目标设备与火焰直接接触的情况，则大都会引发多米诺事故。热辐射造成设备破坏则需要一定辐射强度和时间。包含易燃气体或闪

蒸液体的压力容器或管道发生泄漏后，点燃后可能导致喷射火。喷射火是湍流火，由于很高的喷射动能，在泄漏方向上会产生很长距离。由于事故发生频率较高和较大的危害半径，因此喷射火也很容易导致多米诺事故。火球一般是易燃液化气体瞬时泄漏后，立即点燃的结果。火球的特征为几乎为球状的燃料气，蒸气浓度在火球内部要高于可燃极限上限，基本上是湍流式从外向内燃烧。蒸气的燃烧导致球体浮动上升，火球的体积在逐渐增大。易燃液体压力容器发生沸腾液体扩展蒸气爆炸（BLEVE）后往往会产生火球。火球燃烧过程不会产生冲击波，但是燃烧过程中高强度的热辐射带来极大的危险。但火灾事故的持续时间一般不长。压力容器即使在被火球包围情况下其失效时间也远大于火球持续时间，因此一般不认为会引发多米诺事故。火球包围下常压容器的失效时间一般也大于火球持续时间，但属于一个数量级，出于保守考虑，如果常压容器位于火球半径范围内，则认为可能引发多米诺事故。闪火一般表现为低速燃烧，其持续时间一般从几微秒到几秒，比目标设备受热辐射失效时间可以低几个数量级。因此闪火一般不会引起多米诺事故。

（2）爆炸冲击波引发的多米诺事故

在化工厂中爆炸比其他事故更容易引发多米诺效应。有学者统计 100 起多米诺事故中与爆炸相关的数量最多，占到 47%。爆炸是能量剧烈快速释放的过程，同时伴随着由近及远传播的冲击波。在绝大多数爆炸事故中这种在空气中传播的强冲击波是造成附近建筑物、设备等破坏以及人员伤亡的重要原因。因此一旦发生爆炸事故，可能由于其产生的冲击波对附近的危险源造成破坏从而引发多米诺事故发生。爆炸冲击波事故引发多米诺效应比较复杂，不仅与爆炸事故产生的超压大小有关，而且受冲击波反射、阻力效应、与目标设备的相对位置以及目标设备的机械特性等因素所影响。对于冲击波引发多米诺效应在工业中最常见的初级事故场景包括凝聚相爆炸、蒸气云爆炸、物理爆炸、沸腾液体扩散蒸汽爆炸等。

（3）碎片引发的多米诺事故

当设备发生物理爆炸或 BLEVE 时，除了产生冲击波外，设备会破裂，产生碎片飞出。这种碎片的飞行速度、飞行距离以及穿透能力非常大，可能会造成较远距离的建筑物、设备等破坏，从而导致多米诺事故的发生。碎片数目、形状和重量主要与设备的特性相关，抛射距离主要与初始碎片速度、最初抛射方向、角度以及碎片的阻力系数相关。最初抛射速度主要由碎片质量和爆炸能量转化为动量的比例决定，阻力系数与碎片几何以及质量相关。由于碎片引发多米诺效应与火灾和爆炸冲击波相比相对较少，而且碎片抛射距离可达数百米以上，因此在工厂选址、布置很难考虑对碎片引发的多米诺效应的预防。因此本报告中对化工集中区的多米诺效应分析也不考虑碎片引发的多米诺效应。

根据前面分析可将各种初级事故引发多米诺效应的破坏方式及预期二级事故的场景列表见下表。

表 6-11 各种初级场景的“破坏方式”和预期二级场景

初级事故场景	破坏方式	预期二级事故场景 1
池火灾	热辐射、火焰接触	喷射火、池火灾、BLEVE、毒物泄漏
喷射火	热辐射、火焰接触	喷射火、池火灾、BLEVE、毒物泄漏
火球	火焰接触	储罐火灾
物理爆炸 2	碎片、超压	全部 3
局限空间爆炸 2	超压	全部 3
沸腾液体扩展蒸气爆炸 2	碎片、超压	全部 3
蒸气云爆炸	超压、火焰接触	全部 3
毒物泄漏	—	—

注：1. 预期场景也与目标容器内危险物质性质有关。

2. “2”该场景发生后，可能会发生后续场景（如池火灾、火球和毒物泄漏）。

3. “全部”表示表中第一栏列出的所有场景都可能被破坏方式引发。

（4）多米诺效应的破坏阈值

进行多米诺效应后果评价首先要确定在什么情况下目标设备会破坏。为简化分析，一般取表征破坏效应的相关物理参数的阈值作为是否会引发多米诺事故的判定准则。确定多米诺效应的破坏阈值，一般也与目标设备的性质

相关，不同类型的设备，破坏阈值也不相同。另外考虑到目标设备的所存危险物质的性质，

下表给出火灾、爆炸冲击波引发多米诺效应的破坏阈值。

表 6-12 各类初级事故场景下的多米诺效应阈值

事故场景	破坏方式	设备类型	阈值
火球	火焰接触	常压容器	火球半径
喷射火 池火灾	火焰接触	所有设备	必定发生
	热辐射	常压容器	$I > 15 \text{ kW/m}^2$ 10 分钟以上
		压力容器	$I > 40 \text{ kW/m}^2$ 10 分钟以上
爆炸	冲击波超压	常压容器	$P > 22 \text{ kPa}$
		压力容器	$P > 16 \text{ kPa}$
		长型设备	易燃 $P > 31 \text{ kPa}$
			有毒 $P > 16 \text{ kPa}$
		小型设备	易燃 不会发生
			有毒 $P > 37 \text{ kPa}$

本项目多米诺影响区事故后果模拟见下图。

图 6-4 本项目多米诺效应模拟图

根据表中内容分析，本项目主要存在的多米诺影响区域及其造成的二级事故场景见下表。

表 6-13 项目事故场景下的多米诺效应阈值

本项目事故场景下的多米诺效应影响范围主要为厂区范围内，未对周边企业产生多米诺效应。

由于容器多米诺效应是属于极端条件发生情况，正常情况下不易发生，很难造成二次伤害。在初级事故状态下产生的事故伤害可能产生多米诺效应的主要是容器中孔泄漏、管道中孔泄漏等。由上表可知，多米诺效应满足要求。

6.4 个人风险和社会风险

6.4.1 个人风险和社会风险容许标准

依据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）

第 3.1 条，防护目标分类：

防护目标按设施或场所实际使用的主要性质，分为高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标。

高敏感防护目标包括下列设施或场所：

文化设施。包括综合文化活动中心、文化馆、青少年宫、儿童活动中心、老年活动中心等设施。

教育设施。包括高等院校、中等专业学校、体育训练基地、中学、小学、幼儿园、业余学校、民营培训机构及其附属设施，包括为学校配建的独立地段的学生生活场所。

医疗卫生场所。包括：医疗、保健、卫生、防疫、康复和急救场所；不包括：居住小区及小区级以下的卫生服务设施。

社会福利设施。包括：福利院、养老院、孤儿院等为社会提供福利和慈善服务的设施及其附属设施。

其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

重要防护目标包括下列设施或场所：

公共图书展览设施。包括：公共图书馆、博物馆、档案馆、科技馆、美术馆、展览馆、会展中心等设施。

文物保护单位。

宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

城市轨道交通设施。包括：独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

外事场所。包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

一般防护目标根据其规模分为一类防护目标、二类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参见下表。

表 6-14 一般防护目标的分类

防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的幼托、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上 或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上 30 户以下，或居住人数 30 人以上 100 人以下	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等办公楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施。	总建筑面积 5000 m ² 以上的	总建筑面积 5000 m ² 以下的	
商业、餐饮业等综合性商业服务建筑 包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑	总建筑面积 5000 m ² 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500 m ² 以上 5000 m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	总建筑面积 1500 m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑 包括：宾馆、旅馆、招待所、服务型公寓、度假村等建筑	床位数 100 张以上的	床位数 100 张以下的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑	总建筑面积 5000 m ² 以上的	总建筑面积 1500 m ² 以上 5000 m ² 以下的	总建筑面积 1500 m ² 以下的
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑；赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积 3000 m ² 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所	总建筑面积 3000 m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公用设施营业网点。包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数 100 人以上的建筑	企业中当班人数 100 人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口客运码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数 100 人以上	旅客最高聚集人数 100 人以下	
城镇公园广场	总占地面积 5000 m ² 以上的	总占地面积 1500 m ² 以上 5000 m ² 以下的	总占地面积 1500 m ² 以下的

