

中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司
老区燃料气回收富乙烷气资源
安全评价报告

建设单位：中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司

建设单位法定代表人：陈燕斌

建设项目单位：中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司

建设项目单位主要负责人：陈燕斌

建设项目单位联系人：胡华平

建设项目单位联系电话：0574-86445177

(建设单位公章)
2024年9月18日

编号：SHNB-2024-WH-TJPJ-0103

中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司
老区燃料气回收富乙烷气资源
安全评价报告

评价机构名称：山东实华安全技术有限公司

资质证书编号：APJ-（鲁）-013

法定代表人：任红艳

审核定稿人：吴佳东

评价负责人：徐东平

评价机构联系电话：13056711006

（安全评价机构公章）

2024年9月18日

中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司

老区燃料气回收富乙烷气资源

安全评价人员

项目组	姓名	专业	资格证书号	从业登记编号	签字
项目负责人	徐东平	化工工艺	S011032000110192001225	015435	
项目组成员	袁梅	电气	S011037000110192002127	025979	
	马利登	安全	CAWS350000230200207	042738	
	朱行郎	化工机械	0800000000101508	002206	
	周菲菲	自动化	S011037000110192001722	025976	
报告编制人	徐东平	化工工艺	S011032000110192001225	015435	
报告审核人	林更鹏	化工工艺	S011037000110192001823	025977	
过程控制负责人	邓清	电气	S011037000110191000752	019130	
技术负责人	吴佳东	化工工艺	S011037000110191000859	025862	

安全评价报告摘要

一、项目基本信息		
项目	内容	
项目名称	中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司老区燃料气回收富乙烷气资源	
项目地址	宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内	
项目投资	本项目总投资为 12795.1 万元（不含增值税）	
备案情况	基本信息表：备案时间：2024 年 4 月 25 日，备案机关：镇海区经济和信息化局，项目代码：2404-330211-07-02-887176	
建设规模及内容 (生产能力)	镇海炼化 2#轻烃装置区域计划采用变压吸附（PSA）工艺，新增一套碳二回收设施，规模为原料气加工量 50000Nm ³ /h，主要加工来自 4#/5#PSA 装置的解析气，1#渣加、5#加氢和 6#加氢装置的混合燃料气；充分回收老区燃料气中的乙烷、丙烷组分资源，将这股高附加值的富乙烷气资源回收送至乙烯装置加工，优化乙烯原料品质	
二、评价报告基本情况		
	内容	所在章节
主要工艺技术	本项目拟采用 涉及企业机密，不予公开 。本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应，不属于重点监管的危险化工工艺，不属于国内首次使用化工工艺。本项目采用的工艺技术有多年稳定运行的经验，工艺可靠，技术成熟	第 2.2.1.3 节、第 2.2.6 节、第 7.5 节
涉及的危险化学品	本项目涉及的物料中原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、凝缩油（参照正戊烷）、氮气等属于危险化学品	第 3.2 节
涉及的剧毒化学品	无	
涉及的重点监管的危险化学品	本项目涉及的物料中富乙烷气（参照乙烷）属于重点监管的危险化学品，另外，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）中的氢气、甲烷也属于重点监管的危险化学品	
涉及的高毒物品	无	
涉及的易制毒化学品	无	
涉及的监控化学品	无（第一类、第二类、第三类）	
涉及的易制爆危险化学品	无	
涉及的特别管控危险化学品	无	
危险化学品重大危险源	根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源	第 3.14 节
个人风险值和社会风险值计算	从图 3-4 可见，个人风险 1×10^{-5} 、 3×10^{-6} 、 3×10^{-7} 影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，不存在一般防护目标中的三类防护目标、一般防护目标中的二类防护目标、一般防护目标中的一类防护目标。因此个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定 由图 3-5 可知，企业的社会风险在可接受区，因此社会风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定	第 3.15 节

	<p>根据中国石化青岛安全工程研究院出具的《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标定量风险评估（QRA）报告》（2021年05月）中的计算结果显示，镇海炼化全厂个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018的个人风险可接受标准，个人风险可接受</p> <p>本项目只是对镇海炼化老区已有燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源进行回收，工艺属于物理过程，不涉及化学反应，从全厂物料平衡来说，危险化学品的品种、数量等并没有发生变化。本项目PSA装置及已建的氢回收装置（不构成危险化学品重大危险源）与原有2#轻烃回收装置及已建的氢回收装置（构成危险化学品重大危险源）相比，固有风险是降低的，因此本项目实施后，镇海炼化整个厂区的个人风险、社会风险能够满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018的规定</p>	
主要危险有害因素	火灾、爆炸、中毒、窒息等	第3.16节
定性、定量分析	本章分3个章节，分别从固有危险程度、风险程度、事故案例的后果、原因等3个方面对本项目进行了分析、评价	第6章
安全条件分析	本章分6个章节，分别从建设项目的安全条件，主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性的主要装置、设备或者设施和配套、辅助工程与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况，消防的匹配情况，重点监管的危险化工工艺、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等相关检查等6个方面对本项目进行了分析、评价	第7章
多米诺效应分析及外部安全防护距离	<p>从本项目事故后果模拟计算结果分析，本项目PSA装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统是防范多米诺效应的重点区域，其中火炬分液罐压力容器事故多米诺半径最大，为68.3m，影响范围基本在本项目PSA装置及已建的氢回收装置边界线内，模拟图见附图3-8</p> <p>从附表3-6可知，本项目外部安全防护距离最大为火炬分液罐一级风险、二级风险、三级风险对应的外部安全防护距离，为103.13m，本项目总体外部安全防护距离见图3-4，本项目与最近的厂区外居民区在1km以上，因此外部安全防护距离能够符合规范要求</p> <p>本项目对应全厂性外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》、《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》的要求</p>	第7.1.2节
安全对策措施与建议	本项目可行性研究报告从工艺设计，设备设计，自控设计等15个方面提出了具体的安全对策措施。评价报告从建设项目选址，技术、工艺、装置、设备、设施，拟建危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程等8个方面补充了具体的安全对策措施	第8.1、8.2节
安全评价结论	本项目安全条件符合国家法律法规的相关要求	第8.3节

前 言

中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司（简称“镇海炼化”）的前

身是始建于 1975 年 5 月的浙江炼油厂，1983 年划归原中国石化总公司。1994 年 12 月经整体股份制改造后，在香港联交所上市，成为一家 H 股公司。根据总部的战略部署，公司于 2006 年 3 月从香港联交所退市，同年 9 月登记成立了中国石化镇海炼化分公司。

目前镇海炼化拥有 2700 万吨/年原油综合加工能力、220 万吨/年乙烯生产能力；拥有 1.2 亿吨/年吞吐能力的深水海运码头，以及超过 1700 万 m³ 的储存能力。是中国最大的原油加工基地、进口原油加工基地、含硫原油加工基地、成品油出口基地和重要的原油集散基地。

镇海炼化老区燃料气系统包含 4#PSA 装置的解析气、5#PSA 装置的解析气、1#渣加装置的燃料气、5#加氢装置的燃料气和 6#加氢装置的燃料气。近年来随着加氢干气氢回收设施的投用，通过 PSA 后其中的碳二及以上组分得到了富集。当前该燃料气中 C2、C3 组分比例较高，频繁出现 C2+组分含量超过 20v%的情况。C2、C3 等富乙烷气是乙烯装置的上好原料，具备较高的回收利用的价值，直接作为燃料气造成资源浪费。为提高乙烯装置轻质原料比重，进一步优化气体资源利用率，将老区燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源回收至乙烯装置加工，实现公司整体效益最大化。故镇海炼化拟投资 12795.1 万元（不含增值税）建设老区燃料气回收富乙烷气资源项目。另外，通过回收燃料气中的碳二及以上组分，降低燃料气产量，老区部分装置（如重整 PX 装置等燃料气“大户”）停工检修期间，有利于缓解燃料气产耗阶段性不平衡的问题。系统燃料气中 C4C5 组分含量高，冬季瓦斯系统带液情况较为严重，对重整 PX 等装置冬季的平稳运行也造成一定影响。与此同时，回收碳二及以上组分后的燃料气，可有效缓解瓦斯带液的问题。

本项目备案情况：基本信息表：备案时间：2024 年 4 月 25 日，备案机关：镇海区经济和信息化局，项目代码：2404-330211-07-02-887176。建设规模及内容（生产能力）：镇海炼化 2#轻烃装置区域计划采用变压吸附(PSA)

工艺，新增一套碳二回收设施，规模为原料气加工量 50000Nm³/h，主要加工来自 4#/5#PSA 装置的解析气，1#渣加、5#加氢和 6#加氢装置的混合燃料气；充分回收老区燃料气中的乙烷、丙烷组分资源，将这股高附加值的富乙烷气资源回收送至乙烯装置加工，优化乙烯原料品质。

本项目产品富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)均属于危险化学品，本项目属于危险化学品生产项目，项目总平面布置图由镇海石化工程股份有限公司设计。

为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，根据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》等规定，本项目应进行安全评价。

山东实华安全技术有限公司受镇海炼化委托，对本项目进行安全评价。评价组依照国家现行有关安全方面的法律、法规和标准，通过收集查阅有关资料，征求有关人员的意见，按《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》的要求，从工程项目的周边环境、总体布局、设备设施、工艺、物料等方面，进行了定性、定量的全面分析论证，提出了消除、预防或降低设备设施危险性、提高安全运行等级的对策措施。

在评价的过程中得到了各级应急管理部门、镇海炼化、镇海石化工程股份有限公司等有关单位的大力支持，在此谨表示衷心的感谢！

目 录

1	安全评价工作经过	1
1.1	建设项目安全评价的目的	1
1.2	建设项目安全评价的前期准备情况	1
1.3	建设项目安全评价的对象及范围	1
1.4	建设项目安全评价的工作经过和程序	2
2	建设项目概况	4
2.1	单位简介	4
2.2	项目概况	4
2.2.1	主要技术、工艺（方式）和国内、外同类建设项目水平对比情况	6
2.2.1.1	建设项目国家和当地政府产业政策与布局符合性	6
2.2.1.2	主要技术、工艺（方式）和国内、外同类建设项目水平对比情况	9
2.2.1.3	工艺技术选择	12
2.2.2	地理位置与自然条件	14
2.2.2.1	地理位置与周边环境	14
2.2.2.2	自然条件	17
2.2.3	用地面积和生产规模等	19
2.2.4	原辅材料	22
2.2.5	主要建（构）筑物	22
2.2.6	工艺流程	23
2.2.7	物料平衡说明	23
2.2.8	主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系	23
2.2.9	公用工程和辅助生产设施	26

2.2.9.1	给排水	28
2.2.9.2	电气	30
2.2.9.3	电信	37
2.2.9.4	供热	39
2.2.9.5	供气	39
2.2.9.6	储运外管	40
2.2.9.7	自动控制	45
2.2.9.8	消防	52
2.2.9.9	三废处理	55
2.2.10	主要装置（设备）和设施	57
2.3	物料的理化性能指标及包装、储运要求	57
2.4	劳动定员、安全管理组织机构、安全管理制度	58
2.4.1	劳动定员	58
2.4.2	安全管理组织机构	58
2.4.3	安全管理制度	59
2.5	安全专用投资	59
3	危险、有害因素的辨识及依据说明	60
3.1	危险、有害因素辨识的依据说明（辨识过程说明）	60
3.2	物料固有的危险、有害因素	60
3.3	工艺过程的危险、有害因素	64
3.4	设备设施的危险、有害因素	65
3.4.1	承压容器	65
3.4.2	储槽（罐）类设备	66
3.4.3	压缩机	66
3.4.4	泵	68

3.4.5	起重机械	68
3.4.6	安全设施及安全附件.....	70
3.5	禁忌物料的危险、有害因素	73
3.6	物料输送的危险、有害因素	74
3.7	检维修作业过程的危险、有害因素	76
3.8	建（构）筑物的危险、有害因素	82
3.9	公用、辅助工程的危险、有害因素	82
3.10	职业卫生的危险、有害因素	83
3.11	心理、生理与行为性危险、有害因素	85
3.11.1	心理及生理上的危险、有害因素.....	85
3.11.2	行为性危险、有害因素.....	85
3.11.3	管理缺陷.....	85
3.12	施工作业的危险、有害因素	86
3.13	其他的危险、有害因素	88
3.14	危险化学品重大危险源辨识	90
3.14.1	辨识依据.....	90
3.14.2	辨识结果.....	94
3.15	个人风险值和社会风险值计算	95
3.16	危险、有害因素的辨识结果	113
4	安全评价单元的划分结果及理由说明.....	116
4.1	安全评价单元划分的依据（即理由说明）	116
4.2	安全评价单元的划分结果	116
5	采用的安全评价方法及理由说明.....	117
5.1	选择安全评价方法的依据（即理由说明）	117
5.2	安全评价方法的选择	117

6	定性、定量分析危险、有害程度的结果.....	118
6.1	固有危险程度的分析结果.....	118
6.1.1	危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况分析结果....	118
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结果	118
6.1.3	定量分析建设项目各个评价单元的固有危险程度结果.....	118
6.2	风险程度的分析结果.....	118
6.2.1	危化品泄漏的可能性分析结果.....	118
6.2.2	易燃易爆化学品泄漏后具备爆炸、火灾的条件和需要时间分析结果.....	118
6.2.3	可能的爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围分析结果.....	120
6.3	分析事故案例的后果、原因.....	122
7	安全条件的分析结果.....	123
7.1	建设项目的安全条件.....	123
7.1.1	搜集、调查和整理建设项目的外部情况.....	123
7.1.2	分析建设项目的安全条件结果.....	123
7.2	主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性的	126
7.3	主要装置、设备或者设施和配套、辅助工程与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况.....	127
7.4	消防的匹配情况.....	127
7.5	重点监管的危险化工工艺评价.....	127
7.6	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等相关检查.....	127
8	安全对策与建议和结论.....	129
8.1	建设项目可行性研究报告中已有的安全对策措施.....	129
8.1.1	工艺设计.....	129

8.1.2	设备设计	129
8.1.3	自控设计	131
8.1.4	电气设计	131
8.1.5	消防设计	132
8.1.6	土建设计	132
8.1.7	给排水设计.....	132
8.1.8	平面布置设计.....	132
8.1.9	噪声防治设计.....	133
8.1.10	设置安全色、安全标志.....	133
8.1.11	防毒与职业病防治.....	133
8.1.12	防尘、毒伤害.....	133
8.1.13	防机械及坠落伤害.....	133
8.1.14	防烫伤、中暑.....	134
8.1.15	卫生设施.....	134
8.2	建设项目补充的安全对策措施与建议	134
8.2.1	建设项目选址的安全对策措施.....	134
8.2.2	技术、工艺、装置、设备、设施对策措施和建议.....	136
8.2.3	拟建危险化学品储存过程配套和辅助工程对策措施.....	141
8.2.4	建设项目中主要装置、设备、设施的布局对策措施.....	143
8.2.5	防雷、防静电对策措施.....	144
8.2.6	防中毒、防火、防爆等的安全对策措施.....	146
8.2.7	安全管理对策措施.....	148
8.2.7.1	安全管理制度制定	148
8.2.7.2	安全管理机构、安全管理人员设置和从业人员培训	148
8.2.7.3	日常管理要求	150

8.2.7.4	事故应急救援	152
8.2.8	施工过程中采取的安全对策措施.....	154
8.3	评价结果与评价结论	157
8.3.1	评价结果	157
8.3.2	评价结论	161
9	与建设单位交换意见的情况结果.....	163
	安全评价报告附件	165
附件 1	平面布置图、安全评价过程制作的图表	165
附件 2	选用的安全评价方法简介	166
附件 2.1	预先危险性分析 (PHA)	166
附件 2.2	事故树分析法 (FTA)	166
附件 2.3	重大事故后果模拟分析法.....	167
附件 2.4	安全检查表法.....	167
附件 3	定性、定量分析危险、有害程度的过程	170
附件 3.1	固有危险程度的分析.....	170
附件 3.1.1	危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况分析 ...	170
附件 3.1.2	定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度	170
附件 3.1.3	定量分析建设项目各个评价单元的固有危险程度	177
附件 3.2	风险程度的分析.....	177
附件 3.2.1	危化品泄漏的可能性分析	178
附件 3.2.2	易燃易爆化学品泄漏后具备爆炸、火灾的条件和需要时间	179
附件 3.2.3	可能的爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围分析	183
附件 3.3	同类装置事故案例的后果和原因.....	186
附件 3.4	建设项目的安全条件.....	192

附件 3.4.1	搜集、调查和整理建设项目的情况	192
附件 3.4.2	分析建设项目的安全条件	193
附件 3.4.2.1	建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的 影响	193
附件 3.4.2.2	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	194
附件 3.4.2.3	多米诺效应分析	194
附件 3.4.2.4	外部安全防护距离	197
附件 3.4.2.5	建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者 使用后的影响	201
附件 3.4.2.6	厂址选择分析评价	203
附件 3.4.2.7	总平面布置与防火间距分析评价	205
附件 3.5	主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠 性	210
附件 3.5.1	分析拟选择的主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全 可靠性	210
附件 3.5.2	分析拟选择的主要装置、设备或者设施和配套、辅助工程 与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况	212
附件 3.5.3	分析消防的匹配情况	214
附件 3.5.4	重点监管的危险化工工艺评价	219
附件 3.6	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 准等相关检查	219
附件 3.6.1	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 定标准检查	219
附件 3.6.2	危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则设计与总图检	

查	222
附件 3.6.3 《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》中 有关安全条件审查阶段评价内容检查.....	225
附件 4 安全评价依据的国家现行有关安全生产法律、法规和部门规章及标 准的目录	228
附件 4.1 主要法律、法规、规章和规范性文件.....	228
附件 4.2 主要国家标准和行业标准.....	231
附件 5 收集的文件、资料目录	235

1 安全评价工作经过

1.1 建设项目安全评价的目的

根据《中华人民共和国安全生产法》规定：“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”。建设项目安全评价是落实“安全第一，预防为主，综合治理”这一安全生产方针的重要技术保障，是应急管理的主要手段，是使“三同时”工作进一步科学化和制度化的重要举措。本评价的基本目的是：

- (1) 从设计上，实现建设项目的本质安全。
- (2) 为建设单位安全管理的系统化、标准化和科学化，提供技术依据。
- (3) 为应急管理部门实施监察、管理提供决策依据。

1.2 建设项目安全评价的前期准备情况

- (1) 确定安全评价对象和范围：

根据建设项目的实际情况，与建设单位共同协商确定安全评价对象和范围。

- (2) 收集、整理安全评价所需资料：

在充分调查研究安全评价对象和范围相关情况后，收集、整理安全评价所需要的各种文件、资料和数据。

1.3 建设项目安全评价的对象及范围

本评价对象为镇海炼化老区燃料气回收富乙烷气资源的主体工程及相应的公用工程和辅助设施，评价涉及安全相关的工艺、设备、人员、作业环境和管理体系等各个方面，具体如下：

- (1) 生产装置：50000Nm³/hPSA 变压吸附装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统，包括生产过程中使用的设备、生产工艺、电气、仪表控制系统。

- (2) 涉及的主要物料：原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参

照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)、氮气等,详见表 2-8、表 2-6。

(3) 涉及的建(构)筑物:生产装置、压缩机厂房扩建。

(4) 系统配套外管:系统配套外管与 1#渣油加氢、1#乙烯、4#PSA、5#PSA、5#加氢、6#加氢、燃料气管网等的交界面为各装置红线外 1 米,详见表 2-14) 等。

(5) 与上述装置相配套的公用工程及其他辅助设施,本项目依托已有的公用工程、辅助设施部分主要对依托的匹配性进行评价。

以下内容不在本评价范围之内:

(1) 委托方因各种原因而主观上不愿或客观上不能提供准确的资料、信息而可能造成的危险危害。

(2) 2#轻烃回收及氢回收装置界区内外与本项目无关的其他装置及与其相配套的公用工程、辅助设施。

(3) 凡涉及本项目的环保、厂外运输等方面的内容,应按照国家有关标准和规定执行,本评价引用到的环保标准和相关法规与安全评价有一定的关联,环保应符合国家相关法律、法规的规定,本项目只进行一般性检查、评价,环境保护的验收以其主管部门的意见为准;

(4) 地震、台风、海啸、洪水等不可抗拒的自然灾害和不可预测因素造成的危险危害。

1.4 建设项目安全评价的工作经过和程序

建设项目安全评价的工作经过和程序一般包括:前期准备;辨识危险、有害因素;划分评价单元;确定安全评价方法;定性、定量分析危险、有害程度;分析安全条件;提出安全对策与建议;整理、归纳安全评价结论;与建设单位交换意见;编制安全评价报告等。

建设项目安全评价程序框图如图 1-1 所示。

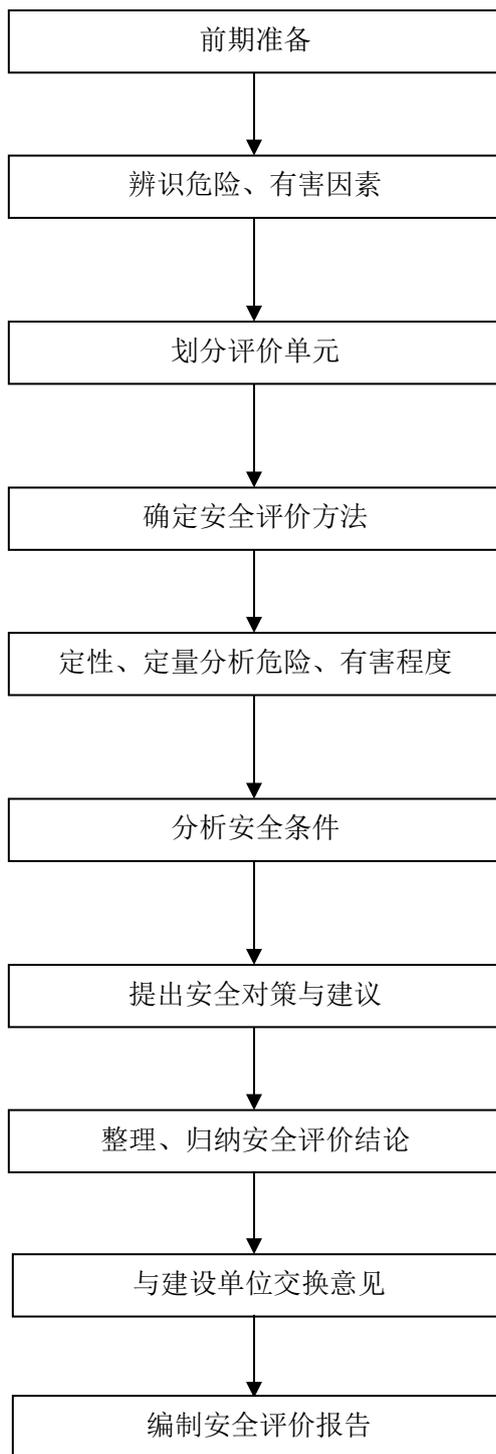


图1-1 建设项目安全评价程序框图

2 建设项目概况

2.1 单位简介

镇海炼化的前身是始建于 1975 年 5 月的浙江炼油厂，1983 年划归原中国石化总公司。1994 年 12 月经整体股份制改造后，在香港联交所上市，成为一家 H 股公司。根据总部的战略部署，公司于 2006 年 3 月从香港联交所退市，同年 9 月登记成立了中国石化镇海炼化分公司。

目前镇海炼化拥有 2700 万吨/年原油综合加工能力、220 万吨/年乙烯生产能力；拥有 1.2 亿吨/年吞吐能力的深水海运码头，以及超过 1700 万 m³ 的储存能力。是中国最大的原油加工基地、进口原油加工基地、含硫原油加工基地、成品油出口基地和重要的原油集散基地。

2.2 项目概况

镇海炼化老区燃料气系统包含 4#PSA 装置的解析气、5#PSA 装置的解析气、1#渣加装置的燃料气、5#加氢装置的燃料气和 6#加氢装置的燃料气。近年来随着加氢干气氢回收设施的投用，通过 PSA 后其中的碳二及以上组分得到了富集。当前该燃料气中 C₂、C₃ 组分比例较高，频繁出现 C₂+ 组分含量超过 20v% 的情况。C₂、C₃ 等富乙烷气是乙烯装置的上好原料，具备较高的回收利用的价值，直接作为燃料气造成资源浪费。为提高乙烯装置轻质原料比重，进一步优化气体资源利用率，将老区燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源回收至乙烯装置加工，实现公司整体效益最大化。故镇海炼化拟投资 12795.1 万元（不含增值税）建设老区燃料气回收富乙烷气资源项目。另外，通过回收燃料气中的碳二及以上组分，降低燃料气产量，老区部分装置（如重整 PX 装置等燃料气“大户”）停工检修期间，有利于缓解燃料气产耗阶段性不平衡的问题。系统燃料气中 C₄C₅ 组分含量高，冬季瓦斯系统带液情况较为严重，对重整 PX 等装置冬季的平稳运行也造成一定影响。与此同时，

回收碳二及以上组分后的燃料气，可有效缓解瓦斯带液的问题。

本项目备案情况：基本信息表：备案时间：2024年4月25日，备案机关：镇海区经济和信息化局，项目代码：2404-330211-07-02-887176。建设规模及内容(生产能力)：镇海炼化2#轻烃装置区域计划采用变压吸附(PSA)工艺，新增一套碳二回收设施，规模为原料气加工量50000Nm³/h，主要加工来自4#/5#PSA装置的解析气，1#渣加、5#加氢和6#加氢装置的混合燃料气；充分回收老区燃料气中的乙烷、丙烷组分资源，将这股高附加值的富乙烷气资源回收送至乙烯装置加工，优化乙烯原料品质。

本项目产品富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)均属于危险化学品，本项目属于危险化学品生产项目，项目总平面布置图由镇海石化工程股份有限公司设计。

本项目基本概况表如下：

表 2-1 本项目基本概况表

企业名称	中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司		
项目名称	老区燃料气回收富乙烷气资源		
项目地址	宁波石化开发区镇海炼化炼油五部2#轻烃回收及氢回收装置界区内		
法定代表人	陈燕斌	主要负责人	陈燕斌
联系人	胡华平	电话	0574-86445177
建设性质	改建	立项审批部门	镇海区经济和信息化局
项目总投资	12795.1万元(不含增值税)	用地面积	镇海炼化炼油五部2#轻烃回收及氢回收装置边界线内面积为5704m ² (平面布置内包含1套氢回收单元、1套轻烃回收单元、变配电室等)，本项目在2#轻烃回收及氢回收装置内实施，原有2#轻烃回收相关的设备拆除，新增设备布置在拆除设备后的空地上，无需新征用地；原有氢回收装置保留
项目备案	基本信息表：备案时间：2024年4月25日，备案机关：镇海区经济和信息化局，项目代码：2404-330211-07-02-887176		

2#轻烃回收及氢回收装置的现状情况：

(1) 主要原料

2#轻烃回收装置主要原料为常减压装置初顶瓦斯、常减压装置低压瓦斯、歧化汽提塔顶尾气、PX 异构化尾气、氢气回收 PSA 解吸气。

氢气回收装置主要原料为 II、IV 重整装置 PSA 解吸气，II、IV 重整装置来的含硫富气；III、IV、V 加氢装置来的脱硫燃料气、加氢裂化装置来的脱硫燃料气、脱硫低分气。

(2) 主要产品

2#轻烃回收装置主要产品有氢气、液化石油气、轻油、干气等。

氢气回收装置主要产品有氢气、解析气等。

(3) 生产规模

2#轻烃回收装置规模 28 万吨/年。

氢气回收装置 20000Nm³/h。

(4) 工艺单元

2#轻烃回收装置由轻烃压缩区、分子筛脱水区、冷凝液化精馏区、干气脱硫区、公用工程区等六区域组成。

氢气回收装置由重整富气脱硫部分、PSA 氢气提纯部分、氢气压缩机部分、解吸气压缩机及 TSA 解吸气干燥等四部分组成。

(5) 设备

2#轻烃回收及氢回收装置设备共 193 台，其中塔器 17 台，泵 41 台，压缩机 9 台，容器 78 台，空冷器 3 台，换热器 38 台，其他 7 台。其中压力容器 113 台。

2.2.1 主要技术、工艺（方式）和国内、外同类建设项目水平对比情况

2.2.1.1 建设项目国家和当地政府产业政策与布局符合性

(1) 国家相关产业政策符合性

本项目为改建项目，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目列入“第一类鼓励类中四十二、环境保护与资源节约综合利

用 10. 工业“三废”循环利用：轻烃类石化副产物综合利用技术装备”。

本项目符合国家相关产业政策。

(2) 当地政府产业政策与布局符合性

根据《浙江省经济和信息化厅 浙江省生态环境厅 浙江省应急管理厅关于实施化工园区改造提升推动园区规范发展的通知》浙经信材料〔2021〕77号：“原则上限制园区内无上下游产业关联度、两头（原料、产品销售）在外的基础化工原料建设项目；要限制主要通过公路运输且运输量大的以爆炸性化学品、剧（高）毒化学品或液化烃类易燃爆化学品为主要原料的化工建设项目，以及限制高 VOCs 排放化工类建设项目”。“限制发展的县域在经认定的化工园区新建、扩建危化品生产项目，其建设项目涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化化工工艺或构成一级重大危险源的，项目所在园区安全风险等级必须达到 C 类（一般风险）或 D 类（低风险）”。

本项目不属于园区内无上下游产业关联度、两头（原料、产品销售）在外的基础化工原料建设项目；本项目不属于主要通过公路运输且运输量大的以爆炸性化学品、剧（高）毒化学品或液化烃类易燃爆化学品为主要原料的化工建设项目，以及高 VOCs 排放化工类建设项目。本项目不属于涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化化工工艺或构成一级重大危险源的新建、扩建危化品生产项目，且本项目所在的宁波石化开发区不属于限制发展的县域，园区安全风险等级达到 D 类（低风险）。因此本项目能够符合《浙江省经济和信息化厅 浙江省生态环境厅 浙江省应急管理厅关于实施化工园区改造提升推动园区规范发展的通知》浙经信材料〔2021〕77 号规定的入园要求。

在宁波“十四五”发展规划纲要明确将实施“十大千亿产业培育工程”，其中：在绿色石化产业要重点发展石油炼化、有机化工合成，延伸产业链，提升价值链，完善循环链。

本项目位于宁波石化开发区，其前身为宁波化学工业区，2008 年 12 月

被国家发改委和工信部认定为国家新材料高技术产业基地化工新材料基地。2010年12月经国务院批准升格为国家级经济技术开发区，并定名为宁波石化开发区。2014年7月由国家发改委办公厅、财政部办公厅联合确定为国家循环化改造示范试点园区，是全国七大石化产业基地之一。2017年被工信部认定为全国第一批绿色园区。

宁波石化开发区是浙江省唯一的石化和化工专业型开发区，总体规划面积为43.77平方公里。区内建有全国最大的公共液体化工码头，年吞吐能力超1000万吨；有全国最大的炼化一体化企业—镇海炼化，拥有2700万吨/年原油综合加工能力、220万吨/年乙烯生产能力。

宁波石化开发区按照“规划先导、基础先行、分步实施、内外资并举”和可持续发展的要求，本着“外向型、高起点”和“持续、快速、安全、健康”的发展理念，结合石油化工行业的特点，努力营造一个以炼油和乙烯项目为支撑、以液体化工码头为依托、上下游产业一体化、资源配置集约化、生产与生态环境均衡协调的石化和化工新材料专业园区，坚定不移地走高质量发展之路，积极推动石化产业绿色发展、融合发展、协同发展，助推名城名都建设，努力打造一个极具竞争力的世界级的绿色石化基地。

本项目归类为宁波石化区的炼化-乙烯产业链，符合宁波市“十四五”发展规划纲要和宁波石化开发区的产业发展战略。

此外，本项目不属于《浙江省工业污染项目（产品、工艺）禁止和限制发展目录（第一批）》中所规定的禁止和限制发展项目；未列入《宁波市禁止、限制和控制危险化学品目录（试行）》；未采用列入《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录》应急厅〔2020〕38号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》应急厅〔2024〕86号的工艺技术设备。

综上所述，本项目符合国家和当地政府产业政策与布局。

2.2.1.2 主要技术、工艺（方式）和国内、外同类建设项目水平对比情况

国外从 20 世纪 50 年代开始开发从炼厂干气中回收 C₂ 组分并将其作乙烯原料的技术。迄今为止，从炼厂干气中分离富乙烯气和富乙烷气且已实现工业化的技术主要有深冷分离技术、油吸收技术和变压吸附技术。

（1）深冷分离技术

深冷分离技术是一种已经相当成熟的技术，技术诞生于 20 世纪 50 年代。由于常规深冷分离工艺能耗大，不断对技术进行改进，其中最突出的改进是利用分凝分馏器进行分离。

20 世纪 90 年代初，美国 Stone & Webster 公司将分凝分馏器应用于烃的气体分离，形成了以分凝分馏器为核心的第一代 Advanced Recovery System（ARS）技术。ARS 技术由原料预处理、产品选择性分馏和深冷回收等单元组成。

与传统的激冷系统只进行换热过程相比，分凝分馏器在传热的同时进行传质，起到了多级分离的效果。因此，该技术既达到了高的分离效果且能耗较低，比常规的深冷分离技术节能 15%~25%。采用该技术可使干气中的烃类回收率达到 96%，并且对原料的适应性较强，产品纯度可达到聚合级。

近年 Stone & Webster 公司又提出以热集成精馏系统（HRS）为核心设备的第二代 ARS 技术。HRS 既是对传统精馏塔的改进，也是对分凝分馏器的重大改进，它将常规板翅式换热器、分离罐和精馏塔进行了热集成，无回流泵。HRS 与分凝分馏器相比，传热效率约为分凝分馏器的 10 倍。达到相同的分离效果时，设备尺寸大幅减小，投资大幅降低。

深冷分离技术一般适合处理有大量干气的情况，特别是炼厂集中的地区及大型 FCC 装置比较多的地区。美国 Mobil 公司的 FCC 装置产生 550 万吨/年的干气，采用深冷分离技术回收其中的乙烯收到了明显的经济效益。但该技术对炼厂规模小、且又较分散的情况下，用于处理干气则不经济。

(2) 油吸收技术

油吸收技术一般利用碳四、碳五和芳烃作为吸收剂，吸收干气中的 C2 以上组分，再通过精馏将吸收的各个组分逐一分离。通过对吸收液的解吸和初步分离可得到乙烯 84%(wt) 以上的 C2 组分，乙烯的回收率可达 95% 以上。根据吸收温度不同，主要包括中冷油吸收技术和浅冷油吸收技术。

① 中冷油吸收技术

中冷油吸收技术主要是利用吸收剂对干气中各组分的溶解度不同来分离气体轻烃混合物的，一般利用吸收剂吸收 C2 及 C2 以上的重组分，分离出甲烷、氢和氮气等不凝气，再用精馏方法分离吸收剂中的各组分。此法最低操作温度为 -60°C - -70°C ，一般操作温度为 -20°C - -40°C ，不需要 -100°C 的深冷分离，故称为中冷油吸收技术。中冷油吸收技术具有不受气体组成影响，不需耐低温材料、投资省，进料不需全部进行深冷等优点，工艺和冷冻系统简单，技术成熟。但该技术存在乙烯收率低，产品纯度较低的缺点。典型的中冷油吸收技术乙烯收率约 85%。为消除氮氧化物带来的安全隐患，ABB Lummus 公司也提出了改进的油吸收工艺。

上海东华环境工程有限公司开发了新型的中冷油吸收技术—NORP (Novel Olefin Recovery Process)，该工艺可针对炼厂-乙烯联合企业回收 C2 以上轻烃，也可为独立炼厂回收得到聚合级乙烯。该干气回收轻烃工艺 (NORP) 由六塔 (胺吸收塔、胺解吸塔、碱洗塔、吸收塔、解吸塔、乙烯精馏塔)、三机 (干气压缩机组、产品气压缩机组、丙烯制冷机组)、三床 (脱氧加氢床、脱水脱汞床和脱硫床) 构成，工艺流程短，设备数量少。但 NORP 技术目前未有与本项目类似的工业应用。

② 浅冷油吸收技术

针对传统中冷油吸收技术存在的不足，中国石化北京化工研究院开发了用于回收干气中 C2 组分的浅冷油吸收工艺，以炼厂碳四为吸收剂，将炼厂

干气中“相似”的 C₂ 及以上组分吸收下来，而将“不相似”的 H₂、N₂、O₂、NO、CO、CH₄ 等组分分离出去。干气经过三段压缩后，压力提高 4.0MPaG 左右；将压缩后的干气冷却至 5-15℃，送入吸收塔；以碳四作为吸收剂，吸收干气中的 C₂ 以上组分。富溶剂靠压差进入解吸塔，塔顶得到提浓的 C₂ 以上组分，脱除其中的 NO_x 和 O₂ 等杂质后，送入乙烯装置的碱洗塔；解吸塔塔釜采出贫吸收剂，经过逐级冷却返回吸收塔循环使用。对于吸收塔中未被吸收的甲烷、氢气和氮气等不凝气，可采用两种方法处理：一是不凝气进入膨胀机和冷箱组成的系统，利用自身的压力膨胀制冷，再在闪蒸罐中闪蒸，从闪蒸罐底部回收其中未被吸收的 C₂ 以上组分和夹带的吸收剂，不含 C₂ 以上组分的尾气进入瓦斯管网系统；二是不凝气进入再吸收塔，再吸收塔利用汽油做吸收剂，回收夹带的碳四，或碳五为吸收剂，再吸收塔顶尾气进入燃料气管网系统，含有少量碳四或碳五吸收剂的塔釜粗汽油返回炼厂 FCC 装置的吸收-稳定系统或送至乙烯装置做裂解原料。

浅冷油吸收法回收炼厂干气成套技术已成功应用于齐鲁石化 10 万吨/年催化干气回收装置、齐鲁石化 22 万吨/年焦化干气回收装置、福建联合石化 23 万吨/年干气回收装置和燕山石化 20 万吨/年饱和干气回收装置，并已转让给茂名石化、镇海炼化、中科炼化、浙江石化、京博石化等多家企业。技术具有回收率高、产品品质高、流程简单、操作简便、运转周期长、对原料适应性强、占地面积小等优点。

（3）变压吸附技术

吸附分离法根据吸附剂再生方法的不同可以分为变压吸附（PSA）法和变温吸附法等。在分离烯烃和烷烃的吸附工艺中，使用的吸附剂通常有沸石、活性炭和金属络合物等。

利用变压吸附的原理，采用多台吸附塔，通过吸附、均压降、顺放、置换、抽空、升压和终充等步骤，回收干气中的 C₂ 及 C₂+组分，再经过精脱碳、

精脱硫、和催化脱氧后即可送入乙烯装置的分离系统。回收炼厂干气乙烯资源成套工业化技术开发，在吸附剂、催化剂、实验室等系统研究、装置工程研究的基础上，于 2018 年 4 月在大庆龙油建成了 40000Nm³/h 催化干气提浓乙烯工业装置，从催化干气中回收乙烯、乙烷等有效组分。装置通过了 72 小时的生产标定，产品各项指标合格，乙烯回收率大于 95%。继大庆龙油 C2 回收装置之后，2020 年在中石化茂名分公司建成了 20000Nm³/h 干气提浓乙烯资源装置，2022 年 5 月该装置通过了 72 小时的生产标定，产品各项指标合格，创造了显著的经济效益。

2.2.1.3 工艺技术选择

综合以上的介绍，深冷分离法、变压吸附法、浅冷油吸收法、中冷油吸收法，各种方法各具特点。深冷分离法工艺成熟，产品回收率高，但投资大，操作复杂，能耗高；变压吸附法能耗低，装置对外依存度小，但动设备较多，程控阀的故障率相对偏高；浅冷油吸收法流程比较简单，但能耗高。中冷油吸收法流程简单，产品回收率高，但产品气纯度低，装置投资较大，能耗较高。

根据本项目的实际情况，结合目前国内同类装置的运行情况，本项目所采用的工艺技术应从目前应用成熟可靠的油吸收技术与变压吸附技术中选择。针对以上技术归纳出以下内容：

饱和干气中富含轻组分，碳四以上烃类很少，C2 中以乙烷为主，乙烯含量很低，适合采用变压吸附技术，得到的富乙烷气直接进入裂解炉；

催化干气富含乙烯量大，同时含有一定量的碳四以上烃类。部分生产企业在新建乙烯装置的同时，同步建设干气回收装置，PSA 技术和油吸收技术均可采用，乙烯装置允许直接将回收的富烃气体引入到乙烯装置合适位置。

上海东华环境工程有限公司的中冷油吸收技术—NORP 工艺，该技术使用专有吉诺吸收工艺，经吸收和再生即可实现氢气和甲烷的高效脱除，不需使

用乙烯行业常规的低温脱除甲烷、氢气工艺，但尚未有与本项目类似的工业化应用。

以上技术的主要特点对比如下表所示。

表 2-2 工艺技术的主要特点对比情况表

工艺技术特点			
项目	变压吸附法	浅冷油吸收法	中冷油吸收法
原理	利用吸附剂对干气中各组分吸附选择性的不同，通过加压吸附、降压解吸的过程来实现气体分离。	依据“相似相溶”，利用炼厂干气中各组分在吸收剂中溶解度的不同来进行分离。	依据“相似相溶”，利用炼厂干气中各组分在吸收剂中溶解度的不同来进行分离。
吸附剂	需要	不需要	不需要
程控阀	需要	不需要	不需要
吸收剂	不需要	C4 吸收剂+汽油吸收剂	专用吸收剂
制冷系统	不需要	溴化锂制冷	丙烯制冷
C2 回收率	≥90% (VPSA 出口)	≥95%	≥90%
产品气中 CH ₄ 含量	≤4%	≤3.5%	≤10%
能耗	-40kgoe/t 原料	-90kgoe/t 原料	-110kgoe/t 原料
运行成本	基准	+2800 万元/年	+3900 万元/年
投资	相当	相当	较低
工程业绩	已投产数套	已投产数套	少

变压吸附法主要的优势如下：

(1) 装置运行能耗低：变压吸附装置在干气压力和常温下吸附，在常温和抽空负压下解吸，只需对大约占进料 40%富乙烯产品气进行增压。因此与吸收法相比具有能耗特别低的优势，能耗仅为油吸收法的 1/2~1/4。

(2) 装置独立性强：无需辅助吸收剂，进出界区的物料除了公用工程以外，仅包括原料和产品。

(3) 原料适应性强：适用于从各类炼厂干气及煤化工气体中提浓 C2+组分；对原料气组成及流量变化的承受能力强。

(4) 吸附剂使用寿命长：≥10 年。

(5) 装置操作简单自动化程度高：程控阀故障时，装置运行程序自动切

除故障程控阀所在的吸附塔，装置继续运行。

变压吸附法最大的优势在于其能耗低，依照 35 万吨/年的规模，与同规模浅冷油装置相比，一年的装置操作费用能够节省约 5000 万元。

变压吸附技术广泛用于气体的分离，至今已建有近 2000 套吸附分离装置，其中炼厂干气回收装置有 20 多套。

涉及企业机密，不予公开。

2.2.2 地理位置与自然条件

2.2.2.1 地理位置与周边环境

本项目位于宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，地理位置图、周边环境示意图如下。



图 2-1 地理位置图



图 2-2 周边环境示意图

宁波石化开发区位于杭州湾南岸，宁波镇海区西北侧辽阔的海涂上，规划面积 43.77 平方公里。区内地势平坦，依江临海，水源充沛，环境容量大，自然条件优越，同时园区提供“九通一平”，配套设施齐全。宁波及周边地区经济的快速发展和宁波杭州湾大桥的建设给园区带来了无限商机和发展机会，具有发展石油化学工业得天独厚的优势。园区水陆交通便捷、四通八达，区域优势明显。园区距宁波市区仅 14 公里，距东方深水良港北仑港仅 24 公里，紧邻中国最大的液体化工码头。

根据项目评价组的现场勘查，本项目在宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置内实施，原有 2#轻烃回收相关的设备拆除，新增设备布置在拆除设备后的空地上；原有氢回收装置保留。1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置按联合装置布置，其中 1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置布置在北侧，2#加氢裂化装置布置在南侧。整个联合装置位于经九路、经十路、纬零路及烯纬一

路围合范围内，经九路、经十路、纬零路及烯纬一路均为消防道路。联合装置的建东侧为经十路、1#渣油加氢装置（甲类），建南侧为烯纬一路、裂解汽油加氢装置（甲类）和芳烃抽提装置（甲类），建西侧为经九路、加氢装置（甲类）和 35kV 区域变电所（第二类区域性重要设施），建北侧为纬零路、重整联合装置（100 万吨/年连续重整装置、45 万吨/年 PX 装置和歧化烷基转移装置）（甲类）。

本项目现状及周边环境照片如下：



2#轻烃回收及氢回收装置现状



东侧的 1#渣油加氢装置



南侧的裂解汽油加氢装置



南侧的芳烃抽提装置



西侧的加氢装置和区域变电所

北侧的重整联合装置

图 2-3 本项目现状及周边环境照片

2.2.2.2 自然条件

①气象特征

宁波石化开发区属亚热带季风气候，四季分明，气候温和湿润，雨量充沛；无霜期长，冬夏季风交替出现，春秋季节有海陆风环流发生；无风沙现象。

年平均气温 16.6℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温-8.8℃；平均相对湿度 79%；主导风向为东南偏南风、西北风；年平均风速 1.90m/s，最大风速 34.3m/s；年平均降雨量 1314.8mm；最大冻土深度 50mm。

②地形地貌

宁波石化开发区位于杭州湾南岸，宁波镇海区西北侧辽阔的海涂上，规划面积 43.77 平方公里。

场地地势较低，地形较为平坦，整体上呈西南高、东北低之势；场地地貌类型为第四纪滨海相淤积平原。

③工程地质、水文地质及地震条件

根据场地地质初勘，开发区地层自上而下依次为淤泥质粉质粘土、粉土、淤泥质粉质粘土、粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉质粘土、细砂、粉质粘土、粉质粘土混碎石、粉质粘土混砾砂、强风化凝灰岩和中风化凝灰岩，局部岩

层深度约 11.5m。

开发区临近海域的潮汐运动主要受北股潮波控制，潮汐特征为：平均高潮位：1.05m（85 黄海高程，下同）；平均低潮位：-0.69m。

表 2-4 自然、气象条件表

序号	自然、气象要素	单位	数值	备注
1	气温			
1.1	年平均气温	℃	16.6	
1.2	极端最高温度	℃	41.9	
1.3	极端最低温度	℃	-8.8	
1.4	最热月最高温度平均值	℃	32.0	
1.5	最冷月最低温度平均值	℃	2.8	
1.6	最热月平均气温（7月）	℃	27.8	
1.7	最冷月平均气温（1月）	℃	5.4	
2	相对湿度			
2.1	年平均相对湿度	%	79	
2.2	月平均最高相对湿度（1984年6月）	%	90	
2.3	月平均最低相对湿度（70年12月、88年12月）	%	60	
2.4	7、8月平均相对湿度	%	80.5 80.8	7月8月
2.5	12、1月平均相对湿度	%	75.6 73.3	1月12月
3	大气压			
3.1	正常气压	hPa	1014.0	
3.2	最小气压	hPa	975.2	
3.3	最大气压	hPa	1039.9	
3.4	夏季平均气压	hPa	1005.5	7、8、9月
3.5	冬季平均气压	hPa	1023.1	12、1、2月
4	风向、风速、风压			
4.1	夏季主导风向频率		以东南偏南为主	
4.2	冬季主导风向频率		以西北为主	
4.3	主导风向		SSE、NW	
4.4	地面以上10m高处10分钟最大平均风速	m/s	34.3	
4.5	地面以上35.5m高处极大风速	m/s	> 40.0	
4.6	年平均风速	m/s	1.90	
4.7	春季平均风速	m/s	1.90	
4.8	秋季平均风速	m/s	1.90	
4.9	基本风压（在10m高处）	kN/m ²	0.60~0.65	
5	降雨量			
5.1	年平均降雨量	mm	1314.8	

5.2	年最大降雨量	mm	1625.6	1983年
5.3	年最小降雨量	mm	797.3	1979年
5.4	月平均最大降雨量	mm	182.9	6月
5.5	月平均最小降雨量	mm	58.2	12月
5.6	日最大降雨量	mm	283.4	
5.7	1小时最大降雨量	mm	81.2	
5.8	年平均降雨天数	天	150.9	
6	降雪量			
6.1	最大积雪深度	mm	140	
7	其他			
7.1	冻土最大深度	m	-0.05	
7.2	年平均雷暴日数	日	27.3	
7.3	年最多雷暴日数	日	44	
7.4	年平均蒸发量	mm	1499.0	
7.5	月最大蒸发量	mm	293	1971.7
7.6	月最小蒸发量	mm	33.9	1990.2
7.7	年平均雾日数	日	24.5	
7.8	年最多雾日	日	48	1984年
7.9	年平均日照时数	h	1907.8	
7.10	最冷月土壤平均温度	℃	9.1	1月
7.11	最热月土壤平均温度	℃	33.9	7月
7.12	空调设计夏季干球温度	℃	34.5	
7.13	空调设计夏季湿球温度	℃	28.5	
7.14	空调设计冬季相对湿度	%	78	
7.15	地震烈度	度	7	

2.2.3 用地面积和生产规模等

(1) 用地面积

镇海炼化炼油五部2#轻烃回收及氢回收装置边界线内面积为5704m²（平面布置内包含1套氢回收单元、1套轻烃回收单元、变配电室等），本项目在2#轻烃回收及氢回收装置内实施，原有2#轻烃回收相关的设备拆除，新增设备布置在拆除设备后的空地上，无需新征用地；原有氢回收装置保留。

(2) 生产规模

本项目新增内容包括一套 PSA 变压吸附装置、一套富乙烷气/富甲烷气压缩系统和系统外管部分。

PSA 变压吸附装置生产规模：50000 Nm³/h，年开工时数：8000 小时，操作弹性：30~110%。

本项目的原料气为 4#PSA 装置解析气 16.879t/h、5#PSA 装置解析气 18.426t/h、1#渣加装置燃料气 2.024t/h、5#加氢装置燃料气 1.128t/h 和 6#加氢装置燃料气 1.249t/h 组成的混合气。当 4#PSA 和 5#PSA 其中之一停工处理时。且其处理负荷处于 60%的工况，本项目的操作负荷可处于 30%负荷的操作工况。本项目富甲烷压缩机 C2502 为离心式压缩机，设有出口至入口的反飞动调节阀，可以满足装置在 30%操作负荷状态的操作工况。富乙烷压缩机 C2501A/B 为二级往复压缩机，设有二级返一级入口和一级出口返一级入口的压力递推控制系统，可以满足装置在 30%操作负荷状态的操作工况。本项目往复式压采用气阀无级调节系统，压缩机通过顶开吸气阀能实现 0%，50%，75%，100%四档气量调节流量，并结合回路调节（二回一），能实现 30%工况下的安全运行。

年产：富乙烷气 13.04 万吨，凝缩油 3.08 万吨，富甲烷气 15.64 万吨，产品方案见下表：

表 2-5 项目产品方案一览表

产品名称	危险化学品目录序号	产量（万吨/年）	备注
富乙烷气	2661（参照乙烷）	13.04	经富乙烷气压缩机升压至 1.25MPa 后送至 1#乙烯装置
凝缩油	2796（参照正戊烷）	3.08	经富乙烷气凝液泵升压至 1.65MPa 送至 2#加氢裂化装置
富甲烷气	1663（参照氢气和甲烷混合物）	15.64	经富甲烷气压缩机升压至 0.75MPa 后，经系统管廊输送至经九路燃料气阀组

（3）产品技术指标

本项目PSA装置目的产品：富乙烷气、富甲烷气和凝缩油。富乙烷气去乙烯裂解炉，富甲烷气并入经九路燃料气阀组，凝缩油进入2#加氢裂化装置。本项目产品预期技术指标如下：

表 2-6 本项目产品预期组成表

组分 v%	富乙烷气	富甲烷气	凝缩油
氢气	1.01	36.96	0.00
空气	1.20	13.90	0.03
甲烷	4.50	45.25	0.11
乙烷	53.49	2.94	9.74
乙烯	1.84	0.08	0.21
丙烷	19.76	0.35	15.16
丙烯	0.26	0.00	0.17
异丁烷	5.78	0.00	12.50
正丁烷	7.42	0.00	21.25
反丁烯	0.02	0.00	0.05
正丁烯+异丁烯	0.12	0.00	0.28
顺丁烯	0.02	0.00	0.05
C5 及以上	3.89	0.00	37.13
一氧化碳	0.13	0.52	0.00
二氧化碳	0.02	0.00	0.00
硫化氢	0.00		0.00
H ₂ O	0.55		3.33
合计	100	100	0
压力	1.25MPa. G	0.75MPa. G	1.73MPa. G
温度	40℃	40℃	40℃
流量 Nm ³ /h	10351	34720	
质量流量 kg/h	16295.65	19558.57	3851.78