注 1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独

防护目标类型	一类防护目标	二类防护目标	三类防护目标
立建筑为目标进行分类。 注 2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。 注 3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质进行归类。 注 4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数。			

依据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）

第 3.2 条，防护目标个人风险基准：

表 6-15 个人风险基准

防护目标	个人风险基准/（次/年）≤	
	危险化学品新建、改建、扩建生产装置和储存设施	危险化学品在役生产装置和储存设施
高敏感防护目标 重要防护目标 一般防护目标中的一类防护目标	3×10^{-7}	3×10^{-6}
一般防护目标中的二类防护目标	3×10^{-6}	1×10^{-5}
一般防护目标中的三类防护目标	1×10^{-5}	3×10^{-5}

依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》

（GB/T 37243-2019）中第 4 章的社会风险基准。

通过两条风险分界线将社会风险划分为 3 个区域，即：不可接受区、尽可能降低区和可接受区。具体分界线位置如下图所示：

若社会风险曲线进行不可接受区，则应立即采取安全改进措施降低社会风险。

若社会风险曲线进入尽可能降低区，应在可实现的范围内，尽可能采取安全改进措施降低社会风险。

若社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受。

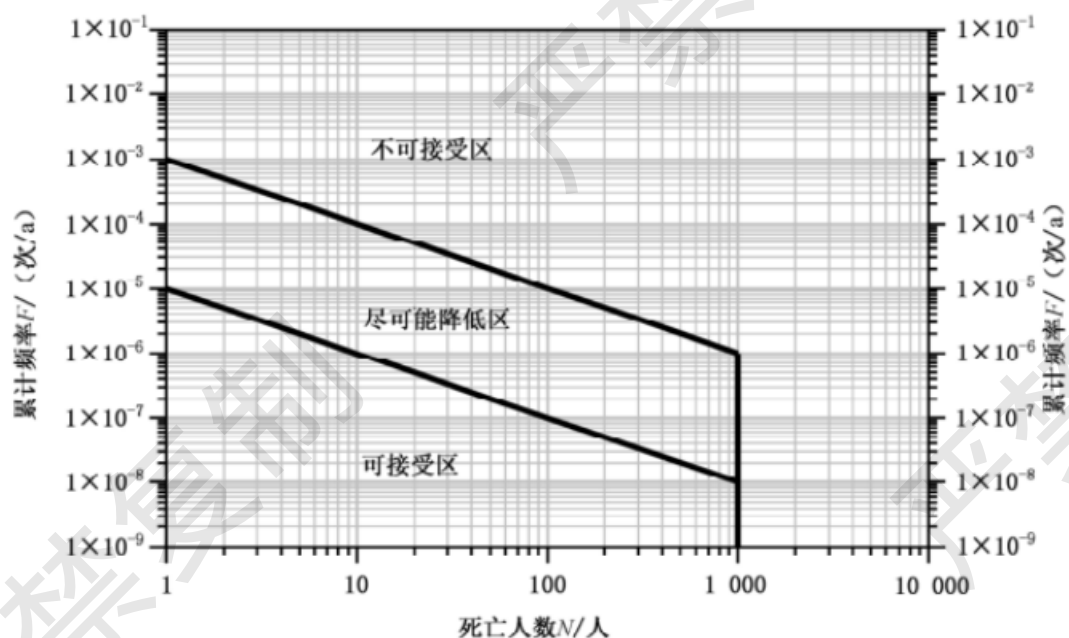


图 6-5 社会风险基准

6.4.2 个人风险分析

个人风险计算采用中国安全生产科学研究院编制的重大危险源区域定量风险评价软件 V2.1 进行。将计算所需数据输入定量风险评价软件，即可自动完成个人风险的计算、等值线的追踪和绘制。

由于本项目均为新建项目，因此个人风险基准按新建项目的个人风险基准取值。

本项目个人风险模拟如下图所示：

注：红线为 1×10^{-5} ，粉线为 3×10^{-6} ，蓝线为 3×10^{-7}

图 6-6 本项目个人风险等值线图

1) 由图可知在小于个人可接受风险标准（概率值） 3×10^{-7} 的范围内未见以下高敏感防护目标：

- (1) 高敏感防护目标；
- (2) 重要防护目标；
- (3) 一般防护目标中的一类防护目标。

2) 一般防护目标中的二类防护目标。

3) 一般防护目标中的三类防护目标。

小结：个人可接受风险标准（概率值）红线为 1×10^{-5} ，粉线为 3×10^{-6} ，蓝线为 3×10^{-7} 的范围内未见以上列出的场所，个人风险可接受。

6.4.3 社会风险分析

采用中国安全生产科学研究院危险化学品重大危险源区域定量风险评价软件 V2.1 模拟计算，本项目的社会风险数据如下图所示。

图 6-7 本项目社会风险模拟图

由图可知，社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受，其造成的社会风险符合《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T 37243-2019）要求，社会风险可接受。

7 安全条件的分析结果

7.1 建设项目的安全条件

7.1.1 外部安全条件

(1) 项目备案及安全审批情况

表 7-1 安全审批情况汇总表

2024 年 10 月 31 日，本项目进行了试生产方案专家论证，2024 年 12 月开始进行试生产。

(2) 周边 24 小时内生产经营活动和居民生活情况

①四邻情况

本项目位于芜湖市芜湖港三山港区，项目站址东侧为中石化芜湖油库、北侧为长江码头区、西侧与南侧为空地。

②厂外交通

本项目位于三山港区高安圩作业区，其后方为芜湖长江大桥综合经济开发区、芜湖三山经济开发区、三山区临港物流园，依托 G50（沪渝高速）、S321 和 S216 省道、巢黄高速以及长江均可作为集疏运通道。

③协作条件

a.消防救援：

长江液化厂区距离芜湖市三山经济开发区消防救援大队约 13km，处于其有效消防服务范围内，能够满足芜湖 LNG 项目的消防需求。

b.医疗救援

我公司所在地方周边方圆 10km 以内共有各级医院 23 家，其中有社会救治能力和急救抢救条件的 8 家，其中，新港镇卫生院距离约 10 分钟车程，医疗能力完全可以满足建设项目所需的社会救治要求。

c.邻近单位的消防协作

本项目周边有荻港海事处、中石化油库、中国三峡水务大桥污水处理厂等外部应急救援力量，目前已与中石化油库、中国三峡水务大桥污水处理厂签订应急联动工作机制的协议。

7.1.2 外部间距检查

7.1.2.1 外部防火间距检查

装置设施与周边其他企业之间防火间距，根据生产工艺及物料存储情况，按相关条款，运用检查表检查，具体情况见下表。

表 7-2 建设项目与其他企业之间防火间距检查表

评价结论：项目装置设施与周边其他企业之间的防火间距，均符合标准要求。

7.1.2.2 与八大类场所、区域的距离检查

本项目构成危险化学品重大危险源，其与八大类场所、区域的距离检查情况见下表。

表 7-3 危险化学品生产与储存设施与八大类场所、区域的距离

评价结论：通过以上 8 项检查分析可知，该建设项目构成重大危险源的生产装置、储存设施与八大类场所、区域的距离，符合相关法规、规范要求。

7.1.2.3 外部安全防护距离

依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T 37243-2019）第 4.3 条要求，涉及有毒气体或易燃气体，且其设计最大量与 GB 18218 中规定的临界量比值之和大于或等于 1 的危险化学品生产装置和储存设施应采用定量风险评价方法确定外部安全防护距离。当企业存在上述装置和设施时，应将企业内所有的危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行定量风险评估，确定外部安全防护距离。

依据 GB 18218 进行辨识，本项目涉及易燃气体，且易燃气体设计最大量与 GB 18218 中规定的临界量比值之和大于 1，因此采取定量风险评价方法确定外部安全防护距离。

由 6.4 节可知，本项目个人风险和社会风险可接受，由本项目个人风险等值线图对外部安全防护距离进行检查，检查情况见下表。

表 7-4 外部安全防护距离情况检查表

个人可接受风险标准（概率值）	风险标准值覆盖范围的最远端与企业围墙之间的距离（m）		是否涉及以下场所				
			三类防护目标	二类防护目标	一类防护目标	重要防护目标	高敏感防护目标
3×10^{-5} （红线）范围内	东	边界内	不涉及	-	-	-	-
	南	边界内	不涉及	-	-	-	-
	西	边界内	不涉及	-	-	-	-
	北	边界内	不涉及	-	-	-	-
1×10^{-5} （粉线）范围内	东	边界内	-	不涉及	-	-	-
	南	边界内	-	不涉及	-	-	-
	西	边界内	-	不涉及	-	-	-
	北	边界内	-	不涉及	-	-	-
3×10^{-6} （蓝线）范围内	东	75	-	-	不涉及	不涉及	不涉及
	南	150	-	-	不涉及	不涉及	不涉及
	西	边界内	-	-	不涉及	不涉及	不涉及
	北	90	-	-	不涉及	不涉及	不涉及

注：①上述距离起算点为长江液化公司厂区边界。

②防护目标人数参考《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》。

小结，上表可以看出，各张风险曲线范围内未见各级防护目标。本项目外部安全防护距离符合要求。

单元小结：本项目外部安全防火间距、外部安全防护距离均符合法律法规和标准的要求。

7.1.2 总平面布置和企业内部生产工艺装置、建（构）筑物等之间防火间距

7.1.2.1 总平面布置检查

表 7-5 总平面布置检查表

评价结论：采用安全检查表法对总平面布置单元进行检查，各项均符合相关标准、规范要求。

7.1.2.2 企业内部生产工艺装置、建（构）筑物等之间防火间距

表 7-6 内部防火间距检查表

采用安全检查表法对本项目内部间距进行检查，均符合标准规范要求。

7.1.3 建设项目内在的危险和有害因素和建设项目可能发生的各类事故，对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

通过第 6.3 节多米诺效应分析，本项目多米诺效应影响范围影响到厂区东侧和北侧的空地，未对周边企业及人员产生影响。

本项目采用的工艺技术成熟可靠，自动化控制水平较高，装置操作人员培训合格上岗。长江液化已建立了事故应急救援体系，配备有应急救援器材，若发生事故，有关人员可按照应急预案及时采取应急响应、现场处置、事故控制、人员救护等应急处置措施。因此，若发生事故，经有关人员及时处理，能将风险控制在厂区内，对周边装置的影响相对较小。但是，如本项目装置、设施发生事故后未得到有效控制，引发厂区内其他装置、设施发生衍生事故，可能会影响周边单位的正常运行。

7.1.4 建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目投入生产或者使用后的影响

本项目位于芜湖市芜湖港三山港区，项目站址东侧为中石化芜湖油库、北侧为长江码头区、西侧与南侧为空地，周边无基本农田保护区、自然保护区、军事禁区及管理区等区域。

其东侧的中石化芜湖油库，依据《中国石化销售股份公司安徽芜湖石油分公司芜湖油库搬迁工程安全设施竣工验收评价报告》（世纪万安科技（北京）有限公司/2023 年 9 月 25 日），燃料乙醇储罐（T-101、T-102）的多米诺半径为 28.14m，汽油储罐（T-103、T-104、T-106、T-108）的多米诺半径为 39.03m，柴油储罐（T-105、T-107）的多米诺半径为 32.43m，柴油储罐（T-109、T-111）的多米诺半径为 37.50m，汽油储罐（T-110、T-112）的多米诺半径为 45.00m，其影响范围均在其内部，未对本项目产生影响。

长江液化各出入口设置安全保卫和门禁系统，厂区内设置有视频监控系统，严格控制无关人员进出，降低了外来因素带来的影响。

因此，就本次验收评价时的安全条件而言，项目周边单位的生产经营活动和居民生活对本项目的影响较小，均在可接受、可控制范围内；但不排除今后外部条件发生变化或周边邻近单位发生事故，而对本项目造成严重影响的可能。

7.1.5 建设项目所在地的自然条件（气象、水文、地质、地震等）对建设项目投入生产或者使用后的影响

7.1.5.1 气象

本项目气象条件（降水、雷暴日、气温等）对项目投入生产或者使用后可能产生的影响如下。

（1）降水影响：

本项目所在地降雨量过大，若厂区排水设施故障，有发生内涝的可能，同时也会增大室外设备腐蚀速度；相对湿度较大，易加剧设备腐蚀或引起电气事故。

（2）雷暴日影响：

雷电对危险化学品储存装置和设施有很大的危害，如果防雷设施不定期检测和维护，或防雷设施失效、接地电阻不合格，有可能因雷击放电而导致火灾爆炸事故的发生。本项目已建构筑物的防雷装置已通过检测，防雷装置安全性能检测结果合格，因此雷电对本项目的影响较小。

（3）气温（高、低温）影响：

高温易导致密闭容器内气体膨胀，内压力升高，如流量过大，易发生容器超压爆炸事故。

低温不仅影响作业效率及安全生产，低温环境中的各种设备若保温不善，还会造成设备冻裂及输水管道内的介质冻结，从而引起设备的损坏。

7.1.5.2 地质

本项目厂址位于芜湖市芜湖港三山港区，港区内未见文物古迹，无明显的环境敏感点，不在地质灾害易发区。厂区地层稳定，无暗河，坍塌等，场地地基土工程地质条件良好，无不良地质作用，场地稳定，适宜工程的建设。

7.1.5.3 地震

根据《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010），厂址位于 7 度区范围内，厂区场地抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。若遇超过设防烈度地震，建筑物被损坏，建筑材料经自然风化等，超期超范围使用等，已达不到设计抗震要求，可引起本项目建（构）筑物在发生地震时倒塌，造成人员伤亡和财产损失。

综上所述，雷雨、高低温等气象条件以及地震对本项目的安全生产具有一定的影响，但本项目采取了相关措施抵御灾害，将风险降到可接受的程度。安全措施科学、可行。

7.2 安全生产条件的分析结果

7.2.1 安全设施的施工、检验、检测和调试情况

7.2.1.1 建设项目安全设施的施工质量情况

按照设计要求及相关规范、标准、精心组织，严格施工、安装程序，保证了该工程的顺利实施。

施工完成后，设计单位、施工单位、监理单位和建设单位，对工程整体建设情况进行了现场验收。该工程已按照批准的设计文件建成，工程设计合理，能够满足日后安全生产使用要求；工程符合国家及行业规范标准要求，并按要求进行试生产。

7.2.1.2 建设项目安全设施在施工前后的检验、检测情况及有效性情况

建设单位严格采购过程管理，采购的产品、材料属行业使用信誉较高、认可的产品。

施工后，建设单位组织设计、安装单位对项目安全设施设计的落实情况进行检查。

其他法定检测、检验的设备、设施、安全附件、计量器具等均委托有相应资质单位进行检测、检验，检测结果符合要求。

7.2.1.3 建设项目安全设施使用前的调试情况

1) 使用前完成设备及管道试压、吹扫、气密试验、单机试车、仪表调校、联动试车等生产准备工作，并组织施工单位对工艺、设备、电气仪表、防腐保温、生产准备、安全环保及公用工程基本条件，进行“三查四定”（查设计漏项、查工程质量隐患、查未完工质量，定任务、定负责处理单位、定处理措施、定整改期限）工作。确保使用前安全设施及设备、管道和自控连锁可正常运行。

2) 企业建立了各项安全生产管理制度和安全操作规程，明确了重大危险源主要负责人、技术负责人和操作负责人，对重大危险源进行安全包保，开展了双重预防机制建设，对安全风险管控措施进行巡检，确保生产安全。

3) 生产场所设置了火灾报警控制系统、自动联锁控制系统 DCS，安全监测监控体系和控制措施已落实到位，并在使用前进行了调试并达到正常完好待用状态。生产场所各种安全设施消防器材布置到位，保证消防水、消防栓按设计达到指定要求，灭火器无过期、闲置现象。厂区内各危险作业场所安放了各种指示、警示作业安全、限制明火等警示标志、标牌，各危险岗位制定了操作规程，并悬挂在明显位置。