(4) 安全生产许可证许可范围

本项目需领取安全生产许可证的危险化学品具体见下表：

表 2-7 需领取安全生产许可证的危险化学品一览表

序号	产品（主要组份 v%）	危险化学品目录序号	本项目许可证范围（万吨/年）
1	富乙烷气（乙烷 53.49、丙烷 19.76、正丁烷 7.42、异丁烷 5.78）	2661（参照乙烷）	13.04
2	凝缩油（C5 及以上 37.13、正丁烷 21.25、丙烷 15.16、异丁烷 12.50、乙烷 9.74）	2796（参照正戊烷）	3.08

注：本项目富甲烷气（甲烷45.25、氢气36.96、空气13.90，参照氢气和甲烷混合物）作为燃料气，经富甲烷气压缩机升压至0.75MPa后，经系统管廊输送至经九路燃料气阀组，故不列入安全生产许可证许可范围。

2.2.4 原辅材料

本项目主要原辅材料的技术指标要求如下：

(1) 原料-原料气

本项目PSA装置所处理原料为4#PSA装置解析气、5#PSA装置解析气、1#渣加装置燃料气、5#加氢装置燃料气和6#加氢装置燃料气组成的混合气，技术指标要求如下：

表 2-8 原料气组成表

涉及企业机密，不予公开。

(2) 辅助材料-吸附剂

表 2-9 吸附剂规格表

涉及企业机密，不予公开。

2.2.5 主要建（构）筑物

本项目的的主要建（构）筑物见下表：

表 2-10 主要建（构）筑物一览表

序号	单体名称	火灾危险性分类	耐火等级	结构形式	建筑层数	占地面积（m ² ）	备注
1	构 1	甲类	二级	混凝土框架+钢结构框架式构架	1	263.9	

2	构 2 (扩建压缩机厂房)	甲类	二级	混凝土框架+轻钢屋顶	2	410	
3	构 3	甲类	二级	钢结构框架式构架	2	90	原管廊 EL10 米层搭建

注：防火范围内装置金属框架耐火时间不小于 2 小时，防火范围内装置设备裙座的耐火时间不小于 2 小时。

2.2.6 工艺流程

本项目整个装置由 PSA 变压吸附装置和富乙烷气/富甲烷气压缩系统组成，原则流程示意图见附件 5。

具体过程简述如下：

涉及企业机密，不予公开。

2.2.7 物料平衡说明

本项目装置的物料平衡见下表：

表 2-11 本项目装置的物料平衡表

涉及企业机密，不予公开。

2.2.8 主要装置（设备）和设施的布局及其上下游生产装置的关系

(1) 主要装置（设备）和设施的布局

本项目在宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置内实施，原有 2#轻烃回收相关的设备拆除，新增设备布置在拆除设备后的空地上；原有氢回收装置保留。1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置按联合装置布置，其中 1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置布置在北侧，2#加氢裂化装置布置在南侧。整个联合装置位于经九路、经十路、纬零路及烯纬一路围合范围内，联合装置的建东侧为 1#渣油加氢装置（甲类），建南侧为裂解汽油加氢装置（甲类）和芳烃抽提装置（甲类），建西侧为加氢装置（甲类）和 35kV 区域变电所（第二类区域性重要设施），建北侧为重整联合装置（100 万吨/年连续重整装置、45 万吨/年 PX 装置和歧化烷基转移装置）（甲类）。

1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、按联合装置布置，联合装置的关系说明如下：

(1) 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置与 2#加氢裂化装置直接进料：2#加氢裂化装置的脱硫燃料气和低分气作为原料直接进入已建的氢回收装置进行加工，已建的氢回收装置回收所产生的氢气送 2#加氢裂化装置，通过加裂新氢机提压使用；本项目 PSA 装置生产的凝缩油直接送 2#加氢裂化装置主汽提塔 T1001 进行加工处理，装置间存在直接进料关系。

(2) 2#加氢裂化装置与 1#苯抽提装置直接进料：2#加氢裂化装置的重石脑油（60-90℃馏分）产品直供 1#苯抽提装置作为原料，增产苯产品。

(3) 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置、1#苯抽提装置无中间原料罐。

(4) 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置、1#苯抽提装置同开同停（2#加氢裂化装置若停工，本项目 PSA 装置生产的凝缩油无下游装置可以加工处理，本项目 PSA 装置需要同步停工；1#苯抽提装置若停工，2#加氢裂化装置生产的重石脑油（60-90℃馏分）产品无下游装置可以加工处理，2#加氢裂化装置需要同步停工）。

因此，按《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）的定义要求，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置、1#苯抽提装置为联合装置。

本项目装置内的场地设计标高为 4.0m。根据竖向布置原则和厂区现有竖向布置方式，本装置竖向采用平坡式布置，设计坡度为 0.5%。

本项目新增设备依照原装置的布置原则，具体如下：

①满足工艺要求

该装置布置充分考虑了工艺系统要求的设备标高差和泵净吸入头（NPSH）的需要以及过程控制对设备布置的要求。

②满足安全生产

该装置布置充分考虑了设备、建筑物间的防火、防爆安全间距要求以及与界区外相邻装置(单元)的设备或建筑物间的安全距离;装置(单元)内设置有通道与界区外四周环形通道相连,保证了消防作业的可抵达性和可操作性。

③方便设备安装与检修

大型设备如吸附塔、压缩机等均靠马路一侧布置。既有利设备的现场组对,也方便其吊装;通道的设置为每台设备的安装与检修创造了条件。此外,设置若干个检修通道口,为某些设备(如压缩机)的检修创造了条件。装置布置还充分考虑了设备检修(如管壳式换热器)所需的空间。

④节约

该装置布置按照“流程顺畅、紧凑布置”的原则,变压吸附系统采用露天布置的方法有效地减少了装置建设用地和建设投资;装置作为若干工艺操作单元的组合,各单元设备实行了集中布置,减少管道的往返和管道工程费用,降低了能耗;并有利于非计划检修和采取临时的安全措施。泵靠近相关设备分组布置,充分利用空间。

装置新增的设备和构筑物防火间距满足《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008(2018年版)等相关规范的要求,具体如下:

涉及企业机密,不予公开。

项目总平面布置图、设备平面布置图具体见附件5。

(2)上下游生产装置的关系

本项目原料气包含4#PSA装置的解析气、5#PSA装置的解析气、1#渣加装置的燃料气、5#加氢装置的燃料气和6#加氢装置的燃料气,原料气在原料气缓冲罐混合后,进入本项目PSA变压吸附装置。

本项目PSA变压吸附装置产品包含富乙烷气、凝缩油、富甲烷气。其中经变压吸附系统提纯的富乙烷气,经富乙烷气压缩机升压至1.25MPa后送至

1#乙烯装置。凝缩油经富乙烷气凝液泵升压至 1.65MPa 送至 2#加氢裂化装置。富甲烷气经富甲烷气压缩机升压至 0.75MPa 后，经系统管廊输送至经九路燃料气阀组。

2#加氢裂化装置的重石脑油（60-90℃馏分）产品直供 1#苯抽提装置作为原料，增产苯产品。

2.2.9 公用工程和辅助生产设施

本项目公用工程规格、消耗具体如下：

（1）公用工程规格

①水系统

1)新鲜水：常温，0.3MPa（g）

2)循环冷水：

供水水温（t1）：32℃

回水水温（t2）：42℃

供水水压：0.35MPa（g）

回水水压：0.25MPa（g）

污垢系数： $3.44 \times 10^{-2} \text{m}^2 \cdot \text{k}/\text{w}$

3)除盐水：

pH值（25℃）：7~8

硬度：0ppm

电导率（25℃）： $0.2 \times 10^{-6} \text{s}/\text{cm}$ max

SiO₂：0.02mg/l

铁离子：0.02mg/l

铜离子：0.005mg/l max

总溶解固形物：0.15mg/l max

界区压力：0.6MPa（g）

温度：环境温度

4) 消防水：常温，压力：0.80~1.2MPa (g)。

②蒸汽

1) 3.5MPa 蒸汽：400℃，3.5MPa (g)

2) 1.0MPa 蒸汽：250℃，1.0MPa (g)

③空气与氮气

1) 净化风：

温度：常温

含油量：<10mg/m³

含尘量：<1mg/m³

含尘粒径：≤3 μm

露点：≤-40℃ (常压下)

界区压力：0.4~0.5MPa (g)

2) 非净化风：

温度：常温

露点：饱和湿空气

界区压力：0.4~0.5MPa (g)

3) 氮气：

温度：常温

纯度：≥99.99% (VOL)、O₂≤10ppm (VOL)

界区压力：0.8MPa (g)

④电：

6kV：交流三相三线制，中性点中阻接地

690/380/220V：交流三相五线制，TN-S 系统

⑤火炬背压：0.03MPa (g)

(2) 公用工程消耗

表 2-12 本项目公用工程消耗表

序号	名称	单位	耗量
1	电耗量	kW/h	2862
2	1.0MPa 蒸汽量	t/h	1
3	氮气量	Nm ³ /min	2
4	净化风量	Nm ³ /mim	1
5	非净化风量	Nm ³ /mim	30 (最大用量, 间歇)
6	循环水量	m ³ /h	374
7	除盐水	m ³ /h	0.346

2.2.9.1 给排水

本项目给排水主要包括生产给水、循环冷却水、除盐水、含油污水及雨水系统等。

(1) 给排水系统现状和依托情况

本项目新增设备位于 2#轻烃装置, 给排水工程均依托炼油新区现有给排水设施及系统。需依托的给排水系统现状如下:

①生产给水系统

生产给水不额外增加水量, 依托 2#轻烃装置内现有生产给水管道。

②循环冷却水系统

镇海炼化炼油循环水系统现共有 4 个循环水场, 本项目循环水由炼油 IV 循供水。炼油 IV 循设计供水规模为 36000m³/h, 共 9 间塔。炼油 IV 循目前循环水使用量为 32000m³/h, 规划的“1#苯抽提增产正己烷工艺改造”项目新增水量~230m³/h, 规划的“2#PSA 装置完善改造方案”项目新增水量~30m³/h, 本项目新增水量~374m³/h, 故 IV 循富余量能满足新增设备的循环水用水需求。

③除盐水

本项目新增水量 0.346m³/h, 本项目所在界区除盐水由 2#动力中心化水

站提供，管径为 DN200，供应能力 $27\text{m}^3/\text{h}$ ，已建装置用量 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ ，故除盐水富余量 $24.5\text{m}^3/\text{h}$ 能满足本项目需求。

④污水系统

本项目所在界区含油污水处理能力 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，已建装置用量 $7.1\text{m}^3/\text{h}$ ，含油污水处理能力富余量 $142.9\text{m}^3/\text{h}$ ，能满足改建设备的含油污水排放要求。

(2) 给排水系统说明

①生产给水系统 (PW)

本系统主要供装置区设备冲洗、地面冲洗等用水，间断供水；水质符合《石油化工给水排水水质标准》SH/T 3099-2021，供水压力 0.3MPa ，冲洗地面用生产给水依托现有装置，不另设置。

②循环冷却给水系统

本系统主要供压缩机冷却器、机泵等冷却用水，连续供水；水质符合《石油化工给水排水水质标准》SH/T 3099-2021，供水压力 0.35MPa ，水温 32°C ，由炼油 IV 循供给。

原有 2#轻烃装置循环水用量 $\sim 955\text{m}^3/\text{h}$ ，本项目拆除一级冷凝气氨冷却器、脱戊烷塔顶冷却器、贫液冷却器等设备，减少循环水用量 $\sim 589\text{m}^3/\text{h}$ ，原 3#PSA 装置全部保留，循环水用量 $\sim 480\text{m}^3/\text{h}$ ，C2 回收利用设施新增循环水用量 $\sim 963\text{m}^3/\text{h}$ ，本项目实施后总循环水用量 $\sim 1809\text{m}^3/\text{h}$ ，较原有装置增加了 $\sim 374\text{m}^3/\text{h}$ 循环水量。

原 2#轻烃装置建东侧已有 DN700 的循环冷却给水埋地管道，满足本项目实施后新增循环水量的要求。2#轻烃、3#PSA 及新增 C2 回收利用设施用循环水管道分别接管，原有 DN450、DN350、DN250 进装置循环冷却给水管道保留，新增一路 DN500 循环冷却给水埋地管道供 C2 回收利用设施用，带压开口接出，进装置管架敷设，设切断阀。现有 DN700 循环冷却给水埋地总管已设有计量设施，不再另设计量。

③循环冷却回水系统

自循环冷却给水换热后返回的压力循环水，可直接返回至冷却塔，新增水量 $\sim 374\text{m}^3/\text{h}$ ，连续排放；回水压力 0.25MPa，水温 42℃。

循环冷却回水自设备接出，原有 DN450、DN350、DN250 进装置循环冷却回水管道保留，新增一路 DN500 循环冷却回水管道至现有 DN700 管道，接入需带压开口。

④含油污水系统（OD）

主要为机泵边沟排水、设备围堰内的初期污染雨水等，新增含油污水量 $\sim 5\text{m}^3/\text{h}$ ，间断排放。含油污水自流至装置内现有含油污水系统。

装置内原有设备拆除区域内的含油污水管道拆除后封堵。

⑤雨水系统（RD）

装置内的清净雨水利用现有雨水系统，不另新增。

2.2.9.2 电气

本项目电气主要包括 2#轻烃装置改造区域的动力配电、照明、防雷、防静电接地。

（1）供配电系统

①供电电源现状

本项目 2#轻烃装置改造区域用电负荷电源引自 2#轻烃装置变电所，2#轻烃装置变电所 6kV 配以及 380V 配均采用单母线分段结构，正常情况下两回电源同时供电分列运行，当其中一回电源故障时，另一回电源能满足两段母线所有一、二级负荷的供电需求。

2#轻烃装置变电所 6kV 配进线容量为 755A，目前负荷率不大于 32%。低压目前设有 2 台 6kV 变压器，变压器容量为 630kVA。

②用电负荷统计

本项目新增用电负荷均在 2#轻烃装置改造区域内，新增和拆除负荷统计

如下表所示：

表 2-13 本项目新增和拆除负荷统计表

序号	名称	负荷等级	设备额定功率 (kW)	设备数量 (台)		计算负荷 (kW)	备注
				用常	用备		
	6kV 负荷						
1	制冷机组 C2004A-C	II	500	2	1	-881.7	拆除
2	富乙烷气压缩机 C2101A/B	II	2000	1	1	1968	新增
3	富乙烷气真空泵 P2101A/B/C	II	630	2	1	1118	新增
	6kV 负荷小计					2204.3	
二	690V 负荷						
1	富甲烷气压缩机 C2102	II	800	1		659.5	新增, 变频控制
三	380V 负荷						
1	二级凝液泵 P2002A/B	II	-15	1	1	-12	拆除
2	脱乙烷塔回流泵 P2003A/B	II	-15	1	1	-12	拆除
3	脱戊烷塔回流泵 P2004A/B	II	-30	1	1	-24.5	拆除
4	贫溶剂泵 P2005A/B	II	-30	1	1	-24.5	拆除
5	制冷机组油泵	II	-5.5	2	4	-9.07	拆除
6	制冷机组油加热器	II	-2	3		-3.8	拆除
7	制冷机组空间加热器	II	-0.5	1	2	-0.48	拆除
8	蒸发冷风机 A2001A-C/1	II	-15	3		-35.9	拆除
9	蒸发冷风机 A2001A-C/2	II	-7.5	3		-19.1	拆除
10	蒸发冷水泵	II	-5.5	2	1	-9.07	拆除
11	富甲烷气压缩机配套油站						
	油泵电机	II	22	1		19.68	新增
	油箱加热器	II	17.5	2		33.25	新增
	盘车电机	II	0.55	1		0.15	新增
	电机空间加热器	II	0.5	1		0.05	新增
12	富乙烷气压缩机配套油站(2套)						
	油泵电机	II	7.5	1	3	6.37	新增
	油箱加热器	II	4	2	2	7.6	新增
	盘车电机	II	5.5	1	1	1.43	新增
	电机空间加热器	II	1.8	1	1	1.71	新增
13	联合水站水泵电机	II	15	1	1	12.49	新增
	水箱电加热器	II	6	1	1	5.7	新增

14	PSA 液压油站油泵电机	II	15	1	1	12.49	新增
15	凝液泵 P2006A/B	II	11	1	1	6.06	新增
16	真空泵电机空间加热器	II	0.5	1	2	0.48	新增
17	装置照明	III	5	1		4.75	新增
18	压缩机棚行车	III	120	1		36	新增
	380V 负荷小计					-2.2	减少负荷
四	总负荷合计					2862	增加

合计增加总负荷 2862kW，2#轻烃装置变电所目前负荷率为 32%，6kV 进线 2 回路均为双拼 3*185 电缆，载流量约 755A。本项目增加 2862kW 计算负荷后，2#轻烃装置变电所 6kV 进线负荷率为 53.5%，已不满足二级负荷供电要求。进线电缆容量扩容，2 回进线均增加 1 根 3*185 电缆，进线改为 3 拼 3*185 电缆，载流量约 1133A，本项目新增负荷后负荷率为 35.6%，满足供电提要求。

③负荷等级及对电源的要求

本项目新增负荷除装置照明及压缩机棚行车为三级负荷外，其余负荷均为二级负荷，二级负荷采用双电源、单母线分段接线方式供电，正常情况下 2 回电源同时分列运行，当其中 1 回电源故障时，另 1 回电源容量能满足 2 段母线所有一、二级负荷供电要求。

④供电方案

本项目改造区域新增负荷电源均依托现有 2#轻烃装置变电所，具体情况如下：

本项目拆除 3 台自冷机组后，2#轻烃高配空出 3 台 6kV 开关柜，并新增 3 台 6kV 开关柜作为本项目新增 6 台 6kV 负荷电源柜。

新增富甲烷气压缩机采用 690V 变频控制，在装置变电所预留位置处设置 6/0.69kV 变压器以及 690V 变频器，电源引自上述新增 6kV 开关柜。

本项目新增低压负荷电源均依托本项目拆除的负荷电源回路，并对上述电源回路进行改造。

⑤ 配电系统接线方式

2#轻烃装置变电所高配、低配均采用双电源、单母线分段接线方式，正常情况下两回电源同时供电分列运行，当其中一回电源故障时，另一回电源能满足两段母线所有一、二级负荷的供电需求。

⑥ 无功补偿的设置

本项目不新增无功补偿装置，利用现有无功补偿装置设施。

根据建设单位运行模式，6kV 无功补偿装置均在上级变电所统一设置，装置变电所不设置。

⑦ 谐波控制

谐波控制满足规范《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 相关要求。

对产生高次谐波使系统电压或电流波形畸变的负荷，采取限制高次谐波的措施。

⑧ 继电保护及微机监控的设置

变电所继电保护的配置按照《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062 配置。

本项目抗晃电措施通过微机综合保护器的再启动功能实现。

本项目变电所综合自动化系统利用依托变电所现有设施，不新增设施。将本项目新增配电设施信号接入依托变电所现有综合自动化系统。并对现有综自系统进行扩容改造。

⑨ 电压等级

a. 供配电电压

6kV 交流、三相、接地方式与现有系统一致。

609V/380V/220V 交流、三相、五线、接地方式与现有系统一致。

b. 额定频率：50Hz。

c. 电气设备的额定电压：

$160\text{kW} \leq P < 4000\text{kW}$ 电动机：6kV

$P \leq 132\text{kW}$ 电动机：380V

$200\text{kW} \leq P \leq 1000\text{kW}$ 变频电动机：690V

$P \leq 185\text{kW}$ 变频电动机：380V

d. 控制电源：

低压控制回路：220V 交流。

高压控制回路：220V 直流。

e. 照明及检修：

一般照明：380V/220V 交流。

f. 电源电压质量要求：

$10\text{kV} \pm 7\%$ ； $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ 。

g. 电动机的端电压：

正常情况下 $\pm 5\%$ 。

特殊情况下 $+5\%$ 、 -10% 。

经常起动 -10% 。

不经常起动 -15% 。

h. 照明灯具的端电压：

一般工作场所 $\pm 5\%$ 。

i. 其他用电设备：

无特殊要求时 $\pm 5\%$ 。

特殊设备按产品要求确定。

⑩ 负荷分配原则

对于新增负荷均按主备关系分配在不同的母线段，以提高供电的可靠性。

⑪ 节能措施

a. 采用高效节能型电动机；

b. 采用高效节能型电光源；

(2) 电缆选择及线路敷设

本项目电缆均采用交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯阻燃型电缆，阻燃等级为 A 级。

室外电缆敷设方式主要以沿电缆沟敷设为主，局部采用穿钢管保护埋地敷设。至新增真空泵区域新增砼电缆沟。

线路采用电缆沟敷设时，电缆沟应充沙，并宜设置排水设施。

(3) 照明

本项目照明主要为装置扩建区域的普通照明和应急照明设施。新增照明灯具均采用 LED 光源。

新增普通照明灯具电源由装置区现有照明配电箱备用回路配出，应急照明灯具电源由新增应急电源配出。新增照明设施控制方式均采用光控。

普通照明线路采用阻燃型电缆，应急照明线路采用阻燃耐火型电缆，照明线路敷设均采用穿钢管保护沿管廊，构架明敷。

(4) 防雷、防静电及接地保护

①防雷区域分类及措施

本项目工作接地、保护接地、防雷防静电接地共用接地装置，其总的接地电阻不大于 1 欧姆。

本项目扩建区域设置防雷设施，具体要求满足《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650-2011 相关要求。

②防静电接地

凡可能产生静电的设备（金属设备、容器、管道、各种阀门、法兰等）均装设防静电接地设施。

所有金属设备均各自单独利用接地线与装置区现有以及扩建区域新增接地系统可靠连接。新增金属管道在现有静电接地跨接处与现有已接地管线跨接。

(5) 爆炸危险区域划分

本项目改扩建区域以释放源为中心，半径为 15 米范围内划为爆炸危险 2 区（IIB 区），以释放源为中心，半径 4.5 米范围内划为爆炸危险 2 区（IIC 区）。地坪下的沟、坑等划为爆炸危险 1 区。

IIC 区域内设备选型防爆等级不低于 Exd II CT4 Gb 或 Exe II CT3 Gb。

IIB 区域内设备选型防爆等级不低于 Exd II BT4 Gb 或 Exe II CT3 Gb。

(6) 主要电气设备选型

根据当地的气候条件及设备运行的特定环境，选择符合国家标准电气设备，以确保电气长周期运行的可靠性、安全性。

① 防爆电器

爆炸危险区域内的电气设备按照国家标准选用相应防爆等级的产品，以确保操作运行的可靠安全性。

② 防爆电动机

原则上：0.37kW~160kW 电动机：3 相 380V

185kW 以上电动机：3 相 6kV

185kW-710kW 变频电动机：3 相 690V

一般电动机为鼠笼型感应电动机，能效等级满足使用单位一级能效要求。

③ 高压配电装置(6kV)

采用金属铠装中置移开式开关柜，其保护采用高压综合保护器，开关采用真空断路器。

④ 电力电缆

a. 低压电缆按爆炸危险环境的长期工作允许载流量选择，按允许的电压降损失校验。

b. 6kV 电缆按爆炸危险环境的长期工作允许载流量选择，按发生在电缆上的最大短路电流作用时间产生的热效应校验其是否满足热稳定条件。

c. 在爆炸性环境内绝缘导线和电缆截面的选择应满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 第 5.4.1 条的要求。

2.2.9.3 电信

本项目电信主要包括火灾自动报警系统、电视监控系统、应急广播系统，各电信系统均依托炼油第二联合控制室现有系统。

(1) 火灾自动报警系统

2#轻烃装置改扩建区域设置火灾自动报警系统，在改扩建区域便于操作处以及新增装置平台上设置防爆手动报警按钮，并在改扩建区域设置防爆声光报警器，在新建压缩机厂房区域以及新增真空泵区域设置防爆火焰探测器。新增手动报警按钮信号就近接入 2#轻烃装置区现有防爆手动报警按钮，防爆声光报警器以及防爆火焰探测器信号接入炼油第二联合控制室现有火灾报警系统，最终接入全厂火灾自动报警系统环网。

在炼油第二联合控制室现有火灾报警控制器旁新增 1 台火灾报警模块箱，联动本项目新增防爆声光报警器报警以及应急广播，模块箱总线信号以及直流电源引自现有火灾报警控制器。

(2) 电视监控系统

2#轻烃装置改扩建区域设置电视监视摄像机，新增摄像机信号接入炼油第二联合控制室现有电视监视系统，并对炼油第二联合控制室现有电视监视机柜进行改造，增加电源空开及存储硬盘。电视监视系统采用高清数字 IP 视频监控系统，在前端现场设置高清网络数字摄像机，接入厂区现有电视监视系统网络，以网络为传输载体，通过标准的 TCP/IP 网络进行图像

的传输，传送到炼油第二联合控制室现有电视监视系统，后端采用网络存储设备采集摄像机图像、并负责摄像机图像的处理、显示、录像和回放，视频信号可按需要上传至互联网。

在 2#轻烃装置改扩建区域共计新增 6 台防爆型带云台摄像机，实现对改扩建区域设施进行实时安全监控。

新增摄像机与电视监视系统主机之间信号采用光缆传输。

(3) 应急广播系统

为保证紧急情况下人员的正常有序疏散，2#轻烃装置改扩建区域设置应急广播设施，采用总线式连接架构，实现扬声器单独呼叫、群呼、报警功能，每个扬声器线缆检测功能的系统。应急广播系统可接受火灾自动报警系统联动信号。

应急广播系统带有自诊断功能，实现扬声器均能逐个监测。

在 2#轻烃装置改扩建区域共设置 5 台防爆型扬声器，其输出声压级应比环境噪声级至少大于 15dB。新增扬声器信号接入炼油第二联合控制室现有应急广播系统，并对炼油第二联合控制室现有应急广播机柜进行改造，机柜内增加 IP 数字功放等设备，同时在控制室操作台上增加分控台式话站。

新增应急广播与火灾报警系统联动，发生火灾时，火灾报警系统联动应急广播系统扬声器发出警报声。

(4) 电信电缆及线路

电信线路网包括应急广播系统线路、电视监视系统线路、火灾自动报警系统线路。

应急广播系统防爆扬声器线缆选用阻燃耐火铠装电缆；

电视监视系统摄像机电缆选用阻燃铠装光电综合缆；

室外火灾自动报警系统选用阻燃耐火铠装电缆，燃烧性能不低于 B2 级。

本项目电视监控线缆、火灾自动报警线缆以及应急广播线缆在室外均采用穿管埋地敷设，在装置区内部设备端局部采用穿钢管保护明敷，其中火灾自动报警系统线缆以及应急广播线缆在保护钢管外刷防火涂料。

(5) 电信设备接地

新增电信设备均就近与 2#轻烃装置改扩建区域接地网可靠连接，设备均单独设置接地支线与接地网连接，设备接地不串接，接地电阻不大于 1 欧姆。

2.2.9.4 供热

本项目新增 1.0MPa 蒸汽量 1t/h，本项目所在界区 1.0MPa 蒸汽由 2#动力中心提供，低压蒸汽自 2#动力中心低压联箱接出，进入界区管线为 DN150，供应能力 6.5t/h，已建装置 1.0MPa 蒸汽用量 2.3t/h，故 1.0MPa 蒸汽富余量 4.2t/h 能满足本项目需求。

2.2.9.5 供气

(1) 氮气

本项目新增氮气 $2\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，本项目所在界区氮气供应能力 $50\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，已建装置用量 $3.8\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，故氮气富余量 $46.2\text{Nm}^3/\text{mim}$ 能满足本项目需求。

(2) 净化风

本项目新增净化风 $1\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，本项目所在界区净化风气源由 2#催化空压站提供，管径为 DN80，供应能力 $20\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，已建装置用量 $4\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，故净化风富余量 $16\text{Nm}^3/\text{mim}$ 能满足本项目需求。

(3) 非净化风

本项目非净化风最大用量 $30\text{Nm}^3/\text{mim}$ （间歇），本项目所在界区非净化风气源由 1#乙烯空压站提供，管径为 DN80，供应能力大于 $30\text{Nm}^3/\text{mim}$ ，能满足本项目需求。

2.2.9.6 储运外管

本项目储运外管即新增老区 C2 回收装置与上下对接装置（包括 1#渣油加氢、1#乙烯、4#PSA、5#PSA、5#加氢、6#加氢、燃料气管网等）之间的物料往来管道，系统配套部分与上下对接装置的交界面为各装置红线外 1 米。

(1) 管道信息说明

本项目老区 C2 回收装置系统配套主要工艺管道见下表：

表 2-14 老区 C2 回收装置系统配套主要工艺管道一览表

序号	输送介质	管径 mm	起点	终点	操作温度 °C	设计温度 °C	上游边界压力 MPa (G)	下游边界压力 MPa (G)	设计压力 MPa (G)	绝热要求	长度 m	沿途阻力降 kPa (G)
1	1#渣加燃料气	100	1#渣加	新增 C2 回收装置	40	290	1.49	0.64	2.0	ST	350	90
2	4#PSA 解吸气	250	4#PSA	新增 C2 回收装置	40	290	0.65	0.60	1.0	ST	400	50
3	5#PSA 解吸气	300	5#PSA	新增 C2 回收装置	32.8	290	0.75	0.61	1.0	ST	3000	50
4	5#加氢燃料气	80	5#加氢	新增 C2 回收装置	40.4	290	0.75	0.60	1.0	ST	300	50
5	6#加氢燃料气	100	6#加氢	新增 C2 回收装置	46.9	290	0.75	0.59	1.0	ST	500	35
6	凝缩油	50	新增 C2 回收装置	2#加裂	40	80	1.73	1.50	2.0	-	300	50
7	富乙烷气	200	新增 C2 回收装置	1#乙烯	40 (最高 108)	290	1.25	0.85	2.0	ST	500	70
8	富甲烷气	300	新增 C2 回收装置	2#催化附近燃	56	80	0.75	0.65	1.0	-	300	25

			置	料气阀 组								
--	--	--	---	----------	--	--	--	--	--	--	--	--

(2) 方案简述

①主要原料

a. 1#渣加燃料气

1#渣加燃料气由 1#渣油加氢装置直供，供应量为 2024kg/h。

b. 4#PSA 解吸气

4#PSA 解吸气由 4#PSA 装置直供，供应量为 16879kg/h。

c. 5#PSA 解吸气

5#PSA 解吸气由 5#PSA 装置直供，供应量为 18426kg/h。

d. 5#加氢燃料气

5#加氢燃料气由 5#加氢装置直供，供应量为 1128kg/h。

e. 6#加氢燃料气

6#加氢燃料气由 6#加氢装置直供，供应量为 1249kg/h。

②主要产品

a. 凝缩油

凝缩油接至 2#加裂装置，供应量为 3851kg/h。

b. 富乙烷气

新增 C2 回收装置富乙烷气产量为 16296kg/h，考虑到现有进 1#乙烯的富乙烷气管道已满运输负荷，现拟新增一条富乙烷气管线直送 1#乙烯装置。

c. 富甲烷气

新增 C2 回收装置富甲烷气产量为 19558kg/h，考虑接至经九路 2#催化建东侧燃料气阀组中。

③管道敷设

新增 C2 回收系统配套所有管道自装置建北侧边界接出，沿装置建东侧新建跨路桁架至经十路建东侧管廊。此后：

a. 1#渣加燃料气、富乙烷气管线沿经十路现有管廊往南敷设，1#渣加燃料气就近进入 1#渣油加氢装置，富乙烷气线经烯纬一路跨路桁架（考虑在桁架处外挑），至 1#乙烯装置建北侧现有管廊，之后向东敷设进入 1#乙烯装置；

b. 4#PSA 解吸气、6#加氢燃料气沿经十路现有管廊向北敷设，分别进入 4#PSA 与 6#加氢装置；

c. 5#PSA 解吸气沿经十路现有管廊北上，途径纬一东路建北侧现有管廊、经九路建东侧现有管廊、经九北路建西侧现有管廊、气柜建南侧现有管廊、经七北路管架（管线在经七北路段敷设依托“1100 万吨/年炼油和高端合成新材料项目厂际工艺及热力管网”项目新建管廊，其中 J2-1210-J2-1213 本次加层）、纬二路现有管廊、经三北路建东侧现有管廊，最终进入 5#PSA 装置边界；5#加氢燃料气沿经九路现有管廊（该段路由管线密集，管线敷设困难，考虑现场设置支架敷设）敷设至 3#PSA 建西侧管廊，向东进入改建 C2 回收装置建西侧边界；富甲烷气管线沿经九路现有管廊敷设，送至 2#催化附近燃料气阀组中。

（3）配管

①管道防腐

管道涂装表面的预处理等级为《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1-2011 的 Sa2.5 级。

管道防腐按《中国石化防腐绝热质量提升工程规定》施工，本项目中明露非保温管道表面防腐：底漆采用环氧富锌漆 1 道，最小干膜厚 80 μm ；中间漆采用环氧云铁 1-2 道，最小干膜厚 160 μm ；面漆采用脂肪族聚氨酯

面漆 2 道，最小干膜厚 80 μm ；涂层最小总干膜厚度为 320 μm 。保温管道（ $200 < T < 400^\circ\text{C}$ ）表面防腐：底漆采用无机富锌底漆 1 道，最小干膜厚 70 μm ；

面漆采用有机硅耐热漆 3 道，最小干膜厚 60 μm ；涂层最小总干膜厚度为 130 μm 。

管道刷色采用《石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定》SH/T 3043-2014。

②静电接地

管道静电接地符合《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097-2017 的要求，其中敷设于现有管架上的管道沿途遇有静电接地一并接上，不新增静电接地点。

③管道器材选用

a. 管线材质与标准

本项目新增工艺管道均采用无缝钢管，材质为 20#，符合《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163-2018 标准。

b. 管件

• 管件执行如下标准：承插焊和螺纹管件符合《石油化工锻钢制承插焊和螺纹管件》SH/T 3410-2012；对焊管件应符合《石油化工钢制对焊管件技术规范》SH/T 3408-2022。

• 材料为碳钢、合金钢的弯头、三通和大小头，采用无缝对焊和承插焊管件。

c. 阀门

本项目阀门均选用 API 标准阀门，阀门法兰采用 SH/T 3406-2022 标准，且全部采用钢阀。

d. 法兰、垫片与紧固件

- 法兰

本项目管道采用《石油化工钢制管法兰技术规范》SH/T 3406-2022 对焊钢法兰以及承插焊法兰。

对焊法兰的接管外径与壁厚与其对接管道的外径与壁厚相一致，法兰焊接端的坡口应与管子一致。

- 垫片

管道法兰用垫片按《石油化工钢制管法兰用缠绕式垫片》SH/T 3407-2013 选用。

- 紧固件

螺栓均选用全螺纹双头螺栓，螺柱和螺母均应符合《石油化工钢制管法兰用紧固件》SH/T 3404-2013 的要求。

④管道绝热

管道绝热技术要求执行《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》SH/T 3010-2013 及《中国石化防腐绝热质量提升工程规定》，两者之间冲突的以《中国石化防腐绝热质量提升工程规定》为准。

a. 隔热材料按《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》SH/T 3010-2013 的要求进行选用。

b. 本项目管道保温均采用岩棉。管道保温材料及其制品隔热结构：公称直径 $DN \leq 350$ 的管道保温选用管壳式，公称直径 $DN > 400$ 的管道选用毡；保温外保护层选用 0.6mm 厚铝合金薄板。异型设备隔热材料采用超轻硅酸铝卷毡，外包 0.8mm 铝合金薄板。

c. 选用岩棉制品的容重为 $100\text{kg}/\text{m}^3 \leq p \leq 150\text{kg}/\text{m}^3$ ，保温管线在管架上均设有管托。

d. 不使用对设备和管道表面产生腐蚀的隔热材料。奥氏体不锈钢管道用隔热材料氯离子含量应符合《覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范》GB/T 17393-2008 的规定，且其氯离子浓度不应超过 25ppm。

e. 伴热管道管壳加大原则：

- 当 $DN \leq 40$ 时，加大二级；
- 当 $50 \leq DN \leq 150$ 时，加大一级；
- 当 $DN > 150$ 时，单伴热不加大，双伴热及以上加大一级。

⑤伴热方案及蒸汽用量说明

改建 C2 回收装置原料气（包括 1#渣加燃料气、4#PSA 解吸气、5#PSA 解吸气、5#加氢燃料气、6#加氢燃料气等）和产品之一的富乙烷气中 C5+组分含量较多，容易产生凝液。现拟为上述 6 根管线增加蒸汽伴热以及保温，以减少管路中积液，避免形成不好的流型。

上述管线蒸汽伴热的年消耗蒸汽量约 2000 吨（按 1.0MPa 蒸汽考虑）。

2.2.9.7 自动控制

（1）自动控制水平

根据变压吸附的工艺特点，本装置的控制系统设计 and 软件设计将在满足工艺要求的前提下，既考虑技术的先进性、操作的简便性和直观性，并特别注意运行的可靠性和稳定性。

全套控制软件包充分体现变压吸附的技术特点，不仅能实现系统的实时控制、优化操作，而且能完全保证装置的长期、稳定、安全运行。

过程控制系统以 DCS 为核心，其他控制系统（如 SIS、GDS 等）均通过 MODBUS RTU RS485 通信方式与 DCS 联系，将信号传送到 DCS 中。

①分散控制系统（DCS）

本项目采用 DCS 完成装置的基本过程控制、操作、监视、管理，同时完成顺序控制、工艺联锁和部分先进控制等功能。DCS 为过程控制系统的核心系统，采用安全可靠、技术先进并具有成熟使用经验的品牌和型号。DCS 提供生产过程的基本控制、数据采集、生产报表打印、历史数据的记录、操作人员通过操作界面对装置进行监视、操作。

DCS 由操作站、工程师站、辅助操作台、网络打印机、系统机柜、辅助机柜、配电柜及网络设备等组成。设置 OPC 服务器接口连接全厂信息管理系统。控制站配置冗余的串行通信接口连接 SIS、GDS 等系统。

DCS 的操作站、打印机其它操作终端等安装在 CCR 内；过程控制站和现场工程师站等安装在 FAR，现场工程师站用于开车前系统调试和维护等工作。

控制站的处理单元（CPU）、电源单元、通信接口等按 1:1 冗余配置。控制回路 I/O 卡及重要检测点 I/O 卡冗余配置。控制单元最大负荷小于 60%。DCS 通信系统最大负荷小于 40%。

②安全仪表系统（SIS）

安全仪表系统（SIS）独立于 DCS 单独设置，用于完成工艺装置与安全相关的紧急停车和安全联锁保护功能，每套装置或单元的 SIS 能独立工作。

SIS 的控制器按照 IEC61508 中规定的 SIL3 级设计。采用由 TUV 安全认证的三重化或四重化的安全可编程序控制器完成装置的紧急停车和紧急泄压。

SIS 系统按照故障安全型设计，与 DCS 系统实时数据通信，在 DCS 系统操作站上显示报警及打印。SIS 系统设工程师站和事件顺序记录站，相应的报警显示和操作通过设置在中控室的辅助操作台上的报警灯屏、开关和按钮以及 SIS 操作站来完成。

对于重要的联锁单元，SIS 操作站应提供联锁逻辑回路画面，画面包括输入输出状态、逻辑关系、联锁旁路和设备维护状态、诊断结果等的显示、报警。

③可燃和有毒气体检测系统（GDS）

本装置依托现有可燃和有毒气体检测系统（GDS）扩容，GDS 系统独立于 DCS 系统、SIS 系统单独设置。

装置内可能泄漏或聚集可燃、有毒气体的地方，分别设有可燃、有毒气体探测器，并设置现场区域警报器。可燃/有毒气体浓度在 GDS 操作站上显示、报警。可燃气体第二级报警信号和 GDS 报警控制单元故障信号通讯至消防控制室的火灾报警控制器。

（2）基本控制功能描述

①顺序控制

本装置的全部程控开关阀和控制调节阀，按照工艺给定的条件进行顺序控制和模拟调节，使装置正常工作。这要求顺序控制和模拟控制能有机的结合起来，进行复杂控制。并且对于多种切塔和恢复的控制，应能实现多种不同的控制程序。

所有的程控开关阀均应带阀位检测、显示和报警功能。

②程控调节

这是由开关信号和模拟信号组合运行的复杂控制，分三个步骤：首先是顺序开关信号启动，然后进入自适应随动控制，最后由顺序开关信号关断或开启。

该功能用于保证各关键压力变换能和理想曲线基本完全吻合。从而保证了变压吸附工况的稳定和优化。

③参数优化控制

该功能应可依据原料气量的变化和产品纯度的变化自动地计算出最佳吸附循环时间，优化装置的运行参数，使装置在保证产品质量的前提下，还可以自动地获得最高的产品回收率、获得最佳的经济运行效益。

④联锁控制

包括工艺参数联动调节，工艺参数安全联锁，产品质量联锁控制等。

⑤动力设备监控

包括压缩机、真空泵、液压系统等各种动力设备的流程显示、关键参数的监控、动力设备故障的报警和动作联锁。

(3) 仪表选型原则

仪表选型本着安全可靠、技术先进、安装维护方便、经济合理等原则，尽量与现有装置保持一致，并优先选用国产仪表（尤指采用引进技术或合资、独资企业国内生产的产品）。对于特殊仪表及国内产品目前不能满足要求的仪表，则选用国外产品。工艺包的仪表选型应遵照专利商的相关规定，选用满足工艺要求、并符合国家有关标准的仪表和控制设备。

①以选用产品质量可靠、性能好、精度合理、维护方便的电子式仪表为原则。避免选用现场型气动指示、控制用仪表。

②现场仪表采用智能型电子式仪表，采用 4~20mA+HART 信号传输。

③在危险区内安装的全部电子式仪表及自控设备应符合该区域的防爆要求，采用本安型或隔爆型。

④现场安装的电子式仪表不宜低于 IP65 防护等级，现场安装的非电子式仪表不宜低于 IP54 防护等级。户外仪表盘应采取防止日晒、雨淋、环境温度变化等影响的措施，防护等级不应低于 IP55。

⑤程控阀门执行机构采用三偏心液动程控阀门加电/液转换电磁阀的配置方式。

①温度仪表

就地温度指示仪表一般选用带保护套管的转向型双金属温度计。若安装地点不易通行或观察时、或测量低温介质时，可选用带毛细管远传的压
力式温度计。

远传温度测量一般采用符合 IEC 60584 标准的热电偶或符合 IEC 60751 标准的热电阻。当测温范围在 0℃-1000℃ 以内时，优先选用 k 型热电偶；要求精度较高、无振动的场合选用 Pt100 热电阻；其他测量范围或专利商有特殊要求的，可选用其他分度号热电偶。

热电偶的允差等级为 IEC 605841 级（分度号 B 除外），热电阻的允差等级为 IEC 60751A 级。

温度元件通常选用单支型；温度元件采用铠装结构。一般场合选用带外保护套管，测量端形式为绝缘式，带弹簧压紧结构；表面温度测量不带外保护套，测量端形式为接壳式。远传温度测量优先选用室内安全栅式温度变送器，也可根据需要选用分体式智能型温度变送器。

除专利商或设备成套商有特殊要求外，本项目不采用温度开关。

②压力仪表

一般介质的就地压力测量选用不锈钢弹簧管压力表，径向无边，准确度等级为 1.6 级。测量气体（量程 $\geq 2.5\text{MPa}$ ）和测量液体（量程 $\geq 6.0\text{MPa}$ ）的压力表必须带泄压装置外壳。如果工艺压力有可能超过压力表爆破压力，压力表应带限压装置。

特殊介质和特殊场合的就地压力测量，选用膜盒压力表、隔膜压力表、抗震压力表等。

远传压力测量应选用智能压力（差压）变送器；微压、负压测量，可选用差压变送器；对于粘稠、易结晶、含有固体颗粒或腐蚀性介质，应选用法兰式压力（差压）变送器。

本项目原则上不采用压力开关。工艺专利商或设备成套商特殊要求采用时，压力开关的接点应至少为单刀双掷（SPDT）。

③流量仪表

流量测量优先采用节流装置配差压变送器的方式，也可选择涡街流量计、电磁流量计、质量流量计、毕托巴流量计等流量仪表。

④物位仪表

a. 就地液位仪表

一般情况下，就地液位（界位）测量选用磁浮子液位计。

b. 远传指示液位仪表

一般情况下，测量范围大于 2000mm 的液位测量或界位选用差压液位变送器；测量范围不超过 800mm 的液位测量或界位测量，选用浮筒式液位计。

⑤调节阀

调节阀主要采用气动薄膜式或气缸执行机构，附件成套提供。8"及以下的调节阀优先选用 Globe 调节阀（单/双座或套筒式）。10"及以上口径或低差压场合，选用蝶阀或偏心旋转阀。对于介质中含有固体粉末或黏度较大的场合，采用 V 型球阀或偏心旋转阀。对于噪声较大的情况，采用低噪音调节阀。对于高压差、闪蒸、空化、腐蚀等情况，可选用特殊的阀芯和阀体设计。

程控阀要求密封性能达到 VI 级，动作寿命大于 100 万次。

⑥分析仪表

参与控制或对质量控制有直接影响的分析项目采用在线分析仪表。根据工艺要求选用不同类型的在线分析仪表。

⑦环境安全仪表

烃类可燃气体选用催化燃烧型检测器；

检测器带一体化声光报警器，输出信号为 4~20mADC。

⑧控制系统

a. DCS 系统更新扩容

原 3#PSA 更新，IO 如下：AI：90，RAI：93，RAO：45，DI：45，RDI：117，RDO：105，RS-485：6。新 PSA 扩容，IO 如下：AI：190，RAI：120，RAO：20，DI：60，RDI：124，RDO：150，RS-485：6。操作员站 4 台、工程师站 1 台、OPC 站 1 台、IDM 站 1 台，系统柜 3 面、辅助柜 9 面、网络柜 1 面、电源柜 1 面。

b. SIS 系统

新增 IO 如下：RAI：85，RDI：60，RDO：36，RS-485：2。操作员站 2 台、工程师站 1 台、系统柜 1 面、辅助柜 2 面。

c. GDS 系统扩容

新增 IO 如下：AI：58，RDO：3，RS-485：2。新增硬件：AI 卡（含端子板）2 套。

（4）主要安全措施

①为确保装置的安全运行，设置有 SIS 系统，对重要的工艺参数设置了报警及安全联锁，使在紧急情况下，能快速准确停车，避免任何火灾和爆炸的危险以及其它不安全因素。

②在装置区可燃气体易泄漏处设置了可燃气体报警器。

③采用等电位接地原则。室内仪表控制系统侧设有工作接地和保护接地两个汇流条，仪表及控制系统的接地系统电阻不应大于 4Ω ，仪表及控制系统的接地连接电阻不应大于 1Ω 。

需要实施保护接地的现场盘、分析小屋、金属电缆槽、仪表设备、仪表接线箱和仪表密封接头等的保护接地在现场通过接地导线就近接至接地网或连接到已经接地的金属电缆槽、支架、框架、平台等金属构件，金属

电缆槽和保护管应每隔不超过 30 米（尽量与电气间隔一致）重复接地；工作接地应在仪表控制系统侧接至仪表工作接地汇流条上。

（5）控制室及机柜间

本项目不新建控制室及机柜间，依托现有炼油第二控制室及机柜间，依托的控制室及机柜间均采用抗爆结构。

根据《中国石化既有建筑抗爆治理指导意见》集团工单安风〔2020〕41 号文件的规定，镇海炼化委托中国石化青岛安全工程研究院对其既有建筑的风险进行评估，编制了《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司危险危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标定量风险评估（QRA）报告》。根据该《报告》，本项目依托的控制室及机柜间结构满足抗爆需求，符合《安全生产专项整治三年行动方案》等文件的规定。

（6）动力供应

①仪表供电

DCS、SIS、GDS 等系统、现场仪表、随机仪表系统等均采用不间断电源系统 UPS 供电，利旧现有 UPS，其备用时间 30 分钟。

电源等级：220VAC \pm 11V，50Hz \pm 0.5Hz，波形失真率小于 5%；24VDC \pm 0.3V，纹波电压小于 0.2%。

②仪表供气

仪表气源由原有的空压站供给，压力 0.6MPa(G)，压力露点 -20°C 。

仪表空气质量要求：含尘粒径不大于 $3\mu\text{m}$ ，含尘量应小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，含油量应小于 1ppm。

仪表供气是连续的。气源发生故障时，储气罐维持 15 分钟以上用气量。

2.2.9.8 消防

（1）镇海炼化炼油区域现有消防设施概况

本项目装置依托镇海炼化储运部消防泵站，消防水泵的配置如下：

表 2-15 储运部消防泵站设备表

序号	名称	位号	参数	设备数量	备注
1	消防水罐	G-101A/B	单罐公称容积 8000m ³ (DN26000×16050mm)	2	2 用
2	消防冷却水泵 (柴)	B991	参数：Q=1080m ³ /h, H=120m, 配套柴油机 P=7kW, 380V, IP55, F 级, 配套柴油箱 (9h)	1	1 备
3	消防冷却水泵 (柴)	B992	参数：Q=1080m ³ /h, H=120m, 配套柴油机 P=7kW, 380V, IP55, F 级, 配套柴油箱 (9h)	1	1 备
4	消防冷却水泵 (电)	B993	参数：Q=1080m ³ /h, H=120m, 配套电机 P=630kW, 6kV, IP55, F 级	1	1 用
5	消防冷却水泵 (电)	B994	参数：Q=1080m ³ /h, H=120m, 配套电机 P=630kW, 6kV, IP55, F 级	1	1 用
6	稳压设施	B995	稳压泵参数：Q=54m ³ /h, H=100m, 配套电机 P=30kW, 380V, IP55, F 级	1	其中泵 1 用 1 备
			气压罐：1.6MPa, 与稳压泵配套使用，设备 整体撬装		
7	泡沫供水泵 (柴)	B996	参数：Q=648m ³ /h, H=120m, 配套柴油机 P=7kW, 380V, IP55, F 级, 配套柴油箱 (9h)	1	1 备
8	泡沫供水泵 (电)	B997	参数：Q=648m ³ /h, H=120m, 配套电机 P=400kW, 6kV, IP55, F 级	1	1 用
9	泡沫液泵 (电)		型号：EMI300-360SDF Q=30m ³ /h, H=140m, P=30kW, 配套 PHP160 (Q=115.2-460.8m ³ /h)	1	1 用
10	泡沫液泵 (电)		型号：EMI300-360SDF Q=30m ³ /h, H=140m, P=30kW, 配套 PHP160 (Q=115.2-460.8m ³ /h)	1	1 备
11	泡沫液罐		泡沫液罐 40m ³	1	1 用

炼化公司炼油厂区已形成独立的稳高压消防水管网系统。消防管道上设置 DN150 室外地上式消火栓，工艺装置区、罐区周围消火栓的间距为 40-60m，其余区域消火栓的间距不超过 60m。管网上设有切断阀，便于管网分段检修，每段管道上的消火栓的个数不超过 5 个，部分管道发生故障时，系统管网仍能通过 100%的消防用水量。

(2) 本项目消防设施设置情况

本项目新增设施所在装置的火灾主要依靠设置装置四周的消火栓、消防炮提供的消防冷却水进行防护冷却和灭火。装置四周已建有 DN500 的稳高压消防水环状管网，环状管网上设切断阀门，将环状管网分割成若干独立管段，使每段消火栓的数量不超过 5 个。环状管网有 3 处与厂区稳高压消防水管网连接，能满足当某个环段发生事故时，其余环段能满足 100%的消防用水量的要求。

①消防水量

本项目新增设施位于 2#轻烃装置内，2#轻烃装置消防水量按 300L/s 设计，火灾延续供水时间不小于 3 小时，消防水工作压力不小于 1.2MPa，一次消防所需消防水储备量为 3240m³。

②装置水消防设施

a. 装置内新增的高大构架和设备群设固定式消防水炮保护，水炮额定出水量为 50L/s，喷嘴为直流喷雾两用喷嘴，消防水炮距保护对象不小于 15m。

b. 装置区超过 15m 高的新增构架平台，沿梯子敷设半固定式消防给水竖管，并在各层设带阀门的管牙接口，平台长度超过 25m 时，在平台两侧设置消防给水竖管。

c. 装置内新增的压缩机、泵区附近设箱式消火栓，箱内配置 DN65 长 25m 衬胶水带 1 条，减压稳压消火栓 1 只， $\phi 19$ 直流喷雾两用水枪 1 支，DN25 消防软管卷盘 1 套，软管长度 25m。