4) 各岗位操作人员、技术人员、安全管理人员、消防员等按照岗位要求配置到位。岗前培训：根据相关规范要求，企业在验收前，采取讲课的方式，对全体人员进行了生产技术和安全作业的培训，并对培训人员掌握和理解情况进行考核，考核合格方可上岗作业。对危险岗位发放了劳动保护用品：如工作服、鞋、过滤式防毒面具、手套、安全帽、安全带、绳、绝缘手套、绝缘靴等。

5) 在试生产期间，本项目设备设施运行稳定正常，效能良好，达到设计要求及相关标准要求，实现了保障人身安全及设备安全的目的，且试生产期间未发生生产安全事故，实现了安全稳定生产。

7.2.2 建设项目采用（取）的安全设施情况

7.2.2.1 建设项目采用（取）的全部安全设施

表 7-7 建设项目所采用安全设施汇总表

注：安全阀设计数量和实际数量偏差统计，安全阀在专篇统计数量上有误，应为 100 个，现场实际数量为 237 个，主要原因在于设计阶段未统计包设备、消防专业及分析取样设施的安全阀数量。

各安全设施均已按设计要求进行落实，其中部分设备设施自带的安全设施均纳入统计，应急设施与个人防护用品根据项目实际运行情况进行调整，未降低安全标准，满足标准规范要求。通过抽查企业的安全设施记录台账与现场检查，本次评价范围内安全设施完好有效，运行情况良好，满足生产要求。

7.2.2.2 借鉴国内外同类建设项目所采用的安全设施

本项目装置的安全设施均为国内同类生产企业所普遍采用，无借鉴国外同类建设项目所采取的安全设施。

本项目建设过程中，其中空气干燥装置发生了变更，设计单位出具了《空气干燥装置处理能力变更说明》。

依据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 45 号，国家安全监管总局令第 79 号修正）第十四条和第二十条，进行辨识，其变更不属于需要进行重新审查的范围，未降低本项目安全性能。

本项目由中海油石化工程有限公司进行安全设施设计，经检查核实，设计中的安全设施和设计变更内均已被采用，符合有关法规的要求。

7.2.3 安全生产管理情况

表 7-8 安全管理情况检查表

评价结果：采用安全检查表法对本项目安全管理单元进行了 22 项检查，均符合标准、规范的要求。

7.2.3.1 安全生产责任制的建立和执行情况

企业已建立了全员安全生产责任制，并于 2025 年 3 月 10 日修订并下发了《关于印发<储罐事业部全员安全生产责任制管理办法（修订）>的通知》（储罐政〔2025〕10 号）。

表 7-9 安全生产责任制的建立和执行情况

序号	名称
一	管理层安全生产责任制
1	总经理安全生产责任制
2	分管管理安全生产、工程建设副总经理安全生产责任制
3	分管党群综合、经营、工程技术维修副总经理安全生产责任制
二	各部门安全生产责任制
4	党群综合部安全生产职责
5	工程技术维修部安全生产职责
6	安全监管部安全生产职责
7	计划控制部安全生产职责
8	生产运行部安全生产职责
9	LNG 项目建设部安全生产职责

长江液化制定有各部门各岗位的安全生产责任制，明确了各部门和各级人员的安全职责。该责任制分工细致，责任明确，达到了安全生产责任制“纵向到底、横向到边”的原则要求，符合相关法律法规规定。实际运行过程中，自公司主要负责人、分管负责人、各部门负责人到车间班组、员工均能够严格执行全员安全生产责任制，履行各自岗位职责。

长江液化制定有安全生产责任制考核制度，定期对公司主要负责人、分管负责人、各部门、各级人员安全生产职责的履行情况进行考核，并根据考核结果进行奖惩，有效促进各级人员更好地履行各自的安全生产职责。

7.2.3.2 建设项目安全生产管理制度的制定和执行情况

2024 年 12 月，修订并发布了《安徽长江液化天然气有限责任公司QHSE 管理体系（试行）》。根据公司安全管理运行情况编制了安全生产管理制度，包含了《危险化学品经营许可证管理办法》中所规定的十一项制度在内各项安全生产管理制度，各项安全生产管理制度内容齐全、规范，执行情况良好，能执行制定的各项安全管理制度，生产运行稳定。

表 7-10 安全生产管理制度制定和执行情况

序号	安全生产制度名称	企业已建立的管理制度	执行情况（抽查）	评价结果
1	全员安全生产责任制度	《全员安全生产责任制管理办法》	有全员安全生产责任制，并进行了签发与考核	符合
2	危险化学品购销管理制度	《危险化学品安全管理实施办法》	有危险化学品购销管理要求和记录	符合
3	危险化学品安全管理制度（包括防火、防爆、防中毒、防泄漏管理等内容）	《危险化学品安全管理实施办法》	有危险化学品装卸，输送进出记录	符合
4	安全投入保障制度	《安全生产费用管理办法》	有安全费用提取和使用台账，有申请、审批相关手续，财务处按月统计安全生产经费使用情况	符合
5	安全生产奖惩制度	《安全管理责任追究办法》《安全管理考核奖惩办法》《事故隐患内部报告奖励管理细则（试行）》《科技奖励管理细则（试行）》	按照奖惩规定执行，有评优选先具体的奖励实施办法和处罚的通报	符合
6	安全生产教	《安全教育培训管理办法》	有操作人员岗前岗位基本功训	符合

	育培训制度		练和安全知识培训、考核记录；有安全环保处每月组织的安全再教育记录等	
7	隐患排查治理制度	《生产安全事故隐患排查管理办法》	有安全检查和隐患整改记录	符合
8	安全风险管理制度	《安全风险管理办法》		符合
9	应急管理制度	《应急管理办法》	已制定事故应急救援预案，并已备案。本项目已进行了一次专项应急演练后有演练总结和演练过程拍摄的照片等	符合
10	事故管理制度	《事件事故管理办法》	已制订事件事故管理办法，并按要求对事故进行上报。	符合
11	职业健康相关管理制度	《职业病防治管理办法》	有岗位工人的岗前职业病健康体检报告	符合

长江液化制定了较全面的安全生产管理制度，对全厂安全生产实施有效的管理，各项管理制度运行情况良好，如公司定期组织人员进行安全教育培训，定期组织各类安全检查，发现隐患及时整改，定期组织人员进行应急预案演练等，各项记录齐全，符合有关安全生产的要求。以上所制定的安全管理制度，符合相关要求。

7.2.3.3 建设项目作业安全操作规程的制定和执行情况

企业关于本项目建立的岗位作业安全生产规程见下表。

表 7-11 岗位作业安全操作规程的制定情况

以上各岗位操作规程，包含岗位生产工艺流程等信息，符合企业生产实际要求。

7.2.3.4 安全生产管理机构的设置和专职安全生产管理人员的配备情况

2025 年 8 月 27 日，企业出具了《关于明确安徽长江液化天然气有限责任公司专职安全管理人员的通知》，长江公司安全监管部作为安全生产管理机构。企业已按相关要求配备了安全管理机构和专职安全生产管理人员。

7.2.3.5 主要负责人、分管负责人和安全生产管理人员、其他管理人员安全生产知识和管理能力

(1) 两类重点人员和注册安全工程师

依据《危险化学品企业重点人员安全资质达标导则（试行）》的要求，对危险化学品企业重点人员安全资质进行检查，具体情况见下表。

表 7-12 危险化学品企业重点人员安全资质检查表

企业两类重点人员和注册安全工程师经检查，符合要求。

(2) 主要负责人和安全管理人員

长江液化主要负责人及安全管理人员均经培训考核合格，具体情况见下表。

表 7-13 主要负责人和安全管理人員安全資格情况

7.2.3.6 其他从业人员掌握安全知识、专业技术、职业卫生防护和应急救援知识的情况

(1) 本项目特种设备作业人员和特种作业人员资格证书情况

表 7-14 特种作业人员資格情况

企业特种作业人员与特种设备作业人员持证上岗，符合要求。

(2) 重大危险源生产装置、储存设施的管理人員和操作人员

表 7-15 重大危险源生产装置、储存设施的管理人員和操作人员一览表

企业重大危险源生产装置、储存设施的管理人員和操作人员资质满足规范要求。

(3) 其他从业人员

其他作业人员经过企业组织的安全教育培训和考试，考核合格，能掌握本项目生产的安全知识、安全技术规程、工艺技术规程、职业卫生防护和应急救援知识，能满足生产安全要求。

7.2.3.7 安全生产投入的情况

根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）有关要求，定期提取安全费用。

将安全设施投资定期纳入概算；安全措施、隐患整改投入到位；公司参加工伤保险，为从业人员按时、足额缴纳工伤保险费；安全培训教育费用满足要求；安全生产需要的投入符合安全生产的要求。