③小型灭火器

装置内的新增设备及构架等均按严重危险级设置手提式干粉灭火器，灭火器的规格为 MF/ABC6（GB 50160 中 8.9.2 条要求，生产区内设置 MF/ABC6 或 MF/ABC8 干粉灭火器，镇海炼化装置区统一的配置标准为 MF/ABC6），灭火器的最大保护距离不超过 9m，每一配置点的灭火器数量 2 具，多层构架分

层配置。

在泵区、压缩机区等重要场所增设推车式干粉灭火器，规格为 MFT/ABC50。

2.2.9.9 三废处理

(1) 生产过程中主要污染源及污染物

①废气

本装置正常生产时，不产生废气；非正常情况，本装置气体均排往火炬系统。本项目事故状态废气处理为 39.7t/h，本项目所在界区火炬废气处理为 45t/h，能满足本项目需求。

②废水

含油污水：主要包括机泵端面（在机械设计上采用了集装式双端面机械密封）冷却及冲洗（密封冲洗 PLAN53 或 PLAN54 系统，冲洗水采用除盐水）等产生的含油污水。

③废渣

该装置无固体废物排放。

④噪声源及防治措施

装置内的噪声源主要有：压缩机及其相应的驱动机、机泵等。

本装置的三废污染源详见下表。

表 2-16 三废污染物排放表

废气污染物	污染源名称	排气量 Nm ³ /h	SO ₂		NO ₂		烟尘		排放源参数			排放方式与去向	
			kg/h	mg/m ³	kg/h	mg/m ³	kg/h	mg/m ³	高度 (m)	直径 (m)	温度 (°C)		
	正常无												
废水污染物	废水名称	排放量 m ³ /h	石油类		硫化物		COD		氨氮		挥发酚		排放方式与去向
			kg/h	mg/L	kg/h	mg/L	kg/h	mg/L	kg/h	mg/L	kg/h	mg/L	
	含油污水	4.846	2.04	400	0.003	0.5	2.55	500	0.15	30			其中 0.346m ³ /h 为连续排放, 4.5 m ³ /h 为间断排放 污水处理场
固废污染物	无												

(2) 环境保护设施及主要治理措施

①废气污染治理措施

放空气体：安全阀及放空系统排放的含烃气体均排入密闭的火炬系统。

②废水污染治理措施

含油污水：机泵端面冷却及冲洗等产生的含油污水、初期雨水均自流汇集至装置内现有含油污水系统。新建构架处的雨水实行清污分流，初期污染雨水并入含油污水，

后期雨水排入清净雨水系统，减少装置外排的含油污水量，降低污水处理厂的负荷。

③废渣污染治理措施

装置无废渣产生。

④噪声的治理措施

为了降低噪声，主要采取以下措施：

- a. 机泵尽量选用低噪声增安型电机，使噪声控制在 85 分贝以下。
- b. 压缩机配用的大型电机均加隔声罩。
- c. 凡易产生噪声的各排放点均设置消声器。

采用上述措施后，本项目的噪声指标可符合《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087-2013。

2.2.10 主要装置（设备）和设施

涉及企业机密，不予公开。

2.3 物料的理化性能指标及包装、储运要求

本项目属于危险化学品的物料的理化性能指标及包装、储运要求具体见附件5的理化及危险特性表。

2.4 劳动定员、安全管理组织机构、安全管理制度

2.4.1 劳动定员

本项目依托原2#轻烃装置人员配备，不新增定员。

2.4.2 安全管理组织机构

镇海炼化安全管理工作按中国石化集团公司“安全第一、预防为主、全员动手、综合治理”的统一部署，实行“全员、全过程、全方位、全天候”的安全监督管理。公司已全面推行HSE管理体系，设立企业管理体系管理委员会、安全生产委员会、职业卫生委员会等机构，领导全公司的企业管理和安全生产工作。公司总经理为安全生产第一责任人，生产副总经理负责安全、环保的领导工作；公司安全环保处具体负责全公司安全生产的监督和管理工作；公司下设十个运行（专业）部及子公司等，各运行（专业）部主任为本部安全生产第一责任人，运行部设安全管理组，负责本运行部的安全生产工作；生产装置设专职安全员，负责本装置安全生产的具体工作；关键装置设有安全工程师，班组设有兼职安全员；全公司执行全员安全生产责任制，各岗位实行安全生产一岗一责制。

本项目由炼油五部管辖，安全管理由炼油五部负责。炼油五部安全组织机构图如下：

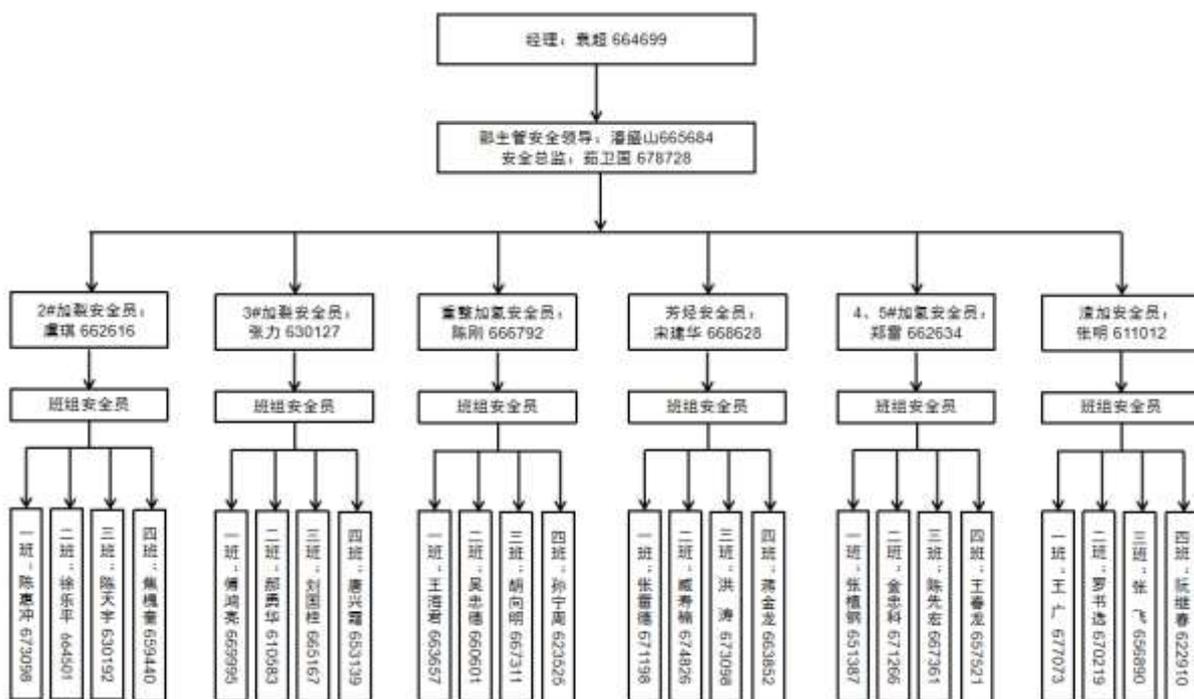


图 2-4 炼油五部安全组织机构图

2.4.3 安全管理制度

镇海炼化已根据国家法律法规要求，制定了一系列的管理制度及岗位安全操作规程及安全生产事故应急预案，本项目实施后将针对本项目修定相关管理制度及岗位安全操作规程，并针对本项目修订《安全生产事故综合应急预案》及《专项预案》和《现场处置方案》。

2.5 安全专用投资

本项目总投资为 12795.1 万元（不含增值税），安全专用投资约 1124 万元（不含增值税），占总投资的 8.78%，安全卫生设施的投资概算主要包括：预防事故设施、防止事故扩大设施、防灾监测设施、消防设备、工业卫生设施、安全专用通讯及教育设备等方面。

3 危险、有害因素的辨识及依据说明

3.1 危险、有害因素辨识的依据说明（辨识过程说明）

结合本项目的实际情况，本评价报告主要从物料特性、工艺过程、设备设施、物料储存与输送等方面进行危险、有害因素辨识。

参照《企业职工伤亡事故分类》GB 6441-86 进行分类，将危险因素分为 20 类，即：物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息、其他伤害。

职业危害因素分为生产性粉尘、毒物、噪声与振动、高温、低温、辐射（电离辐射、非电离辐射）及其他有害因素等 7 类。

3.2 物料固有的危险、有害因素

本项目生产过程涉及到的主要物料列入《危险化学品目录》（2015 版 2022 修正）有以下几种：原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、凝缩油（参照正戊烷）、氮气等。

富乙烷气（参照乙烷）列入《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》，属于重点监管的危险化学品，另外，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）中的氢气、甲烷也属于重点监管的危险化学品。

本项目涉及的物料对照《易制毒化学品的分类和品种目录》、《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）、《危险化学品目录》（2015 版 2022 修正）中的剧毒品、《高毒物品目录》（2003 年版）、《各类监控化学品名录》、《特别管控危险化学品目录》（第一版），均未列入。

以上化学品的性质详见附件 5 的理化及危险特性表，其他物料未列入

《危险化学品目录》（2015 版 2022 修正）。通过危险化学品的理化及危险特性可以看出，本项目的危险化学品其物质固有的主要危险、危害性表现在：

(1) 火灾爆炸

物料的火灾爆炸危险特性如表 3-1 所示。

表 3-1 物料的火灾爆炸危险特性

名称	危险化学品目录序号	危险性类别	闪点 (°C)	爆炸极限 (%)	火灾危险性类别
原料气 (参照氢气和甲烷混合物)	1663	易燃气体, 类别 1 加压气体	-74	2.25-9.65	甲类
富乙烷气 (参照乙烷)	2661	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)	<-50	3-16	甲类
富甲烷气 (参照氢气和甲烷混合物)	1663	易燃气体, 类别 1 加压气体	-74	2.25-9.65	甲类
凝缩油 (参照正戊烷)	2796	易燃液体, 类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 3 (麻醉效应) 吸入危害, 类别 1 危害水生环境-急性危害, 类别 2	-40	1.7-9.8	甲 B 类
氮气	172	加压气体	-	-	戊类

从表 3-1 可知，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）的火灾危险性为甲类，凝缩油（参照正戊烷）的火灾危险性为甲 B 类，易发生火灾、爆炸事故。氮气的火灾危险性为戊类。

另外，压缩空气具有助燃性。

(2) 中毒窒息

根据《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ/T 230-2010，物料主要毒害性见表 3-2。

表 3-2 物料毒害性一览表

序号	名称	OELs (mg/m ³)			毒理学数据	危害程度级别
		MAC	PC-TWA	PC-STEL		
1	原料气 (参照氢气和甲烷混合物)	-	-	-	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料	IV 级 轻度危害
2	富乙烷气 (参照乙烷)	-	-	-	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料	IV 级 轻度危害
3	富甲烷气 (参照氢气和甲烷混合物)	-	-	-	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料	IV 级 轻度危害
4	凝缩油 (参照正戊烷)	-	500	1000	LD ₅₀ : 446mg/kg (小鼠静脉); LC ₅₀ : 无资料	III 级 中度危害
5	氮气	-	-	-	LD ₅₀ : 无资料; LC ₅₀ : 无资料	IV 级 轻度危害

从表 3-2 可知，凝缩油（参照正戊烷）属于 III 级中度危害，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、氮气属于 IV 级轻度危害。

另外，若空气中原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、氮气等含量过高，使吸入气氧分压下降，易引起缺氧窒息。

富乙烷气（参照乙烷）、凝缩油（参照正戊烷）具有特异性靶器官毒性（麻醉效应），凝缩油（参照正戊烷）还具有吸入危害。

本项目原料气、产品中含有一氧化碳，可能还有少量硫化氢，操作不当易引起人员中毒。

(3) 易产生静电性

原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、凝缩油（参照正戊烷）等易燃物料在管道输送或流动状态下易产生静电，若静电不导除，则易发生火灾、爆炸事故。

(4) 易挥发性

原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气

(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)等易燃物料易挥发,挥发的气体与空气形成爆炸性气体,会在静电等引火源作用下产生火灾、爆炸、中毒等事故。

(5) 气体易积聚性

原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)等易燃物料气体易积聚。

易燃物料富乙烷气(参照乙烷)比空气略重,凝缩油(参照正戊烷)比空气重,易在低洼处积聚,在火星、火花等引火源的作用下会发生燃烧、爆炸等事故。

原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)等比空气轻,易在屋顶等高处积聚,若遇火星、雷电等易发生火灾、爆炸事故。

(6) 热膨胀性

原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)等易燃物料在受热后会产生膨胀,造成容积内压力上升,从而导致爆炸、火灾、中毒、窒息等事故。

(7) 易泄漏、扩散性

原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)等易燃物料易泄漏,物料一旦泄漏,在环境温度下,会向周围扩散,造成环境污染和人员中毒、窒息及火灾、爆炸等事故发生。

(8) 窒息性

原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、氮气等气体易积聚,造成氧含量降低,会引发人员中毒窒息。

3.3 工艺过程的危险、有害因素

本项目整个装置由 PSA 变压吸附装置和富乙烷气/富甲烷气压缩系统组成，PSA 变压吸附装置主要由 10 台吸附塔和 3 台真空泵组成，其吸附和再生工艺过程由吸附、均压降压、逆放、抽真空、均压升压和最终升压等步序组成。本项目工艺过程的危险、有害因素分析如下：

(1) PSA 变压吸附、富乙烷气/富甲烷气压缩涉及的危险化学品物料有原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、凝缩油（参照正戊烷）、氮气等，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）为易燃气体，火灾危险性为甲类；凝缩油（参照正戊烷）为易燃液体，火灾危险性为甲B类，易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。氮气为加压气体，易发生窒息等事故。

(2) PSA 变压吸附、富乙烷气/富甲烷气压缩火灾危险类别为甲类（甲B类），从原料到产品均具有易燃易爆的特点。因此从原料的输送、加工及产品的输出，火灾、爆炸危险是主要的不安全因素。

(3) PSA 变压吸附、富乙烷气/富甲烷气压缩的原料及产品均为易燃、易爆物质，整个装置区内都具有较大危险性，其中危险性最大的区域属压缩机区。

(4) 变压吸附分离为间歇操作，对于每个吸附床来讲，在高压下吸附，在低压下脱附，因此吸附床受交变压力的作用，为疲惫容量，在设计、制造时要引起足够重视，否则易发生设备泄漏而引起火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(5) PSA 变压吸附过程中，特别是抽真空过程如果设备、设施密封不好，会使空气进入系统中形成爆炸性混合物，易引起火灾、爆炸、中毒、窒息等事故

(6) PSA 变压吸附装置开工应严格按开工方案进行,做好系统气密检查及置换等工作,否则易发生设备泄漏而引起火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。PSA 变压吸附严禁带水,否则易损坏吸附剂。

(7) PSA 变压吸附装置停工过程中属于不稳定过程,操纵参数变化大,如不留意也易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故,因此,停工过程也应认真组织,严格按停工方案进行。

(8) PSA 变压吸附系统设备存在氢腐蚀等破坏作用,如设备、材料等选型不当易发生设备腐蚀、泄漏而引起火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(9) PSA 变压吸附系统吸附剂等均为固体物质,吸附剂等的装填、更换过程中如防护不当,易发生粉尘危害。

(10) PSA 变压吸附系统吸附剂装填完毕并且经气密试验合格后应进行氮气置换。气密试验压力一般为工作压力的 1.2 倍,否则易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(11) PSA 变压吸附系统开车时投料速度不宜过快,应控制向系统送燃料气的升压速度,否则易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(12) PSA 变压吸附系统如果水带进吸附塔,可导致吸附剂失效,甚至损坏吸附剂,易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(13) PSA 变压吸附系统在运行时,不准敲击,不准带压紧固;严禁超压;不准在室内排放气体,吹除、置换、放空、降压必须通过放空管排放;当物料发生大量泄漏时,应立即切断气源,进行通风,严禁进行可能发生火花的一切操作,否则易发生火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

3.4 设备设施的危險、有害因素

3.4.1 承压容器

承压容器、管道(包括管件、法兰、三通、阀门等)及安全附件(包括压力表、安全阀等)均属特种设备,实行国家监督。化工压力容器是一种承

压力容器，压力管道连在压力容器上，是压力容器的延续，它们的安全性除与本身制造、安装质量有关外，还与容器、管道中的介质以及相关的工艺过程、操作条件、操作方式等有关。承压容器的主要危险为超压破裂或爆破、内部介质化学爆炸以及由此导致的物料泄漏、火灾、爆炸、中毒、窒息等。压力容器和管道的结合部是容易发生事故的部位。易燃易爆物质发生危害的主要部位集中在换热器等设备。

管道、管件（三通、弯头、大小头等）、法兰（法兰盘、螺栓、垫片）、阀门、接头、过滤器、支吊架等组成件与支承件的失效破坏会造成管道的失效与破坏。引起管道、管件失效的主要原因有：选型不当、安装不合理、元件质量低劣、腐蚀、振动、使用过程中材质劣化。

3.4.2 储槽（罐）类设备

储槽（罐）和相应管道及其安全附件设计、制造有缺陷，或使用过程中管理、维护、检测不到位，可因安全附件失效导致过载运行、金属材料疲劳出现裂缝、受热膨胀受冷收缩等原因，出现储槽（罐）、管道、阀门等破裂或渗漏，物料泄漏，引起储槽（罐）爆破事故，以及诱发灼烫、中毒、火灾爆炸事故。

储槽（罐）一般是全密封状况的容器，一旦因各种原因空气进入其中，与其内的易燃易爆介质形成爆炸性混合物，遇到明火或高温，会迅速出现爆炸，对周围的危险物质生产、储存和输送系统产生毁灭性的打击，对人可产生致命性损害，危险物质大量泄漏，引发更大的火灾爆炸和中毒窒息事故。

3.4.3 压缩机

本项目涉及富乙烷气压缩机（C2101A/B）2台，机型为往复式压缩机；富甲烷气压缩机（C2102）1台，机型为离心式压缩机。压缩机的危险性分析如下：

- （1）往复式压缩机事故分为机械故障、液击和燃烧、爆炸事故。

①机械故障包括阀片碎裂、十字头及活塞杆断裂、活塞环断裂、汽缸开裂、汽缸和汽缸盖破裂、曲轴断裂，连杆断裂和变形、连杆螺栓断裂、活塞卡住与开裂、机身断裂和烧瓦。

②气体带液，液击是由回液、带液启动等引起的，会在很短时间内造成阀片破碎、连杆和曲轴弯曲甚至断裂，并导致可燃气体泄漏。

③润滑油产生的积碳可引发火灾、爆炸事故；压缩气体泄漏也可引发火灾、爆炸事故。

(2) 离心式压缩机的常见故障原因包括润滑不足、异常振动、过热、噪音过大、泄漏、过载、轴承故障和控制系统故障等，操作处理不当，容易引发火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

①润滑不足：离心式压缩机的润滑系统是保持运行正常的重要组成部分。润滑不足可能导致摩擦增加，引起设备过热、噪音增加等问题。

②异常振动：离心式压缩机在运行过程中会产生一定的振动，但如果振动过大，则可能是由于不平衡或松动的零部件等问题引起的。

③过热：离心式压缩机在运行过程中会产生热量，但如果温度过高，则可能是由于冷却系统故障、油液问题或过载等原因引起的。

④噪音过大：离心式压缩机在运行过程中会产生一定的噪音，但如果噪音异常大，则可能是由于不平衡的旋转部件、松动的零部件等问题引起的。

⑤泄漏：离心式压缩机可能存在气体或液体泄漏的问题，这可能导致压力不稳定、能效降低等问题。

⑥过载：离心式压缩机在运行过程中可能会遇到过载问题，这可能导致电机过热、设备损坏等。

⑦轴承故障：离心式压缩机的轴承是支持旋转部件的关键组成部分，如果轴承出现故障，则可能导致设备无法正常运行。

⑧控制系统故障：离心式压缩机的控制系统可能会出现故障，这可能导

致设备无法正常启动、停止或调节。

3.4.4 泵

物料输送动泵如果安装、使用不当，或材质、型号选择错误，因泵出口压力超过泵壳压力或泵被腐蚀，有可能导致工艺中物料的外泄发生燃烧、爆炸、中毒、窒息。如果易燃易爆物质生产等场所泵类设备不防爆，可能引发燃烧爆炸事故。各种泵如果转动部分不清洁、润滑性差，摩擦产生高温，轴承冒烟着火，可能引发燃烧爆炸事故。泵类设备在防护设施不当可产生机械伤害。泵类设备还产生噪声。

本装置的凝液泵 P2006A/B 和 P2502A/B 为高危泵（输送介质为 C1-C4 的烃类），液态烃泵（高危泵）危险性分析如下：

液态烃的特性：液态烃包括蒸汽压力大于 0.1 MPa 至 15℃ 的烃类液体和其他类似液体。这些液体在环境温度下与空气混合时，具有较小的爆炸极限，遇到热源、氧化剂和明火时存在爆炸的危险。液态烃的压力液化后，具有沸点低、燃烧点低、粘度低、易于蒸发、饱和蒸汽压力高等特点，这些都增加了其在使用过程中的安全风险。

液态烃泵的结构特点：液态烃泵的主要部件包括叶轮、泵壳、泵轴和轴密封。由于泵轴与泵壳、泵单元和管道之间的连接容易腐蚀、密封或损坏，可能导致振动、易磨损和噪音等问题。这些问题如果得不到及时处理，可能会引发更大的安全事故。

火灾事故分析：液态烃泵在使用过程中可能因为密封面泄漏、轴承箱中油量不足导致润滑不良、机械密封失效等原因，导致液化气体泄漏、产生静电等，这些都可能引起火灾或爆炸。例如：一起事故中，由于泵面密封泄漏，导致液化气成雾状，密封面上产生静电，引起燃烧，造成了火灾。

3.4.5 起重机械

本项目压缩机棚新增 1 台桥式起重机，起重机械主要危险有害因素如下：

(1) 起重机械事故按其发生原因可分为挤压事故、高处坠落事故、重物坠落事故、起重机械倒、折断及倾翻事故、触电事故、撞击事故等。

(2) 常见的起重机械对安全影响较大的零部件主要有吊钩、钢丝绳、滑轮和滑轮组、卷筒及制动装置等。

(3) 起重机械应做好相关防护措施，否则易发生起重伤害等事故。防护措施具体如下：

①起重机械应配备相应的安全防护装置，包括：超载限制器、力矩限制器、上升极限位置限制器、下降极限位置限制器、运行极限位置限制器、偏斜调整和显示装置、幅度指示器、防止吊臂后倾装置、极限力矩限制装置、缓冲器、夹轨钳、锚定装置、回转定位装置等安全装置。

②起重作业必须由经过培训、考核合格并持有《特种作业操作证》的司机操作。

③作业前要对制动器、吊钩、钢丝绳等安全装置进行检查，发现性能不正常时，应在作业前排除。

④作业时应按指挥信号进行，开车前应鸣铃或报警，闭合主电源时，应把所有控制器手柄回到零位，作业结束时应将起重机秒定锚定。

⑤起重机作业时，不能对运动机件进行检查和检修，不能在有载荷情况下，调整起升、变幅机构的制动器。

⑥吊运时，重物不能从人头顶通过，吊臂下严禁站人。

⑦起重机工作时，其各部件、机构，必须要与输电线路保持一定安全距离。

⑧起重机驾驶人员要求身体健康，凡患有色盲、双眼视力在 0.8 以下，患有听力障碍症或癫痫病的人不能从事此项工作。

⑨起重机驾驶人员要了解并保证做到“十不吊”：

a. 超过额定负荷不吊。

- b. 指挥信号不明、吊物重量不明、光线暗淡不吊。
- c. 吊索和附件捆绑不牢不吊。
- d. 行车吊挂重物直接进行加工不吊。
- e. 歪拉斜拽不吊。
- f. 吊物上站人或有浮放物不吊。
- g. 氧气瓶、乙炔发生器等具有易燃易爆危险的物品不吊。
- h. 吊物有刃角不垫好不吊。
- i. 埋在地下或凝固在地面上的物件不吊。
- j. 违章指挥不吊。

另外，本项目涉及的起重机械为防爆型的，若防爆性能不达标，也会造成火灾、爆炸等潜在危险。

3.4.6 安全设施及安全附件

(1) 安全阀

压力容器、管道和设备上的安全阀在运行中可能出现以下问题：

内漏：引起的原因主要有安全阀在运行过程中，弹簧预应力下降，密封面压不紧；安全阀起跳后，阀头和阀座间出现错位，或有异物堵在阀口；密封面受到损伤。

不按设计值起跳：原因主要有介质温度变化和弹簧受到腐蚀等。

频繁起跳：引起的原因主要是事故放空系统设计不合理或放空压力设置不合理。

复位滞后：安全阀按设计值起跳，但不按设计值复位，由回座压力不够引起。

违章操作：有时操作人员为了一时之便，将安全阀人为隔离，而给生产系统带来重大安全隐患。

(2) 火炬系统

本项目装置非正常情况，气体均排往火炬系统。火炬系统的危险、有害因素分析如下：

①形成爆炸性气体混合物

火炬系统由于以下三种原因可能形成爆炸性气体混合物，造成火炬系统爆炸。一是外部空气通过火炬头末端的敞口、管道和管件上的不严密处漏入系统中；二是系统中没有余压使空气吸入；三是生产装置中含有的助燃气体排入火炬系统。

另外，火炬系统中某一部位发生泄漏，可燃气体或蒸气扩散到空气中形成爆炸性气体混合物，遇火源发生爆燃或爆炸。如管道或设备的低处积聚了大量冷凝液引起管道中的水力冲击而破裂；或积水冻结使管道破裂；或瞬时排入大量气体时管道受到冲击而破裂等。

②形成危险物质

同时向火炬系统排放性质相抵触的能反应生成敏感性爆炸物质的气体，或能形成易爆气体混合物和聚合物等危险性物质的气体。有的能立即发生燃烧或爆炸，有的已达到爆炸极限，还有的如聚合物可以沉积在管道和火炬内壁，严重时能堵塞火炬系统，某些聚合物还可能受热自燃。

③堵塞发生危险

火炬系统的管道发生堵塞造成超压，是酿成火炬系统爆炸的又一危险，造成堵塞的原因大都是由于结冰或油的凝固。在寒冷的气候条件下，最容易造成冰的堵塞，特别是在有水蒸气进入管道时。火炬管道的重质油品堵塞在寒冷气候中也多有发生。

④产生辐射热

当大量可燃气体在火炬中燃烧，尤其是在工业设备紧急排放可燃气体时，由于火炬的热辐射作用，使火炬邻域范围内潜在较大的火灾危险。一些危险设备，尤其是处于火灼影响区域内的装有可燃和易挥发液体和气体的储罐和

管道，由于热辐射和器壁表面温度的升高，也会使设备中物料加热到危险状态。

⑤具有火花危险

若火炬管或火炬喷头设计不当，或喷出的气体流速控制不当，当排放的可燃气体或蒸气在火炬中燃烧时会发生回火，或使火焰脱离火炬产生飞火，或液体从火炬中飞溅带出火花产生火雨，从而导致火灾危险。

⑥放空管的火灾危险性分析

当可燃气体或蒸气直接通过放空管排放时，在放空管的邻近区域就会形成爆炸性气体混合物，遇火源便会导致火灾或爆炸。尤其是当排放比空气重的可燃气体或蒸气时，排放的气体会很快沉降到地面，在地面上形成爆炸性气体混合物。

⑦吸附塔紧急排放的危险性分析

PSA 吸附塔在紧急排放过程中可能面临多种危险因素，主要包括：

气体泄漏：在紧急排放过程中，如果操作不当或设备存在缺陷，可能会导致气体泄漏，尤其是原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）等易燃易爆气体的泄漏，增加了火灾和爆炸的风险。

火灾和爆炸风险：原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）等轻质气体在空气中具有较高的爆炸范围，如果环境中存在点火源，如静电、火花等，可能会引发火灾或爆炸。在压力比较高的情况下，容易出现爆破，这是因为 PSA 装置在操作过程中可能会遇到高压情况，如果处理不当，可能会导致设备损坏或安全事故。

人员伤害：紧急排放时，如果操作人员没有采取适当的防护措施，可能会受到窒息性气体等的伤害，尤其是在没有充分通风的环境下。

环境污染：某些气体排放到大气中可能会对环境造成污染，可能会对生

态环境和人类健康造成长期影响。

(3) 紧急停车及安全联锁系统

紧急停车及安全联锁系统(ESD&SIS)是用来降低过程风险的自动控制设施,它是整个安全系统中的重要组成部分。系统通常由传感(变送)器、接口仪表、逻辑运算控制器、执行器和电源系统五部分组成。在各部分的设计、元器件选取、安装、使用和维护过程中,如果不符合安全要求,则在遇到紧急工况需要立即停车或迅速变换工艺参数时,紧急停车及安全联锁系统会发生拒动或误动,起不到应有的作用。ESD&SIS系统可能出现的问题有:测量元件、变送器、执行机构等故障;上位机及逻辑运算控制器故障;电源故障。

由于ESD&SIS系统采用冗余设置,本身具有故障自检和纠错功能,因此发生故障的机率是很小的。但有时由于系统控制参数选择不合适或生产系统不稳定,会导致ESD动作,而随意将ESD摘除,使生产系统或重要设备失去了这一重要保护屏障。

(4) 其它安全设施

安全切断装置:安全切断装置,如止回阀、紧急切断阀、8字盲板等,在维修时或在紧急事故情况下,可起到隔离或紧急切断可燃气体、液体的作用,避免事故的发生或减小事故危害,如不按规范要求设置或维护不周而发生故障、泄漏,则不但起不到应有的安全防护作用,还可能引发事故。

可燃气体检测器及有毒气体检测器:可燃气体检测器及有毒气体检测器,应按规范要求设置,定时进行检测和维护,否则难以保证探测作用的可靠性及事故防范预警作用。

3.5 禁忌物料的危险、有害因素

本项目运行过程中涉及的物料与其禁配物之间混放可能引起的危险、有害性详见表3-3。

表3-3 物料的禁忌性

序号	物料名称	禁忌物	危险、有害性
1	原料气（参照氢气和甲烷混合物）	金属乙炔化合物、卤素及卤间化合物、卤素的氧化物、硝酸、氧化氮、硝酸盐、亚硝酸盐、卤素含氧酸盐、铬酸盐、高锰酸盐、无机过氧化物、金属氧化物和过氧甲酸。氧化性物质和卤素	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。
2	富乙烷气（参照乙烷）	强氧化剂、卤素	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。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。
3	富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）	金属乙炔化合物、卤素及卤间化合物、卤素的氧化物、硝酸、氧化氮、硝酸盐、亚硝酸盐、卤素含氧酸盐、铬酸盐、高锰酸盐、无机过氧化物、金属氧化物和过氧甲酸。氧化性物质和卤素	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。
4	凝缩油（参照正戊烷）	强氧化剂	极易燃，其蒸气能与空气形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂接触发生强烈反应，甚至引起燃烧。液体比水轻，不溶于水，可随水漂流扩散到远处，遇明火即引起燃烧。在火场中，受热的容器有爆炸危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。
5	氮气	无资料	若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

3.6 物料输送的危险、有害因素

本项目储运外管即新增老区 C2 回收装置与上下对接装置（包括 1#渣油加氢、1#乙烯、4#PSA、5#PSA、5#加氢、6#加氢、燃料气管网等）之间的物料往来管道。管线对于化工企业来说是十分重要和复杂的系统，企业应整体通盘来考虑，本项目的管线设置不但要满足本项目装置的需要，还要综合考虑公用工程的需要。如果二者不相衔接，或与上下游生产装置沟通、协调不畅，就有可能造成安全问题，影响整个企业的安全。

管线设置应符合《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）等中对厂内综合管线和工艺管线规定。

本项目涉及的各种物料基本上都是通过管道输送的，在物料的管道输送中，若管廊的设计建造存在下列技术性问题，易发生各类事故：

①地质报告不准确、提出的设计条件不完善等引起的桩基设计缺陷，可能造成管廊不均匀沉降，管廊基础不均匀沉降或沉降量超标引起管廊局部或整体下沉，将导致管道损坏，引起物料泄漏，发生火灾、爆炸、中毒、窒息事故。若未结合本区域地质状况，管架基础未采用打桩处理，造成管架基础沉降，则易导致管道泄漏，引发火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

②若钢梁柱钢桁架强度、刚度不够、管廊跨距过大，管廊可能因结构及管道重量、物料重量、固定荷载、可变荷载和环境荷载、蒸气管道热胀冷缩等组合作用下，管架荷载过大，可能产生结构或构件的应力超过许用应力，使构件和连接件破坏，导致管道损坏，物料泄漏甚至发生火灾、爆炸、中毒、窒息事故。

③若管廊宽度不够，而使管道与管道间距不能够满足安全要求，有可能因可燃物泄漏、火花等，致发生火灾爆炸事故。

④若管架下层梁底距地面净高不足、没设置限高标记，易发生车辆撞坏管廊等事故，有可能引起火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

⑤由于管廊的重要性和管道所输送的物料存在易燃、易爆、腐蚀等危险性，钢结构若防腐不当或失效，在爆炸区域范围内的主管廊的钢结构部分不做防火处理，钢结构则会因周围环境的腐蚀而损坏或因局部火灾钢结构变形而致管架垮塌。

⑥若存在柔性设计缺陷：管系对约束点（如管端设备接口处等）产生附加作用力和力矩。该作用力和力矩过大，在管道和设备或管道组成件的连接处易发生泄漏或损坏；也会导致与管道相连接的设备内部产生局部峰值应力

和变形，甚至无法正常运行或引起机件的损坏。

⑦如果基础防腐设计及管架防腐工作未到位。可能因腐蚀（化学介质腐蚀，大气腐蚀、海水腐蚀、土壤腐蚀、杂散电流腐蚀、细菌腐蚀、磨损腐蚀、应力腐蚀和接触腐蚀等）造成管架破坏或寿命下降。

⑧如果存在防雷、防静电设计缺陷可能引起雷电危害。管架、管道等有可能遭受雷击或产生静电，引起火灾、设备损坏和人身伤害事故。

⑨接柱、接梁（网架）处若未设置操作平台，可能造成坠落伤害。任一根管线的相邻两个截止阀之间未设放空阀、安全泄放阀等自动或手动泄压阀门，会造成管道内气体或液体膨胀而导致管道破裂或泄漏事故。

⑩当管道向储罐、装置等输送物料时，若前后两端联系不当，可能会造成物料超压、溢漏等事故。

3.7 检维修作业过程的危险、有害因素

检维修作业是企业日常维护正常生产所必须的工作，在此过程中如不按有关的规定执行，易发生危险，主要有以下的表现：

（1）动火作业未按动火作业的相关规定进行，如未开动火作业票、未做动火分析、无动火监护人或者动火措施不到位均会发生火灾爆炸事故；

（2）如作业场所存在设备泄漏，会引起检维修人员窒息中毒；

（3）进入置换不彻底或者是氧含量不合格的容器、设备，也会发生人员窒息中毒；

（4）检维修作业过程中还会存在登高作业、携带工具、使用电气和机械设备等，就可能发生高处坠落、物体打击、触电、机械伤害等事故。

（5）如登高作业中未系安全带、未穿防滑鞋或者检维修现场无防护措施、护栏缺损等，易发生高处坠落事故。

（6）移动式电动工具有缺陷、漏电、未安装漏电保护器或者在潮湿的地方使用都易发生触电事故，在金属容器中使用移动式电动工具、行灯等未使

用安全电压，也易发生触电事故。

(7) 焊接、切割等动火作业存在的危险；

焊接、切割是检维修作业最常见的过程，也是生产现场最主要的明火作业，危害特别大。这种作业引起火灾爆炸事故的因素和危险性主要表现为：

①作业场所使用的能源，如乙炔、氧气等，都是易燃易爆气体，气瓶同时又是压力容器，所以焊割工艺本身就具有火灾、爆炸危险性。

②作业中金属熔渣到处飞溅，是焊接、切割作业引起事故的主要原因，尤其是气割时，金属熔渣从割缝中被高压氧气喷吹，大量的氧化熔渣四处飞溅，其范围比焊接火星的范围要大得多，温度又高，当焊渣接触可燃气体或易燃易爆物品时，就会引起燃烧、爆炸。

③焊接、切割时的热传导，也会引起火灾。这类事故一般发生在设备抢修过程中，由于热传导易使焊割部件的另一端或另一侧的可燃物着火或可燃气体爆炸。

④对焊割部件的内部结构、性质未了解清楚就盲目焊接。化工装置区设备、设施种类很多，某些设备、设施构造复杂，稍有不慎，容易发生意外事故。

⑤未按规定办理动火作业票，就急于盲目动火，往往导致火灾、爆炸事故的发生。

⑥工艺过程中涉及的原料绝大多数是易燃、易爆介质，如要进行局部储运设备的动火检修，就必须要与储存系统隔绝。若未认真采取隔绝措施就盲目动火，易引发火灾、爆炸事故。因此必须制定严格的动火制度。

⑦焊割金属容器时，由于对残存的易燃易爆气体和液体未彻底清除，未冲洗、置换，易发生爆炸事故。

⑧对动火作业现场未认真检查，未按要求将周围易燃物质彻底清除，就贸然动火，易引发火灾事故。

⑨动火作业结束后，遗留火种未熄灭而阴燃起火，发生事故。

⑩电焊电源线、焊接导线特别是回路线，因乱搭乱接而引起火灾。原因是电焊回路线的搭头处接触不良容易产生火花，引燃附近可燃物而导致火灾爆炸。

⑪气焊气割使用的乙炔、氧气，因焊割工具漏气或安放位置不妥，使得乙炔、氧气积聚在某一部位，遇焊割明火引起爆炸事故。

⑫违反动火规定，没有进行动火分析，没有进行有效隔离，没有做好安全防范措施，就进行动火，易引起火灾爆炸事故。

⑬在含易燃易爆物质的废液排放地沟上面或附近动火，也易引起火灾爆炸事故。

以上种种现象，根据事故的条件，均可造成火灾、爆炸、人身伤害、中毒、窒息和设备毁坏等事故的发生。

（8）特殊作业

特殊作业管理是企业生产的一种非常规性作业管理，企业应落实以下安全措施。否则，由于施工单位人员安全意识淡薄、作业不规范、特殊作业管理不善等，易导致事故发生。

①风险辨识

作业前，作业单位和生产单位应对作业现场和作业过程中可能存在的危险、有害因素进行辨识，制定相应的安全措施。

②作业人员安全教育

作业前，应对参加作业的人员进行安全教育管理，书面安全技术交底，并有所有人员的签字记录。

③作业审批手续

作业前，作业单位应办理作业审批手续，并有相关责任人签名确认。

④工艺处理

作业前，生产单位应对设备、管线进行隔绝、清洗、置换，并确认满足动火、进入有限空间等作业安全要求。

⑤作业工器具检查

作业前，作业单位对作业现场及作业涉及的设备、设施、工器具等进行检查。

⑥作业防护用品佩戴

进入作业现场的人员应按规定着装及正确佩戴相应的个体防护用品，多工种、多层次交叉作业应统一协调。

⑦作业应急机制

当作业现场出现异常，可能危及作业人员安全时，作业人员应停止作业，迅速撤离，作业单位应立即通知生产单位。

⑧恢复现场

作业完毕，应恢复作业时拆移的安全设施的安全使用功能；将作业用的工器具、脚手架、临时电源、临时照明设备等及时撤离现场；将废料、杂物、垃圾、油污等清理干净。

动火作业

①动火分析与动火作业间隔一般不超过30min，作业中断时间超过60min，应重新分析，每日动火前均应进行动火分析；特殊动火作业期间应随时进行监测。

②动火作业实行“三不动火”，即没有经批准的“动火作业许可证”不动火、动火监护人不在现场不动火、安全管控措施不落实不动火。

③乙炔瓶使用时必须垂直放置，应有防倒措施，不得卧放使用，使用时应安装阻火器，乙炔气瓶上的易熔塞朝向无人处。

有限空间作业

①作业前的30min内，应对有限空间进行气体分析，分析合格后方可进

入。

②与有限空间相连的所有工艺管道要加盲板隔离（或拆除一段管线），不允许用关闭阀门、水封代替加装盲板，决不允许有工艺介质进入有限空间内。

③在有限空间外应设有专人监护，作业期间监护人员不应离开。

④有限空间外应设置安全警示标志。

⑤有限空间作业，不得使用卷扬机、吊车等运送作业人员。

高处作业

①作业使用的工具、材料、零件等应装入工具袋，上下时手中不应持物，不应投掷工具、材料及其他物品。

②因作业必需，临时拆除或变动安全防护设施时，应经作业审批人员同意，并采取相应的防护措施，作业后应立即恢复。

临时用电作业

①原则：TN-S 保护接零系统、三级配电、两级漏电保护和动照分设、压缩配电间距、环境安全等。

②临时用电设施应安装符合规范要求的漏电保护器，移动工具、手持式电动工具应逐个配置漏电保护器和电源开关。

吊装作业

①吊装作业场地平整、坚实，具有足够的承载能力。

②在作业时必须明确指挥人员，指挥人员应佩戴鲜明的标志或特殊颜色的安全帽，按规定指挥信号进行指挥。

③起重机司机（起重操作人员）必须按指挥人员（中间指挥人员）所发出的指挥信号进行操作。对紧急停车信号，不论任何人发出，均应立即执行。

④使用完毕的吊索、吊具要收回放置于规定的地方，并对其进行检查、维护、保养。

盲板抽堵作业

①每个盲板应设标牌进行标识，标牌编号应与盲板位置图上的盲板编号一致。

②不得在同一管道上同时进行 2 处及 2 处以上的盲板抽堵作业。

断路作业

①夜间作业应设置道路作业警示灯。

②道路作业警示灯遇雨、雪、雾天时应开启，在其他气候条件下应自傍晚前开启，并能发出至少自 150m 以外清晰可见的连续、闪烁或旋转的红光。

动土作业

①动土作业施工现场应根据需要设置护栏、盖板和警告标志，夜间应悬挂红灯示警，防止人员误入施工区域。

②动土临近地下隐蔽设施时，应使用适当工具挖掘，避免损坏地下隐蔽设施。

③动土中如暴露出电缆、管线以及不能辨认的物品时，应立即停止作业，妥善加以保护，报告动土审批单位处理，经采取措施后方可继续动土作业。

④挖掘土方应自上而下进行，不准采用挖空底脚的办法挖掘。在土壁上严禁挖洞攀登。

⑤挖出的泥土堆放处所和堆放的材料至少应距坑、槽、井、沟边沿 0.8 米，高度不得超过 1.5 米，以防坍塌。

⑥多人同时挖土时应相距 2 米以上，防止工具伤人。

⑦根据土壤性质、湿度和挖掘深度设置安全边坡或固壁支撑，确保施工安全。

⑧在动土作业中使用机械设备时，应有合格的监护员监护，确保操作安全。

⑨施工结束后应及时回填土方，并恢复地面设施，确保施工区域的安全。

3.8 建（构）筑物的危险、有害因素

(1) 总平面布置不合理，如建（构）筑物防火间距不足等，都可能引起事故或在事故发生后，导致不应有的严重后果。

(2) 建（构）筑物耐火等级应符合规范要求，且应设置防雷（特别是防直击雷）设施。否则，一旦发生火灾或者因雷击招致的火灾事故，会迅速穿顶，甚至造成倒塌等危险危害。同时，建（构）筑物的间距应考虑到消防施救和人员疏散的要求，否则还可能造成火情或事故的扩大。

(3) 建（构）筑物结构要考虑自然通风和强制通风的要求，必须符合消防施救和安全疏散的要求。否则，易发生中毒、火灾等事故，在事故状态下不能及时疏散，导致事故的扩大。

(4) 建（构）筑物安全出口一般宜不应少于二个，否则紧急情况下人员难以安全撤离。地面应平整但不能过于光滑，否则操作人员容易绊倒或滑倒，特别在紧急情况下，人员受到伤害的可能会增大。

3.9 公用、辅助工程的危险、有害因素

(1) 工厂的新鲜水供应突然中断，会对用一次水的设备、设施造成严重危害。如用于冷却的，水一中断会造成温度、压力失控；工艺用水一中断，会使操作失控，引发事故。

(2) 工厂突然停电，会引起所有机、泵等停止运转，致操作混乱，极易造成事故。

供配电设施及用电设备：①变压器：若出了故障，将造成装置电力中断，不仅影响生产，还会引发事故。②电缆：主要有电缆火灾。③停电和晃电：对有一级用电负荷要求的设备、设施及场所，如一些工艺装置、辅助设施和消防设施，要求连续可靠供电，一旦供电中断发生事故，会造成装置停工、设备停运，危及装置和人员安全。④电危害：电气火灾和电伤害是主要的电危害。⑤静电和雷电：a. 静电危险因素：静电放电主要导致燃烧或爆炸事故。

b. 雷电危险因素：雷电电流能破坏绝缘，产生电火花，成为点火源。雷电若侵入到自动控制系统，容易造成控制仪表等设备击穿，致使其失效，进而导致整个系统的失效。雷电能量巨大，可破坏建构筑物、设备，造成人身伤害。

(3) 工厂突然停止蒸汽供应，将使用蒸汽加热的操作无法进行，至使生产不能继续，处理不当会引发事故。

蒸汽系统的主要危险是汽水管道爆破，主要有害因素是高温、噪声等。

(4) 工厂突然停氮气或氮气不纯，将使采用氮气保护的设施失去了氮气的来源，如时间持续或处置不当，会引发事故。

(5) 仪表空气一般设有缓冲罐，空气压缩机停运后可继续供仪表风约30分钟。如时间过长，则气动仪表不能运行。

(6) 所以工厂的公用工程对生产的影响是十分重要的，如停供则带来极大的事故隐患。为此，企业应制订有针对性的停电、停风、停气事故应急救援预案，采取正确的措施，防止公用工程故障所带来的危害。

(7) 污水管网的危险因素：①易在下水管网系统内部形成爆炸性混合气体。②重质可燃物质易在管网中形成可燃液膜或污垢。③废水中有些物质可通过反应生成新的可燃物质。④点火源出现的机率较大。⑤排污下水管网的火灾爆炸危险性不易被发觉，火灾、爆炸易造成大面积破坏。

(8) 本项目不新建控制室及机柜间，依托现有炼油第二控制室及机柜间。电子原器件更新迭代周期短，扩建过程中新使用的电气元器件，如仪表卡件、接口等与原系列不兼容，将导致工艺控制风险。

3.10 职业卫生的危险、有害因素

(1) 毒物危害

本项目的物料凝缩油（参照正戊烷）属于Ⅲ级中度危害，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、氮气属于Ⅳ级轻度危害。

另外，若空气中原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富乙烷气（参照乙烷）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）、氮气等含量过高，使吸入气氧分压下降，易引起缺氧窒息。

富乙烷气（参照乙烷）、凝缩油（参照正戊烷）具有特异性靶器官毒性（麻醉效应），凝缩油（参照正戊烷）还具有吸入危害。

生产过程虽为密闭，自动化控制操作，但在操作和检修过程中不可避免地会接触到有毒物质，对作业人员的身体健康造成危害。

（2）噪声危害

本项目中的噪声源主要为运行过程中产生的机械性噪声，空气动力性噪声。如：富乙烷气压缩机、富甲烷气压缩机等运转，蒸汽排放等。噪声能引起人听觉功能敏感度下降，甚至造成噪声性耳聋。能引起神经衰弱、心血管疾病及消化系统疾病。高噪声影响信息交流，还可导致设备、仪表精度下降，而引发设备损坏或工伤事故。

（3）粉尘危害

本项目吸附剂等装填、更换存在粉尘危害，作业人员如不注意自身防护，容易将粉尘吸入体内，导致作业人员粉尘伤害。

（4）高低温危害

因本地区夏季气温较高（极端最高气温：41.9℃），再加上高温设备（蒸汽管道等）的散热，夏季现场作业易发生中暑现象；冬季气温较低（极端最低气温：-8.8℃），冬季潮湿寒冷，特别是在室外等区域作业，给这些岗位上作业人员带来一定的危害。

高温对人体的危害主要表现为对机体热平衡系统、心血管系统、消化系统、肝脏及水盐代谢功能等产生影响。低温对人体的危害则主要表现为使人体生理功能发生适应性改变，明显影响工作能力和造成肌体伤害如发生冻疮和冻伤。严重时会导致人的肌体冻僵而导致工伤事故的发生。

3.11 心理、生理与行为性危险、有害因素

3.11.1 心理及生理上的危险、有害因素

(1) 负荷超限：心理及生理上的负荷超限，会使操作人员的身心疲惫，对外界的刺激信号反应迟钝，对事物的判断失常，产生错误，因而引发各种事故。违规加班、家庭矛盾等都会造成操作人员的负荷超限。

(2) 健康状况异常：操作人员带病工作或发生突发性疾病有可能造成灾难性后果。

(3) 从事禁忌作业：从事禁忌性作业会给操作人员造成身体伤害。

(4) 心理异常：心理异常可能产生行为异常，因而引发各种事故。

(5) 辨识功能缺陷：有色盲、立体盲的人或酒后操作都可能造成不应产生的危害。

3.11.2 行为性危险、有害因素

行为失误的危险、危害因素，主要有：

(1) 指挥错误（指挥失误、违章指挥、其他指挥错误）；

(2) 操作失误（误操作、违章作业、其他操作失误）；

(3) 监护失误（如脱岗、未交接班等）。

行为失误的结果可能造成极为严重的后果，如人员伤亡、火灾爆炸等。

3.11.3 管理缺陷

如动火作业、动土作业、临时用电作业、进入有限空间作业、易燃易爆场所检维修作业、开车停车作业等等未按规定程序、申请作业证、人员未训和持证上岗、未进行危险有害因素识别并采取相应检测预防等安全措施；未在容易发生事故危及生命安全的场所和设备，设立安全标志；对管道使用安全色以示明显区分等等，企业就有可能因管理不善造成火灾爆炸、中毒窒息、高处坠落、触电、烫伤等安全事故。

(1) 管理不到位造成操作人员违反操作规程，会引起火灾爆炸等重大

事故或中毒、伤害等事故。

(2) 管理缺陷可能引起作业过程中的意外伤害。

(3) 管理缺陷可能引起设备维修过程中的伤害。

3.12 施工作业的危险、有害因素

本项目建设之前需要对原有轻烃回收相关的设备拆除。在本项目施工过程中，周边已建的设备设施等需要正常生产。另外，本项目可能存在部分利旧设备。施工作业的危险、有害因素分析如下：

(1) 化工装置的拆除具有拆除难度大、危险因素多等不利因素，为加强拆除施工中的安全管理，确保拆除施工能够顺利进行，相关企业及作业人员要提高警惕，避免发生事故。

火灾、爆炸：化工装置清洗、置换不彻底，装置内残留有易燃易爆物质或装置现场的可（易）燃物未清理干净，拆除动火时有可能发生火灾、爆炸事故。

中毒：装置现场或装置内的有毒有害物质未清理或未置换干净，个人防护用品未能有效穿戴，拆除过程中，有毒有害物质溅（溢）出，易造成人员中毒。

灼烫：灼烫可能来自两个方面：一是装置内残留的酸、碱等腐蚀性化学物质；二是在清洗装置过程中，大部分装置的清洗都要使用蒸汽，在使用蒸汽时操作不当或防护不到位，有可能被蒸汽烫伤。

高处坠落：拆除大型设备或在平台上、孔洞边、管道支架上作业时，防护措施不到位，有可能发生高处坠落事故。

环境污染：装置停车后，遗留、废弃的危险化学品处置不当，有可能发生跑气等环境污染事故。

除上述危险因素外，拆除过程中还可能存在坍塌、物体打击、起重伤害等危险因素。

(2) 施工安装工程队应有资格证书，并经有关职能部门资质审查合格后，方可施工安装。电焊工、电工、起重工等特种作业人员需持证上岗，否则易发生施工事故。

(3) 进入建设单位施工现场施工的一切外来施工安装人员，应先接受建设单位组织的安全教育，并登记名册，否则易发生施工事故。

(4) 要制定切实可行的施工安全方案，经建设方和施工安装单位双方审定后，分工负责，共同实施，否则易发生施工事故。

(5) 应制订现场施工安装安全管理制度和应急事故处理方案，建设单位和施工单位都要派出安全巡视人员，加强施工现场的安全监督和管理，否则易发生施工事故。

(6) 井字架、脚手架缺陷易造成倒塌、人员高处坠落伤害。

(7) 简易升降机缺陷或操作不当，易造成夹、挤、坠落等伤害事故。

(8) 边生产边施工的危险、有害因素

本项目建在镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，在本项目施工建设过程中，周边已建的设备设施等需要正常生产。所以本项目存在边生产边施工的危险、有害因素，具体分析如下：

①本项目水、电、气（汽）及物料输送管线等与现有设施连接过程中若未按规范要求进行作业，极易发生触电、火灾、爆炸、中毒等事故。尤其是易燃易爆、毒性物料输送管线，若未做好隔断、清洗置换不干净、可燃、有毒气体浓度检测分析不到位等，在施工过程，尤其是动火作业时，会发生火灾、爆炸、中毒等事故。