7.2.3.8 安全生产的检查情况

根据《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令第 88 号）的有关规定，评价组对企业各项管理制度进行了调查，本项目建立了安全生产检查和隐患整改管理制度，并在实际生产过程中严格落实检查，并保存检查记录，如：定期对各生产岗位巡检、为从业人员提供劳动防护用品，并督促佩戴、使用；每月进行一次综合大检查，每半年组织设备部对电气、仪表进行专业检查、检测，定期开展季节检查和经常性检查等，对于查出的问题和安全隐患有记录，安全隐患制定整改措施并监督整改，整改完成后有签字确认记录。

7.2.3.9 从业人员劳动防护用品

根据原辅材料、产品的固有特性和生产工艺、主要装置设备特点，企业为从业人员配备了防护手套、防毒面具、口罩、防护靴、防护眼镜、防噪声耳罩等劳动防护用品。公司严格按管理制度的要求对从业人员劳动防护用品的发放进行了登记，有发放的签字记录，所有劳动防护用品均为有资质的厂家生产，符合国家标准要求。

7.2.3.10 工伤保险

长江液化已提供从业人员的工伤保险缴费证明（见附件）和安全生产责任险。

7.2.3.11 试生产情况总结

根据试生产方案正式开始试生产，在试生产过程中，生产装置严格按照操作规程操作，保证车间生产工艺中关键控制点在控制范围内，正确、及时填写生产记录，保证生产安全、有序、稳定运行。

试生产过程中工艺稳定，设备设施运行正常，水、电、气能供给正常，设计能力满足生产要求，且产品均能达到技术要求。

本项目配套的安全设施总体运行正常、效果良好、质量可靠，有效地对生产中的危险因素、有害因素进行了抑制和控制，确保了装置试运行期间无

生产安全事故的发生，切实保障了操作人员人身及设备安全，保证了生产的正常运行。

试生产期间，设计、施工、安装、监理等相关单位均出具了相应的《安全设施验收认可表》，企业并出具了《试生产总结报告》。

单元小结：本项目安全生产管理符合国家相关法律法规和标准的要求。

7.2.4 技术、工艺

7.2.4.1 建设项目试生产情况

本项目试生产前的准备工作，先后经过“三查四定”，设备、电气及仪表控制系统的单机调试试车，系统吹扫、清洗、试压试漏，联动调试试车等阶段。

因此，本项目各生产装置在试生产过程中运行良好，设备设施运转正常，安全设施有效投用，产品品质、产能达到设计要求。

7.2.4.2 控制系统及安全联锁系统等运行情况

(1) 控制及联锁设置情况

表 7-16 DCS 系统运行情况检查表

表 7-17 SIS 系统运行情况检查表

通过对 DCS、SIS 系统运行情况进行检查，各回路运行良好，符合要求。

（2）气体报警系统

依据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）对企业 GDS 系统进行检查，具体情况见下表。

表 7-18 GDS 系统检查表

依据《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493-2019）对企业 GDS 系统进行检查，均符合要求。

7.2.4.3 重点监管危险化学品安全措施

依据《首批重点监管的危险化学品目录》（原安监总管三〔2011〕95 号）；《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2013〕12 号），对本项目涉及的重点监管危险化学品（甲烷、氢、天然气、乙烯）进行检查，具体情况见下表。

表 7-19 重点监管危险化学品安全措施检查表

评价小结：重点监管的危险化学品单元采用安全检查表进行评价，均符合法律、法规和标准、规范的要求。。

7.2.5 装置、设备和设施

7.2.5.1 装置、设备和设施的运行情况

采用安全检查表对装置、设备和设施单元进行评价。

表 7-20 装置、设备和设施单元检查表

通过安全检查表对装置、设备和设施单元进行评价，各项均满足标准规范要求。

通过单机试车、联动试车，验证了生产系统设备、管道的安全状况，及时排除了可能存在的设备事故隐患，系统试生产运行状况良好，无重大事故发生。各报警及联锁装置处于完好状态，能够满足正常生产运行要求。

7.2.5.2 装置、设备和设施的检修、维护情况

各项目配备由设备技术员和维修技术人员，设备维护、保养由维修技术人员负责，出现问题及时向生产处汇报迅速派出人员维修。现场抽查有消防、

安全检查表、设备维修申请单、机器设备日常检查表等，执行情况良好。

项目主要装置设施的备品备件齐全，装置、设备和设施的运行、检修、维护情况较好。

7.2.6 危险化学品重大危险源单元检查

依据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安监总局令第 40 号，79 号修订）、《危险化学品重大危险源安全监控技术规范》（GB 17681-2024）等进行检查，检查情况见下表。

表 7-21 危险化学品重大危险源安全检查表

评价小结：采用安全检查表法对企业安全技术、监控措施和事故应急措施进行检查，各项内容均满足标准规范要求。

7.2.7 属于危险化学品的原料、辅助材料、产品、中间产品的包装、储存、运输情况

依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整），本项目涉及的危险化学品有：氮、甲烷、六氟化硫、氢、氢氧化钠、柴油、天然气、乙烯、异丁烷。

表 7-22 包装、储存、运输情况检查表

危险化学品的原料、辅助材料、产品的包装、储存、运输情况符合要求。

7.2.8 作业场所

2025 年 7 月 2 日，淮河能源控股集团有限责任公司职业病防治院出具了《芜湖长江 LNG 接收（转运）站职业病危害控制效果评价报告》，对企业的涉及的主要职业病危害因素（高温、噪声、工频电场）均进行了检测，各检测结果均符合国家职业卫生标准。

2025 年 8 月 1 日，繁昌区人民医院出具了《职业健康检查总结报告书》，对安徽长江液化天然气有限责任公司作业人员进行了健康检查。

7.2.9 事故及应急管理

7.2.9.1 事故状态下“清浄下水”收集处理措施

长江液化在厂区配套建有事故池，事故状态下“清浄下水”可以有效收集处理。

7.2.9.2 可能发生的事故应急救援预案的编制情况

长江液化已按照要求，编制了《安徽长江液化天然气有限责任公司安全事故应急预案》。2024 年 09 月 26 日，取得了芜湖市应急管理局出具的《生产经营单位生产安全事故应急预案备案登记表》，经核对，材料齐全，准予备案。

7.2.9.3 事故应急救援预案的演练情况

2025 年 5 月 5 日，在工艺装置区进行了 BOG 高压压缩机入口缓冲罐液位传感器连接处法兰泄漏现场应急处置演练。各应急小组积极参与，应急演练后均进行了总结，演练取得了预期效果，留有记录与照片。

7.2.9.4 事故应急救援器材、设备的配备情况

配备了常用应急救援器材和常备防护用品。具体配备情况如下：

表 7-23 事故应急救援器材一览表

长江液化配备的应急救援器材、物资及应急救援人员个体防护装备符合设计要求，能够满足本项目应急救援的需要。

试生产期间各设备生产正常，未发生工伤（亡）事故，未发生重大未遂设备损坏或财产损失事故。

7.2.10 生产或者储存过程配套和辅助工程能否满足安全生产的需要

采用安全检查表对公辅工程单元进行评价。

表 7-24 公辅工程单元检查表

通过安全检查表对公辅工程单元进行评价，其中 5 项整改后符合要求，其他各项均满足标准规范要求。

对本项目配套和辅助工程匹配情况如下表所示。

表 7-25 公辅工程匹配性检查表

经上表分析可以看出，本项目生产和储存过程的配套和辅助工程能满足安全生产的需要。

综上所述，正常情况下本项目的公用辅助工程能满足生活及安全生产的需要。

7.2.11 其它方面

（1）与已有生产、储存装置、设施和辅助（公用）工程的衔接情况

与本项目相衔接的码头工程，已于 2024 年 10 月取得了北京国石安康科技有限公司出具的《安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目码头工程（1#泊位）安全验收评价报告》，已完成安全验收。