②本项目施工建设过程中，周边已建的设备设施等需要正常生产，所以企业应该特别重视安全问题。与土建、施工、安装等单位签订安全协议，明确各自的安全责任；做好隔离措施，采用砖墙或阻燃型彩钢板将施工场所与周边装置、设施进行隔离；制定边生产边施工的安全管理制度并严格执行；

加强现场监管，企业与施工方均应派专人进行现场监管，特别是动火等危险作业；制定边生产边施工的专项应急预案，并进行演练。否则易因安全职责不清等原因而发生各种事故。

(9) 本项目可能存在部分利旧设备，旧设备在拆卸、安装等作业过程中应严格按照操作规程进行吹扫、置换、检测。焊接、切割等动火作业前应特别注意检查乙炔气管道的老化问题，否则很容易发生事故。应对利旧设备材质、设计温度、设计压力等等适用性进行核实，若利旧设备属于特种设备，应经资质部门检测合格才能使用，对存在严重事故隐患，或无改造、修理价值，或达到报废条件，或因故无法检验的特种设备应予以淘汰。

另外，已过设计年限且未经有资质单位检测合格的设备不得使用。

3.13 其他的危险、有害因素

(1) 机械伤害

本项目的机械设备主要包括塔类设备、容器类设备等固定设备和富乙烷气压缩机、富甲烷气压缩机、机泵等运动设备。这些设备特别是设备的快速移动、摆动、旋转、啮合部位，若缺乏良好的防护设施、严格的操作规程等，也有可能伤及操作人员的手、脚、头部等部位。维修用的吊装设备也有可能伤及操作人员。可能对操作人员造成挤压、碰撞、剪切卷入、绞、碾、割、刺等机械伤害。

设备底部、操作平台、管道等如果标高较低，操作人员可能发生意外撞伤等伤害。操作平台、梯子、地沟盖板等不符合有关规范要求，容易造成操作人员滑倒等意外事故。

(2) 物体打击

操作平台、塔器、容器、起重机械等高处维修、作业时，携带物品、工具等不慎落下，可能造成物体打击伤害。

(3) 高处坠落

本项目运行过程中，操作人员需登高至操作平台进行操作，平台缺少护栏，直梯、斜梯设计、制造、维护有缺陷，在走动或攀登时，也有可能存在坠落造成伤亡的危险。

（4）灼烫

蒸汽等热力系统，可能由于蒸汽等泄漏而造成工作人员的烫伤，蒸汽等管道的保温不良，蒸汽等阀门，管道及其附件的破损，也可能造成人员烫伤事故；高温设备如果无保温层裸露在外或保温层失效，导致表面与人体接触，会发生高温烫伤事故；巡检人员不小心接触高热管道或热力设备，可能造成人员烫伤事故。

蒸汽等的管道输送及蒸汽放空、设备设施的蒸汽等加热等过程中，若存在安装缺陷或生产运行、检修过程中管理不善，则容易造成人员的烫伤。

（5）雷电及电气伤害

宁波地区属多雷地区，在雷电天气，各种建筑物、构筑物若未安装防雷设施或防雷设施不符合要求，均可能遭受雷击。

接地系统及设备、管道的防静电接地的缺陷可能造成电气伤害。配电柜、控制柜等电气设备，由于安装、管理缺陷，且作业现场具有潮湿、高温、金属设备多等特点，如果日常使用维护过程的工作疏忽，或作业人员不按电气作业安全规程进行操作，可能引起触电事故。另外，雷击、大风、洪涝灾害等意外情况发生时，也可能引起触电事故。

①雷电伤害：本项目所处区域，有雷击危险的可能。雷击危险可能导致火灾、爆炸、设备损坏、人员触电伤亡等事故。

②静电危险：物料在输送过程中，因流动易产生和积聚静电，如在物料输送过程中，电器等设备的防静电措施不到位，静电火花可能引发火灾、爆炸，人体也可能因静电电击引起精神紧张而摔倒、坠落，造成二次事故。

③漏电伤害：动力、照明配电箱等电器设备，在江南地区春夏之交的多

雨、潮湿季节，由于电器绝缘不好引起漏电，有可能引起人员的触电事故。另外，危险物料集中的场所附近，由于电气线路短路等原因也可能引起火花而导致火灾、爆炸事故发生。

④违章作业触电事故：如存在设备缺陷、防护设施不到位、防护措施不落实或不遵守操作规程、违章作业等也会有触电的危险。

(6) 选址、周边环境和总体布局危险、有害因素

①选址

如果项目的选址不当，环境、自然条件对项目的安全性影响很大，将导致火灾、爆炸、中毒、窒息等人员伤亡事故的发生。

②周边环境

本项目若发生火灾、爆炸、毒物泄漏等事故时将对周边产生影响。如果周边的企业、道路、设备设施发生火灾、爆炸、毒物泄漏等事故时也会对项目造成危害。

③总体布局

总体布局方面主要考虑在功能分区、厂内运输装卸、危险设施布置、强噪声源、振动源、建筑物自然通风及采光等方面，如果这些方面不能很好布置也会导致火灾、爆炸、中毒、窒息等人员伤亡事故的发生。

3.14 危险化学品重大危险源辨识

3.14.1 辨识依据

根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 及镇海炼化原危险化学品重大危险源备案表，以本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置整体作为辨识单元进行危险化学品重大危险源辨识，以下是危险化学品重大危险源辨识过程中几个相关概念：

(1) 危险化学品是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

(2) 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。

(3) 临界量是指某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 混合物是指由两种或者多种物质组成的混合体或者溶液。

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 中表 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：

①生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

②生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按式(a)计算，若满足式(a)，则定为重大危险源：

单元内存在的危险物质为多品种时，根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 中规定，采取以下的计算式来判断是否属于危险化学品重大危险源。

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

式中：

S——辨识指标；

q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险化学品的实际存在量，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）。

根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，对本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置进行危险化学品重大危险源分级，以下是危险化学品重大危险源分级过程中几个相关概念：

（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，经校正系数校正后的比值之和 R 作为分级指标。

（2）分级指标的计算方法

重大危险源的分级指标按式（b）计算。

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

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，在表 3-4 范围内的危险化学品，其 β 值按表 3-4 确定；未在表 3-4 范围内的危险化学品，其 β 值按表 3-5 确定。

表 3-4 毒性气体校正系数 β 取值表

名称	校正系数 β
一氧化碳	2
二氧化硫	2
氨	2
环氧乙烷	2
氯化氢	3
溴甲烷	3
氯	4
硫化氢	5
氟化氢	5
二氧化氮	10
氰化氢	10
碳酰氯	20
磷化氢	20
异氰酸甲酯	20

表 3-5 未在表 3-4 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
急性毒性	J1	4
	J2	1
	J3	2
	J4	2
	J5	1
爆炸物	W1.1	2
	W1.2	2
	W1.3	2
易燃气体	W2	1.5
气溶胶	W3	1
氧化性气体	W4	1
易燃液体	W5.1	1.5
	W5.2	1
	W5.3	1
	W5.4	1
自反应物质和混合物	W6.1	1.5
	W6.2	1
有机过氧化物	W7.1	1.5
	W7.2	1
自燃液体和自燃固体	W8	1
氧化性固体和液体	W9.1	1
	W9.2	1
易燃固体	W10	1
遇水放出易燃气体的物质和混合物	W11	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，按照表 3-6 设定暴露人员校正系数 α 值。

表 3-6 校正系数 α 取值表

厂外可能暴露人员数量	校正系数 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 3-7 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3-7 重大危险源级别和 R 值的对应关系

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	$R < 10$

根据国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，在附件 3.13.2 进行辨识、分级。

3.14.2 辨识结果

依据镇海炼化原危险化学品重大危险源备案表及《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 第 3.5 条：“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为独立的单元”。本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置与已建的联合装置中的其他装置（1#苯抽提装置、2#加氢裂化装置）之间均设置了切断阀，因此，危险化学品重大危险源根据本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置来进行辨识，根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，临界量、实际量具体数据参见表 3-8。

表 3-8 危险化学品的临界量、实际量一览表

序号	物质名称	辨识依据	临界量 Q (t)	实际量 q (t)
一	本项目 PSA 装置			
1	原料气 (参照氢气和甲烷混合物)	表 2: 易燃气体, W2, 类别 1	10	1.874
2	富乙烷气 (参照乙烷)	表 2: 易燃气体, W2, 类别 1	10	1.87
3	富甲烷气 (参照氢气和甲烷混合物)	表 2: 易燃气体, W2, 类别 1	10	0.105
4	凝缩油 (参照正戊烷)	表 2: 易燃液体, W5.1, 类别 2, 工作温度高于沸点	10	2.058
二	已建的氢回收装置			
1	原料气 (参照氢气和甲烷混合物)	表 2: 易燃气体, W2, 类别 1	10	1.996
2	解吸气 (参照乙烷)	表 2: 易燃气体, W2, 类别 1	10	0.67
3	氢气	表 1	5	0.043
4	凝缩油 (参照正戊烷)	表 2: 易燃液体, W5.1, 类别 2, 工作温度高于沸点	10	0.67

注: 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置实际量是经设计单位对塔类设备、容器类设备等详细计算并汇总后得出, 建设单位、评价单位对实际量进行了复核。凝缩油 (参照正戊烷) 涉及工作温度 (40℃) 高于沸点 (36.1℃)。

危险化学品重大危险源辨识结果:

本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置: $\Sigma (q_i/Q_i) = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_8/Q_8 = 1.874/10 + 1.87/10 + \dots + 0.67/10 = 0.9329 < 1$, 不构成危险化学品重大危险源。

所以本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源。

3.15 个人风险值和社会风险值计算

(1) 个人风险基准

根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定: 通过定量风险评价, 个人风险基准应满足表 3-9 的要求。社会风险基准应满足图 3-1 的要求。

表 3-9 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}

表 3-10 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）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 500m ² 以上的	总建筑面积 5000m 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 5000m ² 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500m ² 以上 5000m 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 1500m ² 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的天场所
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 5000m ² 以上的	总建筑面积 1500m ² 以上 5000m ² 以下	总建筑面积 1500m 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 3000m ² 以上的建筑，或高峰时 100 人以上的露天场所	总建筑面积 3000m 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	加油加气站营业网点

		信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	
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5000m ² 以上的	总占地面积1500m ² 以上 5000m ² 以下的	总占地面积1500m 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。

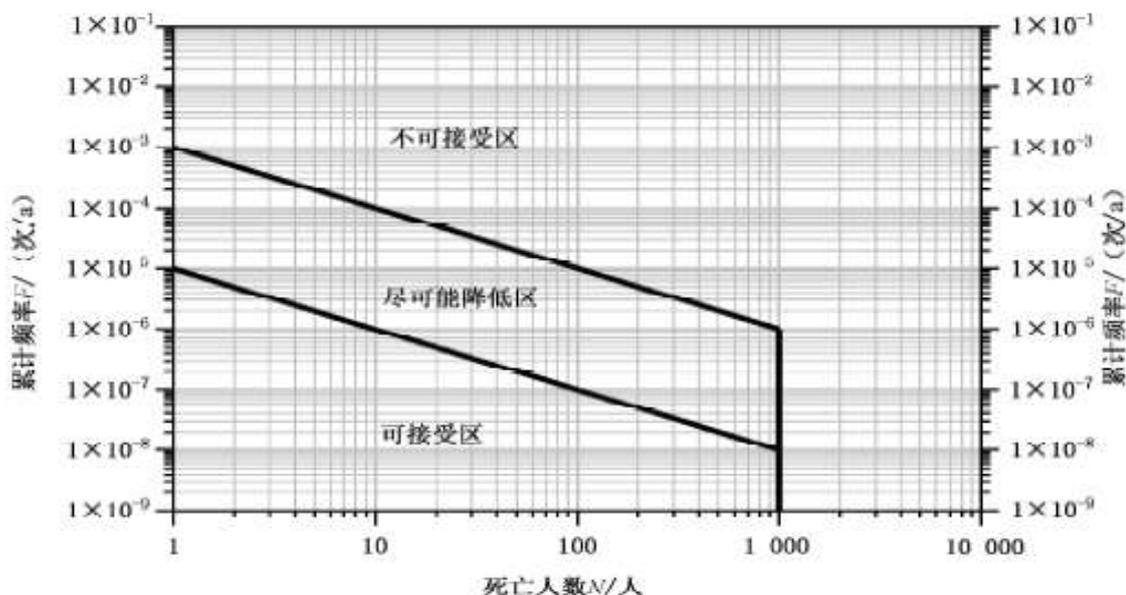


图 3-1 社会风险基准

(2) 个人/社会风险取值

利用南京安元科技有限公司研制的定量风险评价软件对本项目进行个人风险值和社会风险值分析。

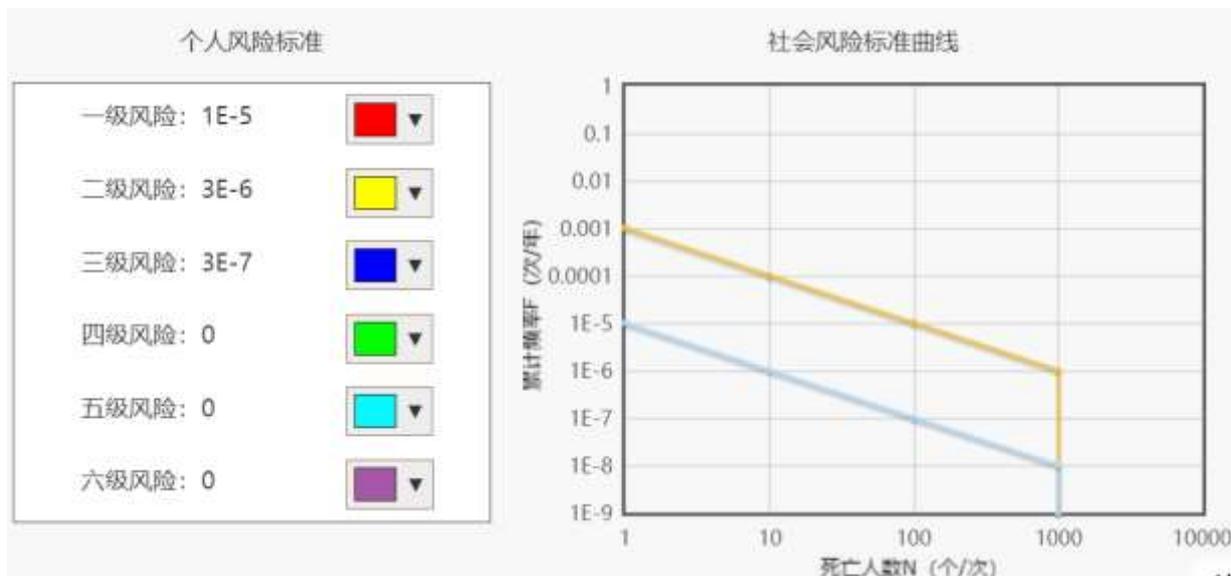


图 3-2 GB 36894-2018 在役装置个人/社会风险取值标准

(3) 气象条件

表 3-11 气象条件一览表

参数名称	参数取值
所在区域	宁波
地面类型	分散的高矮建筑物（城市）
辐射强度	中等（白天日照）
大气稳定度	A
环境压力 (Pa)	103625
环境平均风速 (m/s)	1.90
环境大气密度 (kg/m ³)	1.293
环境温度 (k)	293
建筑物占地百分比	0.03

(4) 人口区域密度

区域人口密度 (个/m²): 0.002。

(5) 风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域: 宁波

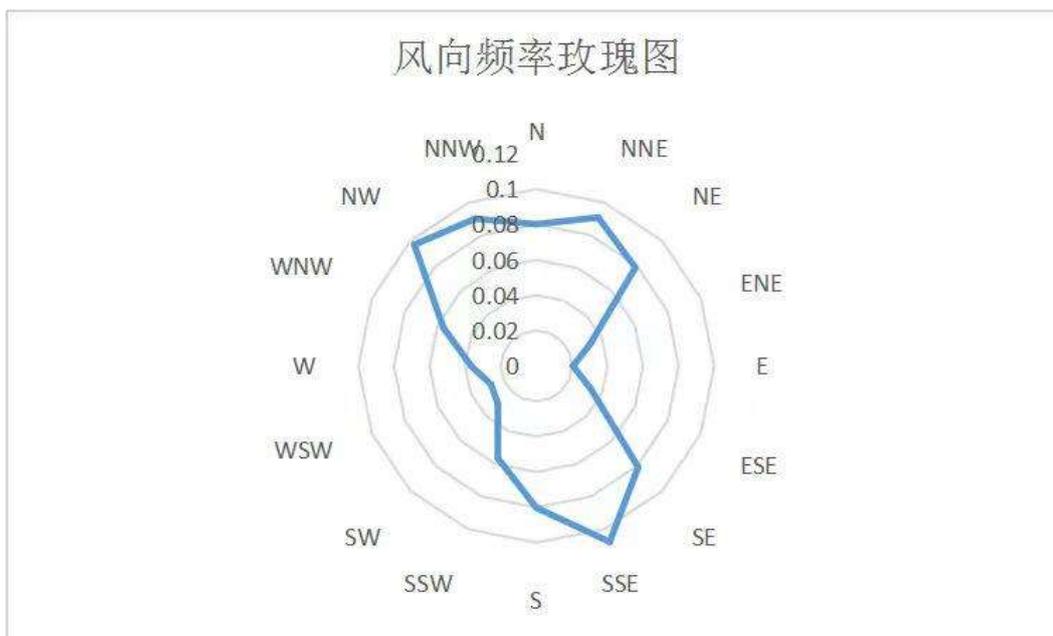


图 3-3 风向玫瑰图

(6) 装置信息

装置 1

装置名称：富乙烷气压缩机 1

装置编号：1

装置坐标：966.97, 450.97

物料名称：乙烷

装置类型：泵、压缩机等

泄漏模式：中孔泄漏, 大孔泄漏

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型：喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg)：10

修正后的存储燃料质量 (kg)：未修正

燃料燃烧热 (kJ/kg)：51822.414

燃料泄漏速率 (kg/s)：5

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s) : 未修正

人员暴露时间 (s) : 20

蒸气云爆炸事故

物料类型: 低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 1250000

气体密度 (kg/m³) : 1.339

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 51822.414

装置 2

装置名称: 富乙烷气压缩机 2

装置编号: 2

装置坐标: 950.97, 328.97

物料名称: 乙烷

装置类型: 泵、压缩机等

泄漏模式: 中孔泄漏, 大孔泄漏

泄漏源强: 连续泄漏源强<10kg/s

事故类型: 喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg) : 10

修正后的存储燃料质量 (kg) : 未修正

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 51822.414

燃料泄漏速率 (kg/s) : 5

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s) : 未修正

人员暴露时间 (s) : 20

蒸气云爆炸事故

物料类型: 低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 1250000

气体密度 (kg/m^3) : 1.339

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 51822.414

装置 3

装置名称: 富甲烷气压缩机

装置编号: 3

装置坐标: 950.97, 193.63

物料名称: 甲烷

装置类型: 泵、压缩机等

泄漏模式: 中孔泄漏, 大孔泄漏

泄漏源强: 连续泄漏源强 $<10\text{kg}/\text{s}$

事故类型: 喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg) : 10

修正后的存储燃料质量 (kg) : 未修正

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 55536.16

燃料泄漏速率 (kg/s) : 5

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s) : 未修正

人员暴露时间 (s) : 20

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 750000

气体密度 (kg/m^3) : 0.7142

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 55536.16

装置 4

装置名称：原料气分液罐

装置编号：4

装置坐标：750.97, 110.97

物料名称：甲烷

装置类型：固定的带压容器和储罐

泄漏模式：中孔泄漏, 小孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg}/\text{s}$

事故类型：喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE), 压力容器

物理爆炸 (PVE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg) : 345

修正后的存储燃料质量 (kg) : 未修正

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 55536.16

燃料泄漏速率 (kg/s) : 5

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s) : 未修正

人员暴露时间 (s) : 20

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 570000

气体密度 (kg/m³) : 0.7142

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 55536.16

压力容器物理爆炸

介质相态：气态

容器容积 (m³) : 72.35

气体绝对压力 (Pa) : 570000

气体绝热指数：1.315

装置 5

装置名称：富乙烷气缓冲罐 1

装置编号：5

装置坐标：628.97, 220.97

物料名称：乙烷

装置类型：固定的常压容器和储罐

泄漏模式：泄漏到大气中-中孔泄漏, 泄漏到大气中-小孔泄漏, 泄漏到大气中-大孔泄漏, 泄漏到大气中-完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强<10kg/s

事故类型：蒸气云爆炸事故 (UVCE)

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 20000

气体密度 (kg/m³) : 1.339

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 51822.414

装置 6

装置名称: 富乙烷气缓冲罐 2

装置编号: 6

装置坐标: 746.97, 218.97

物料名称: 乙烷

装置类型: 固定的常压容器和储罐

泄漏模式: 泄漏到大气中-中孔泄漏, 泄漏到大气中-小孔泄漏, 泄漏到大气中-大孔泄漏, 泄漏到大气中-完全破裂

泄漏源强: 连续泄漏源强<10kg/s

事故类型: 蒸气云爆炸事故 (UVCE)

蒸气云爆炸事故

物料类型: 低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 20000

气体密度 (kg/m³) : 1.339

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 51822.414

装置 7

装置名称：富甲烷气压缩机入口缓冲罐

装置编号：7

装置坐标：748.97, 154.97

物料名称：甲烷

装置类型：固定的带压容器和储罐

泄漏模式：中孔泄漏, 小孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型：喷射火灾（JET FIRE）, 蒸气云爆炸事故（UVCE）, 压力容器物理爆炸（PVE）

喷射火灾

存储燃料质量（kg）：240

修正后的存储燃料质量（kg）：未修正

燃料燃烧热（kJ/kg）：55536.16

燃料泄漏速率（kg/s）：5

修正后的燃料泄漏速率（kg/s）：未修正

人员暴露时间（s）：20

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度（k）：313.15

运行压力（Pa）：570000

气体密度（ kg/m^3 ）：0.7143

充装系数（0-1）：0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值（0-1）：0.85

燃料燃烧热（kJ/kg）：55536.16

压力容器物理爆炸

介质相态：气态

容器容积 (m^3) : 74.92

气体绝对压力 (Pa) : 570000

气体绝热指数: 1.315

装置 8

装置名称：火炬分液罐

装置编号：8

装置坐标：154.97, 260.97

物料名称：正戊烷

装置类型：固定的常压容器和储罐

泄漏模式：泄漏到大气中-中孔泄漏, 泄漏到大气中-小孔泄漏, 泄漏到大气中-大孔泄漏, 泄漏到大气中-完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型：池火灾 (POOL FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE)

池火灾

危险单元类型：无防火堤

地面性质：混泥土地面

燃料泄漏量 (kg) : 100

修正后的燃料泄漏量 (kg) : 未修正

液体密度 (kg/m^3) : 630

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 48593

液体定压比热 ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k})$) : 2.34

液体蒸发潜热 (kJ/kg) : 672

液体常压沸点 (k) : 309

人员暴露时间 (s) : 20

液池半径(m)：3.18

蒸气云爆炸事故

物料类型：易燃液体

液体密度 (kg/m³)：630

气体密度 (kg/m³)：3.21

充装系数 (0-1)：0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1)：0.15

燃料燃烧热 (kJ/kg)：48593

装置 9

装置名称：吸附塔

装置编号：9

装置坐标：598.97, 132.97

物料名称：甲烷

装置类型：固定的带压容器和储罐

泄漏模式：中孔泄漏, 小孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强<10kg/s

事故类型：喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE), 压力容器
物理爆炸 (PVE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg)：367.6

修正后的存储燃料质量 (kg)：未修正

燃料燃烧热 (kJ/kg)：55536.16

燃料泄漏速率 (kg/s)：5

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s)：未修正

人员暴露时间 (s)：20

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 570000

气体密度 (kg/m³) : 0.7142

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.85

燃料燃烧热 (kJ/kg) : 55536.16

压力容器物理爆炸

介质相态：气态

容器容积 (m³) : 77.13

气体绝对压力 (Pa) : 570000

气体绝热指数：1.315

装置 10

装置名称：原有氢回收装置解析气干燥塔

装置编号：10

装置坐标：624.53, 134.44

物料名称：乙烷

装置类型：固定的带压容器和储罐

泄漏模式：中孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂, 小孔泄漏

泄漏源强：10kg/s<=连续泄漏源强<=100kg/s

事故类型：喷射火灾 (JET FIRE), 蒸气云爆炸事故 (UVCE), 压力容器物理爆炸 (PVE)

喷射火灾

存储燃料质量 (kg) : 670

修正后的存储燃料质量 (kg) : 未修正

燃料燃烧热 (kj/kg) : 51822.414

燃料泄漏速率 (kg/s) : 50

修正后的燃料泄漏速率 (kg/s) : 未修正

人员暴露时间 (s) : 20

蒸气云爆炸事故

物料类型: 低活性气体

运行温度 (k) : 313.15

运行压力 (Pa) : 710000

气体密度 (kg/m³) : 1.339

充装系数 (0-1) : 0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值 (0-1) : 0.25