（2）与周边社区、生活区的衔接情况

a.消防救援：

长江液化厂区距离芜湖市三山经济开发区消防救援大队约 13km，处于其有效消防服务范围内，能够满足芜湖 LNG 项目的消防需求。

b.医疗救援

我公司所在地方周边方圆 10km 以内共有各级医院 23 家，其中有社会救治能力和急救抢救条件的 8 家，其中，新港镇卫生院距离约 10 分钟车程，医疗能力完全可以满足建设项目所需的社会救治要求。

c.邻近单位的消防协作

本项目周边有荻港海事处、中石化油库、中国三峡水务大桥污水处理厂等外部应急救援力量，目前已与中石化油库、中国三峡水务大桥污水处理厂签订应急联动工作机制的协议。

7.3 重大生产安全事故隐患判定

依据《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）》（原安监总管三〔2017〕121号）对本项目情况进行检查。

表 7-26 重大生产安全事故隐患检查表

评价结果：采用安全检查表法对本项目安全管理单元进行了检查，检查结果表明，本项目无重大生产安全事故隐患。

7.4 防爆电气

依据《安徽省应急管理厅关于加强化工和危化品企业防爆电气安全工作的通知》（皖应急函〔2023〕763号）的要求，对防爆电气进行检查。

表 7-27 防爆电气检查表

小结：依据《安徽省应急管理厅关于加强化工和危化品企业防爆电气安全工作的通知》（皖应急函〔2023〕763号）的要求，对防爆电气进行检查，企业已建立防爆电气设备台帐和管理制度，并按要求进行了检测，满足文件要求。

7.5 油气储存企业安全风险检查

依据《油气储存企业安全风险评估细则（2025 年修订版）》对本项目进行检查，具体见下表。

表 7-28 油气储存企业安全风险检查表

7.6 事故案例

2020 年 11 月 2 日 11 时 45 分许，位于广西壮族自治区北海市铁山港（临海）工业区的中石化北海液化天然气有限责任公司（2020 年 10 月 1 日，由国家石油天然气管网集团有限公司接管运营，《营业执照》尚未完成变更手续，以下简称北海 LNG 公司。）在实施二期工程项目贫富液同时装车工程施工时发生着火事故，截止 12 月 2 日，事故造成 7 人死亡，2 人重伤，直接经济损失 2029.30 万元。

（1）事故发生经过

2020 年 11 月 2 日上午，中石化十建安排作业人员进行 TK-02 储罐 DN300 贫富液装车分支管道甩头施工（即对 TK-02 储罐罐前二层平台 LNG 外输出管线动火施工作业，在原有 DN300 的低压泵出口总管上切除一段长 500mm 的短节后增加一个三通管道）。

8 时左右，北海 LNG 公司计量化验中心化验员唐小华到达 TK-02 储罐罐前平台准备进行可燃气体采样作业。

8 时 15 分，北海 LNG 公司接收站人员和施工方人员陆续到达作业现场。北海 LNG 公司到达施工现场的人员有生产运行部副主任宋宗杰，接收站运行处工艺工程师梁持（当天工作安全分析组长），设备工程师杨俊杰、卢永飞，3 名消防队员舒登岳、周富强、张行壮负责监火。施工方人员有总承包项目副经理孙建军，管工陈海钦、郭宗岩，焊工陈帅杰、程振宇，普工谢永、陈阳，施工监护庞小丽，除孙建军为中石化十建人员外，其余均为安装分包单位河南鸿誉人员。还有四川益同安全监理吴贤文。梁持、杨俊杰确定可燃气体采样点，卢永飞协助唐小华进行采样。

9 时 30 分左右，北海 LNG 公司接收站运行处主任袁勇军、北海 LNG 公司安全总监陈学焰到达作业现场。孙建军检查完施工准备工作后离开现

场。气体采样结果合格（LEL10%以下合格），LEL 为 9.36%，梁持在用火作业许可证上签字。

9 时 45 分左右，袁勇军、陈学焰依次在用火作业许可证上签字，随后两人离开现场去参加 10 时召开的例行调度会，在临行时交代再次进行吹扫，让可燃气体含量更低并汇报。

10 时，接收站调度会召开，参加人员包括陈学焰、袁勇军、接收站运行处副主任宋朋远、接收站调度张书豪（当日主调）等人。

10 时许，宋宗杰因其他工作离开 TK-02 储罐返回办公区。

11 时左右，气体采样合格数值为 LEL3.82%。

11 时 14 分，唐小华在现场填写采样分析结果、签字后离开。庞小丽稍早一些先行离开。几分钟后，卢永飞也离开平台，下到地面时发现施工人员开始作业。作业管道第一道口切割 50%左右后，陈海钦叫陈帅杰、程振宇、谢永、陈阳先回去吃饭，4 人便一起离开。

11 时 20 分左右，宋宗杰返回作业平台，发现作业管道靠近罐体一侧已经切割完毕。

11 时许，调度会结束，袁勇军、宋朋远、张书豪等人分别回到办公室。

11 时 30 分左右，宋朋远收到梁持对讲机呼叫，询问强制关闭阀门的仪表联锁工作票办理执行情况。宋朋远随后拿仪表联锁工作票到调度室交给张书豪办理，便返回自己办公室。

11 时 37 分，张书豪电话联系接收站检维修中心仪表工程师崔强，要求崔强拿票交给检维修中心主任雷江开签字。

11 时 40 分，宋朋远电话催促崔强尽快办理仪表联锁工作票，崔强当时正在吃饭，便交待旁边的赖晓林去调度室拿票。赖晓林到达调度室，从张书豪处拿到仪表联锁作业票，出门后在走廊遇到宋朋远。宋朋远催促赖晓林赶快办理。赖晓林未执行仪表联锁工作票后续的审签、确认签字等一系列流程，

在没有其他仪表工程师的监护情况下，进入工程师站（宋朋远也一同进入），独自进行操作。

大约 11 时 44 分，宋宗杰骑自行车离开现场。

11 时 44 分 48 秒（以下事件时间统一以罐区 SIS 系统时钟为基准），赖晓林操作 SIS 系统对 0301-XV-2001 阀门进行强制关闭操作，随即 0301-XV-2001 阀门开启，LNG 开始喷射而出。11 时 45 分 00 秒阀门全开。

LNG 喷射出后约 10 秒，TK-02 储罐罐前平台起火。

11 时 51 分 59 秒，0301-XV-2001 阀门失电关闭（事后调查发现为阀门控制回路电缆正端对地短路，机柜内对应回路保险熔断导致失电）。TK-02 储罐罐前明火随阀门关闭熄灭。

LNG 发生喷射着火时 TK-02 储罐罐前平台有梁持、杨俊杰、陈海钦、郭宗岩、吴贤文、舒登岳、张行壮、周富强等 8 人，罐顶有田闻 1 人。

截止 2020 年 12 月 2 日，事故造成 7 人死亡（其中梁持、杨俊杰、吴贤文、舒登岳、张行壮等 5 人于事故发生当日死亡，田闻于 11 月 3 日在罐顶被搜寻到发现死亡，陈海钦于 11 月 5 日经抢救无效死亡），2 人重伤（郭宗岩、周富强）。根据《企业职工伤亡事故经济损失统计标准》（GB/T6721-1986）计算，直接经济损失 2029.30 万元。

（2）直接原因

经调查认定事故直接原因是：在实施二期工程项目贫富液同时装车工程 TK-02 储罐二层平台低压泵出口总管动火作业切割过程中，隔离阀门 0301-XV-2001 开启，低压外输汇管中的 LNG 从切割开的管口中喷出，LNG 雾化气团与空气的混合气体遇可能的点火能量产生燃烧。经分析，着火源是受低温 LNG 喷射冲击后绝缘保护层脆化、脱落的线缆可能产生的点火能量。

（3）间接原因

①0301-XV-2001 阀门隔离方式不当。

②仪表工程师赖晓林在仪表联锁作业时，未按规定执行仪表联锁审批程。

③动火施工作业条件确认不充分。

④安全风险意识与管控不到位。

⑤“小业主大承包”的劳动生产组织模式使安全生产管理责任落实不到位。

⑥承包商管理不到位。

（4）事故防范措施及建议

①提高政治站位，切实担负起防范化解安全风险的重大责任。

②强化特殊作业安全管理。

③强化承包商安全管理。

④强化国家管网体制改革过渡期的安全风险管控。

⑤强化事故应急处置和信息报告。

8 结论和建议

8.1 验收过程中存在问题及安全隐患

长江液化芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程，严格按照《中华人民共和国安全生产法》和《危险化学品经营许可证管理办法》等相关法律法规和标准规范的要求，认真落实安全生产工作。

本评价机构评价项目组成员在评价过程中与建设单位积极交流，发现问题，及时整改，将存在问题及安全隐患消除于萌芽状态之中。在本项目安全设施竣工验收评价过程中，本评价机构评价项目组成员多次进行现场勘察、分析和检查、查阅记录和台账、现场随机抽查操作人员及与安全生产管理人员交流，本着经济、合理、可行的原则，对检查中发现的存在问题和安全隐患进行列表汇总，提交企业，要求及时整改，详见下表。

表 8-1 存在的问题及安全隐患与整改措施及建议一览表

序号	存在的问题及安全隐患	检查依据	整改措施与建议
1	维修车间一室内消防栓故障。	《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》（公安部令第 61 号）第 27 条	修复。
2	燃料气装置区一防爆电箱（编号：ISJB-S-0203001）箱门一处螺丝松脱。	《危险场所电气防爆安全规范》（AQ 3009-2007）第 6.1.2.1.4 条	按规范坚固螺栓。
3	化学品库门口未安装静电释放器。	《石油化工静电接地设计规范》第 4.1.1 条	按规范安装静电释放器。
4	高压泵处法兰无静电跨接。	《工业金属管道工程施工规范》（GB 50235-2010）第 7.13.1 条	按规范进行跨接。
5	仪表风管线穿墙间隙过大。	《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）第 6.1.6 条	按规范要求封堵。

8.2 存在问题及安全隐患整改复查情况

评价组根据企业现场整改情况及提供的相关整改影像资料，对以上存在问题和安全隐患进行复查判定，目前本项目整改情况详见下表。

表 8-2 存在问题及安全隐患整改复查判定表

8.3 结论

8.3.1 建设项目所在地的安全条件和与周边的安全防火距离

本项目选址位于芜湖市芜湖港三山港区内，项目安全条件良好，企业危险源与周边的安全防护距离符合相关标准规范要求。

8.3.2 建设项目安全设施设计的采纳情况和已采用（取）的安全设施水平

项目在建设过程中，对安全设施设计专篇所设计的安全设施采纳情况较好，存在的部分不符合情况已得到整改，已采用的安全设施整体水平较高。

8.3.3 建设项目试生产（使用）中表现出来的技术、工艺和装置、设备（设施）的安全、可靠性和安全水平

本项目试生产运行正常，未发生安全生产事故，并顺利达到设计要求。试生产中表现出的技术、工艺和装置、设备（设施）的安全可靠性较好。

8.3.4 建设项目安全验收过程中发现的事故隐患及其整改情况

企业已对评价组提出的意见和本评价机构提出的存在问题及安全隐患，落实了整改，整改结果见表 8-2。

8.3.5 “两重点一重大”

本项目涉及的甲烷、氢、天然气、乙烯属于重点监管危险化学品。

本项目不涉及重点监管的化工工艺。

本项目 TS-TK-10201LNG 储罐和 TS-TK-10202LNG 储罐分别构成一级危险化学品重大危险源，工艺单元构成三级危险化学品重大危险源。

8.3.6 企业重大生产安全事故隐患判定

依据《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）》（原安监总管三〔2017〕121 号）对该企业进行了检查，本项目未涉及重大生产安全事故隐患。

8.3.7 建设项目试生产（使用）后具备国家现行有关安全生产法律法规和部门规章规定和要求的安全生产条件

企业配备了专职安全生产管理员；建立、健全了各级安全生产责任制、各项安全管理制度和各岗位安全操作规程，主要负责人、安全管理人员、特种作业人员均经培训考核合格，其他从业人员均经企业培训考核合格。法定检测设备（设施）均由具备相应资质的单位检测合格，在有效期内。

建设项目未采用和使用国家明令淘汰、禁止使用的工艺、设备；内外部防火间距符合有关法律法规、规章和标准的规定；外部安全防护距离符合要求。

建设项目为从业人员配备了符合有关国家标准或者行业标准规定的劳动防护用品；安全投入符合安全生产要求。

在试生产期间生产工艺符合安全要求，相关的安全设施、设备运行正常、有效，安全管理可满足本项目的生产安全要求，安全设施与建设项目落实了“三同时”的要求。

8.3.8 安全设施竣工验收评价结论

综上所述，本项目选址、布局良好，采用的安全设施水平先进。项目工艺水平成熟、设备的运行正常、安全管理规范。重点监管的危险化学品得到有效监管，生产单元和储存单元均能够满足国家现行有关安全生产的法律法规、标准规范的要求，现具备安全验收条件。

8.3.9 经营安全条件评价结论

表 8-3 危险化学品经营企业经营许可证申报条件检查表

序号	审查内容	实际情况	判定
1	从事危险化学品经营的单位（以下统称申请人）应当依法登记注册为企业。	企业已取得营业执照。	符合
2	经营和储存场所、设施、建筑物符合《建筑设计防火规范》（GB50016）、《石油化工企业设计防火规范》（GB50160）、《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB50156）《石油库设计规范》GB50074）等相关	本项目经营和储存场所、设施、建筑物符合《液化天然气码头设计规范》、《石油天然气工程设计防火规范》、《油气化工码头	符合

序号	审查内容	实际情况	判定
	国家标准、行业标准的规定；	设计防火规范》等国家标准、行业标准的规定。	
3	企业主要负责人和安全生产管理人员具备与本企业危险化学品经营活动相适应的安全生产知识和管理能力，经专门的安全生产培训和安全生产监督管理部门考核合格，取得相应安全资格证书；特种作业人员经专门的安全作业培训，取得特种作业操作证书；其他从业人员依照有关规定经安全生产教育和专业技术培训合格。	企业主要负责人、安全生产管理人员已取得相应安全资格证书，特种作业人员取得特种作业操作证书，其他从业人员依照有关规定经安全生产教育和专业技术培训合格。	符合
4	有健全的安全生产规章制度和岗位操作规程。	企业已制定有安全生产规章制度和岗位操作规程。	符合
5	有符合国家规定的危险化学品事故应急预案，并配备必要的应急救援器材、设备。	企业制定了危险化学品事故应急预案，并配备必要的应急救援器材、设备。	符合
6	新设立的专门从事危险化学品仓储经营的，其储存设施建立在地方人民政府规划的用于危险化学品储存的专门区域内；	企业已取得安徽省发展和改革委员会出具的项目批复，符合规划。	符合
7	储存设施与相关场所、设施、区域的距离符合有关法律、法规、规章和标准的规定；	本项目储存设施与相关场所、设施、区域的距离符合有关法律、法规、规章和标准的规定。	符合
8	依照有关规定进行安全评价，安全评价报告符合《危险化学品经营企业安全评价细则》的要求	本报告依据《危险化学品经营企业安全评价细则（试行）》等要求进行编制。	符合
9	专职安全生产管理人员具备国民教育化工化学类或者安全工程类中等职业教育以上学历，或者化工化学类中级以上专业技术职称，或者危险物品安全类注册安全工程师资格；	企业配备了符合要求的专职安全生产管理人员。	符合
10	符合《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》、《常用危险化学品贮存通则》（GB15603）的相关规定。	已依据危险化学品的贮存、管理以及重大危险源等的相关规定进行检查，满足相关要求。	符合
11	申请人储存易燃、易爆、有毒、易扩散危险化学品的，除符合本条第一款规定的条件外，还应当符合《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》（GB50493）的规定。	本项目已按要求设置了 GDS 系统，并按符合相关规定。	符合

评价结果：通过对危险化学品经营企业经营许可证申报条件的检查，本项目具备《危险化学品经营许可证管理办法》的申报条件，具备申请危险化学品经营许可证的条件。

8.4 建议

根据国内外同类危险化学品生产或者储存装置（设施）持续改进的情况和企业管理模式与趋势，以及国家有关安全生产法律法规和部门规章及标准的发展趋势提出以下建议：

8.4.1 安全设施的更新与改进

参考国内外同类生产装置新的先进工艺控制技术，进一步优化和完善本项目生产装置的自动控制与安全联锁系统，提高生产系统的本质安全程度。

8.4.2 主要装置、设备（设施）和特种设备的维护与保养

（1）安全装置不准随意拆除、挪用或弃置不用。因检修拆除的，检修完毕后必须立即复原。

（2）项目所涉及的压力容器等特种设备，以及压力表、安全阀、可燃有毒气体检测报警仪等强制检测设备，应有专人定期进行维护与保养，并有维护保养记录。

（3）进一步加强特种设备、强检设备管理，建立和完善特种设备管理台账；按规范要求对特种设备、强检设备定期检（校）验。

（4）在系统开车和停车过程中，应当严格执行规范或企业规定的开、停车制度。相关操作记录要完整，并有本人签字。

（5）严格执行各项设备检修作业、拆除作业前的风险分析与作业证管理，记录填写要规范，存档资料应齐全。

8.4.3 安全生产投入

对生产系统的人员安全培训、安全设施的维护、保养、安全隐患整改等各项安全投入，应进一步强化制度保障和监管机制，为安全生产解决后顾之忧。

8.4.4 其它方面

（1）重视和加强对外包危险化学品运输车辆及人员的管理、教育，严格执行车辆装卸管理制度和安全操作规程。

（2）企业需要提高专职安全管理人员的权威性，明确责、权、利，做到奖罚分明，现场敢管和真管。在安全管理方面，人人都有配合的义务。

9 与建设单位交换意见情况

- 1) 本评价机构在评价过程中就有关问题反复多次和长江液化交换意见，并协调一致。
- 2) 长江液化对提供的评价所需的资料、文件、检验报告、数据的真实性、有效性、完整性负责。
- 3) 报告定稿后交企业征求意见，企业予以确认后发稿。

10 验收过程符合性评价

依据《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》（原皖安监法〔2015〕29号）要求，项目安全设施竣工验收后，安全评价报告应增加章节，专门对验收情况进行补充评价。

按照《安全生产法》、《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》（原皖安监法〔2015〕29号）文等相关规定，安徽长江液化天然气有限责任公司于2025年8月26日，在公司组织对安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程安全设施进行了竣工验收审核。

企业组织了项目技术人员、安全评价单位、设计单位、施工单位、监理单位等参与了竣工验收活动。

企业向专家组提交了建设项目竣工报告、安全验收评价报告、经安全监管部门审查通过的安全设施设计专篇等材料。

专家组在听取了各参与方对于该项目的汇报，查阅了有关文件、资料，进行了现场查看。

表 10-1 验收过程符合性评价表

序号	检查内容	依据	验收组织及过程实际情况	检查结果
1	建设项目安全设施施工完成后，施工单位应当编制建设项目安全设施施工情况报告。	《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》（原皖安监法〔2015〕29号）	安全设施完工后，施工单位编制了安全设施施工情况报告。	符合
2	建设项目试生产期间，建设单位应当委托有相应资质的安全评价机构对建设项目及其安全设施试生产情况进行安全验收评价，且不得委托在可行性研究阶段进行安全评价的同一安全评价机构。	《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》（原皖安监法〔2015〕29号）	可行性研究阶段进行的安全条件评价，报告北京中安质环技术评价中心有限公司。 安全验收评价报告由安徽本质安全工程咨询有限公司编制。 安全条件评价与验收评价非同一安全评价机构实施。	符合
3	建设项目安全验收评价报告应当符合《危险化学品建设项目安全验收评价细则》的要求，内容全面，结论明确。	《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》（原皖安监法〔2015〕29号）	安全验收评价报告依据原国家安全监管总局《危险化学品建设项目安全验收评价细则》的要求进行编制。	符合
4	建设单位应在试生产结束前，聘请专家组成专家组，对建设项目开展安全设施竣工验收。专家组应对安	《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》（原皖安监法〔2015〕29号）	企业在该项目试生产结束前，聘请了5名专家组成专家组对该项目进行了验收审查。专家组对照已通过	符合

序号	检查内容	依据	验收组织及过程实际情况	检查结果
	全设施的施工情况，与通过审查的建设项目安全设施设计的符合性情况和依法开展安全评价情况进行全面审核。	皖安监法（2015）29号	审查的《安全设施设计专篇》和《安全验收评价报告》，并结合企业现场进行了全面审核。	
5	建设单位工程技术人员、安全评价单位、建设施工及监理单位等应当参加竣工验收。	《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》（原皖安监法（2015）29号）	公司安全、生产、工艺技术人员和安全评价机构、安全设施设计单位、监理单位等有关人员参加了竣工验收。	符合
6	专家组成员由建设单位根据项目的实际情况，在安全监管部门公布的安全生产专家库中选择，应当包括具有化工工艺、化工设备、仪表自动化、安全管理等特长的专家。所选专家应当征求所在市、省直管县安全监管局意见，并就有关验收工作事宜进行沟通。		专家组成员均属于安全监管部门公布的安全生产专家库中选择，并征求市应急管理局意见。	符合
7	专家组应当认真审核相关资料，并进行现场核查，提出审核中发现的问题和隐患，出具审核意见并签字。		专家组经认真审核和现场核查，提出了现场整改事项，出具了审核意见并签字。	符合
8	矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目竣工投入生产或者使用前，应当由建设单位负责组织对安全设施进行验收；验收合格后，方可投入生产和使用。安全生产监督管理部门应当加强对建设单位验收活动和验收结果的监督核查。	《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令 第 13 号）第 31 条	本项目属危险化学品建设项目，企业组织 5 名专家和有关人员对该项目进行验收审查。安全生产监督管理部门参与监督核查	符合
9	试生产各项控制指标达到要求，安全设施有效运行，并已编制试生产总结报告；说明试生产期间是否发生事故、采取的防范措施以及整改情况	《关于印发〈危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）〉的通知》（应急（2022）52号）	已编制试生产总结报告，安全设施有效运行，并编制试生产总结报告，试生产期间未发生事故。	符合
10	消防设施取得消防验收意见书		已取得消防验收意见书	符合
11	安全设施设计专篇、投资概算中确定的安全设施已按设计建成投用		安全设施设计已按要求建成投用	符合
12	防雷装置已完成竣工验收，取得防雷防静电检测意见书		已按要求取得防雷防静电意见书	符合
13	防爆电气的选型、安装应符合有关标准要求，并应经有资质的检测机构检测合格，取得防爆合格证		防爆电气已按要求进行检测合格	符合
14	锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、厂内专用机动车辆等特种设备按照相关安全技术规范要求办理使用登记，安全附件如安全阀、压力表等经有资质的部门检测检验合格		特种设备及安全附件已经有资质部门检测合格有效	符合

序号	检查内容	依据	验收组织及过程实际情况	检查结果
15	组织机构已健全，设置了安全生产管理机构和配备专职安全生产管理人员		已按要求配备了安全生产管理人员	符合
16	各项生产管理制度、责任制、操作规程已建立清单并颁布实施		已按要求建立了管理制度、责任制、操作操作，并颁布实施	符合
17	特种作业人员、特种设备操作人员、注册安全工程师已持证上岗，主管生产、设备、工艺、安全等方面负责人的专业、学历及经验方面符合性证明材料，从业人员安全教育、培训合格的证明材料		特种作业人员、特种设备操作人员、注册安全工程师已持证上岗，分管负责人等安全管理人员资质满足要求，并附学历证明	符合
18	为从业者提供符合国家标准、行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按使用规则佩戴使用		已为作业人员提供防护用品	符合
19	为从业人员缴纳工伤保险费的证明材料，属于国家规定的高危行业、领域的项目企业投保安全生产责任保险的证明材料已编制完成建设项目安全设施施工、监理情况报告；提供建设项目施工、监理单位资质证书		已为从业人员缴纳工伤保险和安全生产责任险，施工、监理单位已提供单位资质证书，并进行了总结汇报	符合
20	已编制安全验收评价报告		已编制安全验收评价报告	符合
21	完成重大危险源安全监测监控有关数据接入危险化学品安全生产风险监测预警系统，提交危险化学品重大危险源备案证明文件		已提供危险化学品重大危险源备案证明	符合
22	完成化学品登记和应急预案备案		已完成应急预案备案	符合

小结：安徽长江液化天然气有限责任公司芜湖长江 LNG 内河接收（转运）站项目陆域接收站工程本次验收过程符合《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》（原皖安监法〔2015〕29 号）等相关的规定。

F 安全评价报告附件