燃料燃烧热 (kj/kg) : 51822.414

压力容器物理爆炸

介质相态: 气态

容器容积 (m³) : 9.72

气体绝对压力 (Pa) : 710000

气体绝热指数: 1.198

装置 11

装置名称: 原有氢回收装置氢气吸附塔

装置编号: 11

装置坐标: 416.53, 144.84

物料名称: 氢气和甲烷混合物

装置类型: 固定的带压容器和储罐

泄漏模式: 小孔泄漏, 中孔泄漏, 大孔泄漏, 完全破裂

泄漏源强：连续泄漏源强 $<10\text{kg/s}$

事故类型：喷射火灾（JET FIRE），蒸气云爆炸事故（UVCE），压力容器物理爆炸（PVE）

喷射火灾

存储燃料质量（kg）：1.996

修正后的存储燃料质量（kg）：未修正

燃料燃烧热（kJ/kg）：119900.498

燃料泄漏速率（kg/s）：5

修正后的燃料泄漏速率（kg/s）：未修正

人员暴露时间（s）：20

蒸气云爆炸事故

物料类型：低活性气体

运行温度（k）：313.15

运行压力（Pa）：500000

气体密度（ kg/m^3 ）：0.089

充装系数（0-1）：0.85

蒸气云质量占容器最大存量的比值（0-1）：0.02

燃料燃烧热（kJ/kg）：119900.498

压力容器物理爆炸

介质相态：气态

容器容积（ m^3 ）：58.31

气体绝对压力（Pa）：500000

气体绝热指数：1.4

（7）个人风险模拟结果

个人风险模拟结果见图 3-4。

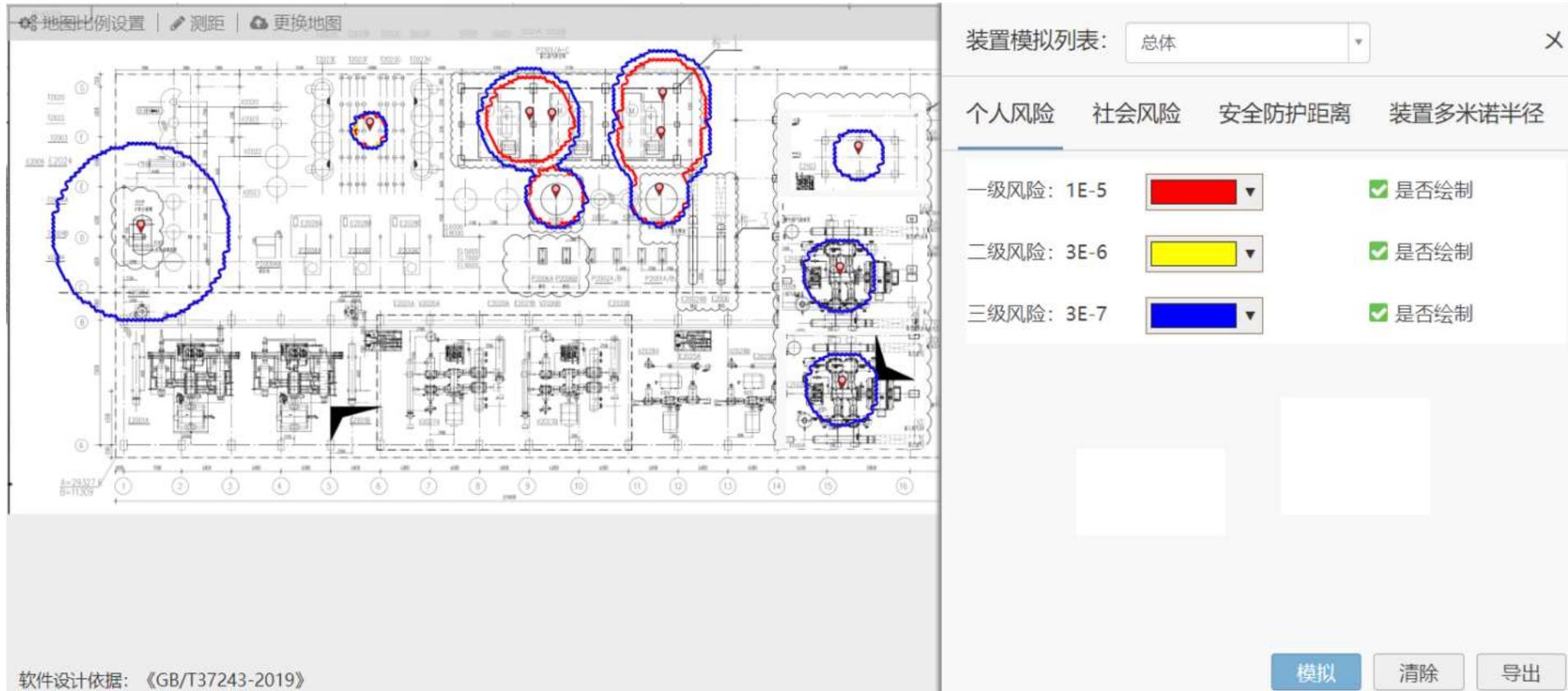


图 3-4 GB 36894-2018 个人风险模拟图

从图 3-4 可见，个人风险 1×10^{-5} 、 3×10^{-6} 、 3×10^{-7} 影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，不存在一般防护目标中的三类防护目标、一般防护目标中的二类防护目标、一般防护目标中的一类防护目标。因此个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

(8) 社会风险模拟结果

社会风险模拟结果见图 3-5。

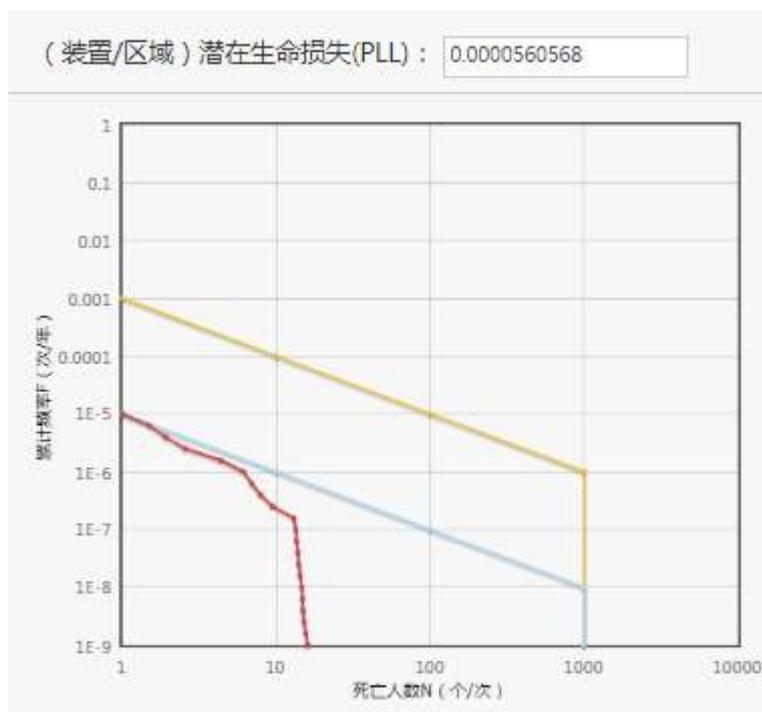


图 3-5 社会风险模拟图

由图 3-5 可知，企业的社会风险在可接受区，因此社会风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

(9) 小结

综上所述，本项目个人风险、社会风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

根据中国石化青岛安全工程研究院出具的《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标定量风险

评估（QRA）报告》（2021年05月）中的计算结果显示，镇海炼化全厂个人风险曲线如下图所示：

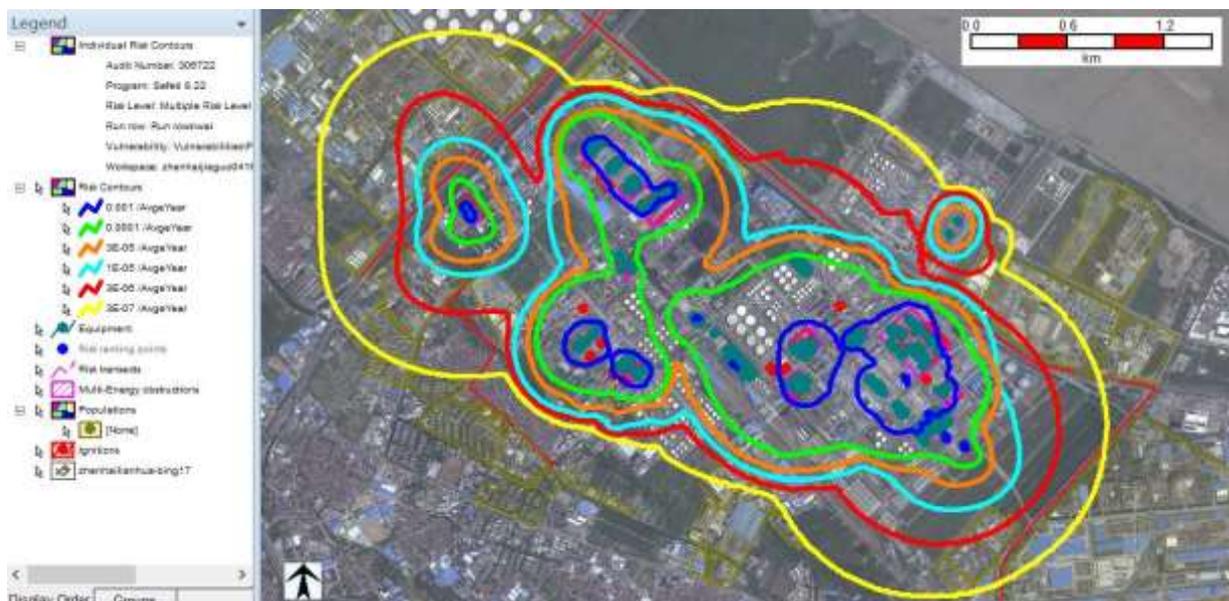


图 3-6 镇海炼化全厂个人风险曲线

图中镇海炼化全厂个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的个人风险可接受标准，个人风险可接受。

本项目只是对镇海炼化老区已有燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源进行回收，工艺属于物理过程，不涉及化学反应，从全厂物料平衡来说，危险化学品的品种、数量等并没有发生变化。本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置（不构成危险化学品重大危险源）与原有 2#轻烃回收装置及已建的氢回收装置（构成危险化学品重大危险源）相比，固有风险是降低的，因此本项目实施后，镇海炼化整个厂区的个人风险、社会风险能够满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

3.16 危险、有害因素的辨识结果

本项目投产后在生产、储存等过程中存在的危险、有害因素如下：

- (1) 主要危险、有害因素：火灾、爆炸、中毒、窒息等。
- (2) 次要危险、有害因素：机械伤害、物体打击、高处坠落、灼烫、触电、起重伤害、车辆伤害、噪声危害、粉尘危害等。

(3) 根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018, 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源。

(4) 本项目拟采用**涉及企业机密, 不予公开**。本项目工艺属于物理过程, 不涉及化学反应。根据《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》安监总管三〔2009〕116号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三〔2013〕3号, 本项目工艺不属于重点监管的危险化工工艺。

(5) 根据《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、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三〔2013〕12号, 本项目涉及的物料中富乙烷气(参照乙烷)属于重点监管的危险化学品, 另外, 原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)中的氢气、甲烷也属于重点监管的危险化学品。

(6) 从图 3-4 可见, 个人风险 1×10^{-5} 、 3×10^{-6} 、 3×10^{-7} 影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内, 不存在一般防护目标中的三类防护目标、一般防护目标中的二类防护目标、一般防护目标中的一类防护目标。因此个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

由图 3-5 可知, 企业的社会风险在可接受区, 因此社会风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

根据中国石化青岛安全工程研究院出具的《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标定量风险评估(QRA)报告》(2021年05月)中的计算结果显示, 镇海炼化全厂个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的个人

风险可接受标准，个人风险可接受。

本项目只是对镇海炼化老区已有燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源进行回收，工艺属于物理过程，不涉及化学反应，从全厂物料平衡来说，危险化学品的品种、数量等并没有发生变化。本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置（不构成危险化学品重大危险源）与原有 2#轻烃回收装置及已建的氢回收装置（构成危险化学品重大危险源）相比，固有风险是降低的，因此本项目实施后，镇海炼化整个厂区的个人风险、社会风险能够满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

本项目的危险、有害因素及分布具体见表 3-12。

表 3-12 危险、有害因素及分布

危害因素	主要发生场所及部位	主要物质
火灾、爆炸	涉及原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等物料的场所以及涉及压力容器、压力管道等场所	原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等物料
中毒、窒息	涉及原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油、氮气等物料的场所、地沟（坑）和污水系统	原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油、氮气等
触电	各个系统中各种用电作为能源或动力的设备、设施、控制柜、开关、电力线路等	-
灼烫	各个系统中接触到高温的地方	-
机械伤害	富乙烷气压缩机、富甲烷气压缩机、机泵等运转设备、安装维修时工具设备等会与人体接触引起伤害的部位	-
起重伤害	起重作业	-
车辆伤害	吸附剂等运输、装卸过程	吸附剂等
物体打击	各个系统中高处有未被固定的浮物坠落；工具、物体等上下抛掷；起重吊装时，捆扎不牢或物体上有浮物或吊具强度不够或斜吊斜拉致使物体倾覆、设施倒塌等	-
高处坠落	操作人员进行操作、维护、调节、检查的工作位置，距坠落基准面高差超过 2m，且有坠落危险的场所	-
噪声危害	富乙烷气压缩机、富甲烷气压缩机、机泵等动力设备及蒸汽放空等	-
粉尘危害	吸附剂等装填、更换	吸附剂等

4 安全评价单元的划分结果及理由说明

4.1 安全评价单元划分的依据（即理由说明）

根据《安全预评价导则》AQ 8002-2007 与《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》安监总危化〔2007〕255 号的有关要求的安全评价单元的划分。

《安全预评价导则》AQ 8002-2007 中提到评价单元划分应考虑安全预评的特点，以自然条件、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行。

《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》安监总危化〔2007〕255 号中 6.4.2.1 规定了评价单元的划分：根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，可以将建设项目外部安全条件、总平面布置、主要装置（设施）、公用工程划分为评价单元。

4.2 安全评价单元的划分结果

根据4.1的分析结果结合本生产项目的实际情况与危险有害因素的分析结果，本着全面分析、重点评价的原则，确定建设项目外部安全条件、总平面布置、PSA变压吸附装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统、公用工程等作为评价单元进行评价。

5 采用的安全评价方法及理由说明

5.1 选择安全评价方法的依据（即理由说明）

根据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》安监总危化〔2007〕255号的有关要求选择安全评价的方法。

《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》安监总危化〔2007〕255号中6.4.2.2规定了安全评价方法的选择：

（1）可选择国际、国内通行的安全评价方法。

（2）对国内首次采用新技术、工艺的建设项目的工艺安全性分析，除选择其他安全评价方法外，尽可能选择危险和可操作性研究法进行。

5.2 安全评价方法的选择

根据5.1的分析结果结合本生产项目的实际情况，确定本评价报告选用的安全评价方法：

（1）预先危险性分析（PHA）——定性评价方法

（2）事故树分析法——定量评价方法

（3）重大事故后果分析方法——定量评价方法

（4）安全检查表法——定性评价方法

各评价单元所选用的评价方法见表5-1。

表5-1 评价方法的选择

评价单元的评价方法要素	主要评价单元的评价因子
预先危险性分析	火灾、爆炸、中毒、窒息、噪声危害、物体打击、机械伤害、车辆伤害、触电、起重伤害、高处坠落等
事故树分析法	PSA 变压吸附装置原料气管道泄漏事故树分析
重大事故后果分析法	可能的爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围分析（富乙烷气/富甲烷气压缩系统物料泄漏喷射火灾事故后果模拟、富乙烷气/富甲烷气压缩系统物料泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟）
安全检查表法	外部安全条件、总平面布置、公用工程匹配性、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等相关检查评价

6 定性、定量分析危险、有害程度的结果

6.1 固有危险程度的分析结果

6.1.1 危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况分析结果

本项目涉及的物料具有危险性，危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况（温度、压力）分析详见附表 3-1。

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结果

通过预先危险性分析评价，本项目投产以后存在火灾、爆炸、中毒、窒息的危险，其危险等级属于Ⅲ~Ⅳ。还存在触电、高处坠落、噪声危害、物体打击、机械伤害、车辆伤害、起重伤害等危险、危害，危险等级属于Ⅲ级、Ⅱ级。通过采取各项安全对策措施，以上潜在危险是可以得到有效控制的。

6.1.3 定量分析建设项目各个评价单元的固有危险程度结果

(1) 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量计算结果见附表 3-3。

(2) 具有毒性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及具有毒性的化学品。

(3) 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及具有腐蚀性的化学品。

6.2 风险程度的分析结果

6.2.1 危化品泄漏的可能性分析结果

从附件3.2.1分析结果可见，在人员遵照安全操作技术规程操作，各系统运行正常的情况下，本项目可靠性良好，发生泄漏导致发生火灾、爆炸、中毒、窒息的可能性很小。

6.2.2 易燃易爆化学品泄漏后具备爆炸、火灾的条件和需要时间分析结果

(1) 爆炸必须具备的条件

危险化学品泄漏后发生爆炸主要为化学性爆炸，发生化学性爆炸需要具备以下条件：

- ①存在可燃性气体；
- ②空间内形成爆炸性混合物，其浓度在该气体的爆炸极限范围内；
- ③有点火源；其能量必须大于爆炸性混合物的最小点火能量。

（2）火灾必须具备的条件

火灾是指失去控制并对人身或财产造成损害的燃烧现象。危险化学品泄漏后要发生燃烧，必须要具备燃烧三要素，即可燃物、助燃物（主要指氧气）和点火源。

危险化学品泄漏后发生燃烧，在燃烧初期如果处理及时，措施得当，也能抑制火灾事故的发生。

（3）可能的激发能源

- ①明火：如火柴、打火机灯焰、油灯火、气焊火等。
- ②电气火花：如各种开关触头火花、保险丝熔断火花、线路短路以及接触不良的跳火等。
- ③撞击、摩擦发生的火花：如铁锤或其他铁器等撞击火花以及穿带钉鞋摩擦、撞击火花等。
- ④静电火花：易燃、易爆的物料在储运过程中要发生流动、喷射、冲击、灌注和剧烈晃动等一系列接触、分离现象，这就使易燃易爆物料在储运过程中产生静电。当静电聚集到一定程度时，就会放电产生静电火花。
另外，化纤服装穿脱也能产生静电火花等。
- ⑤雷电火花：包括直击雷和感应雷。
- ⑥火星：烟囱冒出的火星、排气管放出的火星等。
- ⑦电磁火花：如手机电磁火花。
- ⑧炽热表面：工作着的电器、炽热排气管和发电机壳等。

(4) 发生火灾需要的时间分析

本项目装置区内正常生产情况下基本不具备点火源，点火源地点具有不确定性；化学品泄漏（挥发）成气态与空气混合达到爆炸极限范围或人体中毒极限的时间也具有不确定性。因此该装置设备发生泄漏导致发生火灾、爆炸和中毒需要的时间具有不确定性。

但如果发生泄漏，发现不及时或处理不及时，均会有可能导致火灾、爆炸和中毒的恶性事故发生。

(5) PSA变压吸附装置原料气管道泄漏事故树分析

由 PSA 变压吸附装置原料气管道泄漏事故树分析可知，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障及腐蚀等因素构成了原料气管道泄漏事故发生的基本因素。X₁-X₁₆的结构重要度系数最大，也就是说，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障是造成原料气管线泄漏发生的最重要因素。其次，外防腐层失效亦是造成管线泄漏的重要原因之一。根据国内输气管道工程泄漏事故的不完全调查，设备故障、违章作业、外力破坏、腐蚀（外防腐层失效）是造成管线泄漏几大主要因素，所占比例为 20%-30%。

6.2.3 可能的爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围分析结果

(1) 富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟结果

采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.21

重伤半径：3.93

轻伤半径：5.93

财产损失半径：7.02

富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图详见附图 3-2。

(2) 富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟结果

采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.8

重伤半径：14.94

轻伤半径：29.05

财产损失半径：8.6

富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图详见附图 3-3。

（3）富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟结果

采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.32

重伤半径：4.07

轻伤半径：6.14

财产损失半径：7.27

富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图详见附图 3-4。

（4）富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟结果

采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果（m）

死亡半径：2.36

重伤半径：10.46

轻伤半径：20.34

财产损失半径：4.22

富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图详见附图 3-5。

分析过程详见附件 3.2.3。

6.3 分析事故案例的后果、原因

本评价报告共引用了 3 个事故案例，造成作业人员的伤亡等，原因主要为违章作业、设备设施缺陷等。

以上事故案例所涉及的工艺装置或设备等在本项目中都有涉及，所以项目在建成投产以后要吸取以上案例的经验教训，严防事故的发生。

7 安全条件的分析结果

7.1 建设项目的安全条件

7.1.1 搜集、调查和整理建设项目的情况

(1) 建设项目周边 24 小时内生产经营活动和居民生活的情况：

本项目厂区周边企业、环境情况及厂区外居民生活情况见附表 3-4。

(2) 搜集、调查和整理建设项目所在地的自然条件：

具体见报告 2.2.2.2 章节。

(3) 建设项目中危险化学品生产装置和储存数量构成危险化学品重大危险源的储存设施与 8 类场所、区域的距离：

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源。

7.1.2 分析建设项目的安全条件结果

(1) 建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

本项目位于宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，本项目与最近的厂外居民区在 1km 以上，从 3.15 个人风险值和社会风险值计算，可以看出本项目建成投产后正常生产状态下基本不会对周边居民生活产生影响。

本项目建成投产后可能对周边装置、企业生产经营活动等产生影响的重大安全事故主要有：原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等泄漏引起火灾，遇点火源发生爆炸，造成爆炸冲击波危害。

(2) 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

①本项目周边企业、环境等情况详见附表 3-4，由附表 3-4 得出本项目与周边企业、环境的防火间距符合规范要求，因此正常生况下，周边企业、环境不会对本项目造成影响。但是周边企业、装置等涉及到众多的危险化学

品，一旦发生重大的泄漏和火灾爆炸事故，且事故未得到及时遏制而蔓延，可能会波及到本项目。

②本项目厂区周边居民生活的情况详见附表 3-4，本项目 1km 范围内无城镇、乡村居民住宅，无常住人口，因此不会对本项目投产后构成影响。

③本项目厂区周边道路如果发生危险品运输车交通事故，有可能引发危险品火灾、爆炸、毒性物质扩散事故而波及到本项目所在厂区。

④本项目厂区周边管廊传输着众多的易燃、易爆、有害有害危险化学品，如果管道发生泄漏、超压，新增管道安装安全措施不到位或检修动火不规范，有可能引发火灾、爆炸、毒性物质扩散事故，可能会波及到本项目所在厂区。

⑤企业在本项目建设和今后运行管理中应制定预防周边企业、道路危险品运输车辆、管廊管道等发生火灾、爆炸、毒性物质扩散的事故应急预案。

（3）多米诺效应分析

从本项目事故后果模拟计算结果分析，本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统是防范多米诺效应的重点区域，其中火炬分液罐压力容器事故多米诺半径最大，为 68.3m，影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，模拟图见附图 3-8。

预防多米诺效应相关措施：本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等与周边生产、储存设施的安全距离符合国家相关规范的要求；本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等设置 DCS 系统、SIS 系统以及事故后果响应系统（探测系统、隔离系统、减缓系统），设置安全防护措施；配备应急救援物资，加强安全管理，提高应急响应速度，与区域合作组织宁波消防救援支队特勤二站、周边企业等沟通信息，形成有效应急联动，将万一发生的安全事故消灭在初期阶段。

（4）外部安全防护距离

依据《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和社会可接受

风险标准（试行）》，外部安全防护距离是指危险化学品生产、储存装置危险源在发生火灾、爆炸、有毒气体泄漏时，为避免事故造成防护目标处人员伤亡而设定的安全防护距离。因此采用定量风险评价法确定外部安全防护距离。

采用南京安元科技区域定量风险评价软件，本项目主要生产、储存装置的外部安全防护距离计算结果见附表 3-6。

从附表 3-6 可知，可知本项目外部安全防护距离最大为火炬分液罐一级风险、二级风险、三级风险对应的外部安全防护距离，为 103.13m，本项目总体外部安全防护距离见图 3-4，本项目与最近的厂区外居民区在 1km 以上，因此外部安全防护距离能够符合规范要求。

本项目对应全厂性外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》、《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》的要求。

(5) 建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响

建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响包括气象影响、地质等影响，从自然条件的分析可见，只要在设计、施工、投入生产后落实了相关的安全措施后，能够满足安全的要求。

分析评价过程详见附件 3.4.2.3。

(6) 厂址选择分析评价

本项目选址符合《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）、《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014 等规范的要求。

分析评价过程详见附件 3.4.2.4。

(7) 总平面布置与防火间距分析评价

采用安全检查表对本项目的总平面布置图进行了检查，检查结果表明，项目总平面布置及防火间距能符合规范要求。

分析评价过程详见附件 3.4.2.5。

7.2 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性

(1) 技术、工艺安全可靠性

本项目拟采用涉及企业机密，不予公开。

本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应，不属于重点监管的危险化工工艺，不属于国内首次使用化工工艺。本项目采用的工艺技术有多年稳定运行的经验，工艺可靠，技术成熟。

通过分析评价，本项目技术、工艺是安全可靠的。

(2) 装置、设备、设施安全可靠性

在本项目的实施过程中，镇海炼化十分重视对先进设备的投入，本项目总体上装备水平处于国内外先进水平。

本项目主要设备有 10 台塔类设备、5 台容器类设备、3 台压缩机类设备、6 台泵类设备，另外压缩机棚新增 1 台桥式起重机，起重量 32t/10t，起升高度约 10m，跨度约 16m，行程约 39m，防爆等级：d II CT4，为特种设备。

本项目主要设备特点见附件 3.5.1 中 (2)。

根据《关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》安监总科技[2016]137 号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》应急厅[2020]38 号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》应急厅〔2024〕86 号等相关文件，本项目工艺技术、设备设施不属于淘汰范围。

本项目涉及设备、设施的设计、制造均择优选择具有相应资质和能力的单位，这些单位设计、制造的设备已在国内同类装置稳定运行多年。

通过分析，本项目装置、设备、设施是安全可靠的。

7.3 主要装置、设备或者设施和配套、辅助工程与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况

本项目配套、辅助工程系统的给排水、蒸汽、净化风、非净化风、氮气、电、火炬等能力都能满足本项目需求。

分析评价过程详见附件 3.5.2。

7.4 消防的匹配情况

本项目依托所在园区的宁波消防救援支队特勤二站消防、救护能力强，装备完善，训练有素；镇海炼化消防站消防车辆配备齐全，本项目依托的消防水系统消防水量能满足本项目最大消防用水的要求；本项目装置水消防设施（固定式消防水炮、半固定式消防给水竖管、箱式消火栓）、小型灭火器等设置符合规范要求。

分析评价过程详见附件 3.5.3。

7.5 重点监管的危险化工工艺评价

本项目拟采用涉及企业机密，不予公开。本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应。根据《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》安监总管三〔2009〕116号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三〔2013〕3号，本项目工艺不属于重点监管的危险化工工艺。

7.6 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等相关检查

(1) 通过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检查，能够符合要求。

(2) 通过危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则设计与总图检查，能够符合要求。

(3) 通过《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》中有关安全条件审查阶段评价内容检查，能够符合要求。

相关检查过程详见附件 3.6。

8 安全对策与建议 and 结论

8.1 建设项目可行性研究报告中已有的安全对策措施

8.1.1 工艺设计

(1) 选用成熟可靠的工艺流程，并在装置操作的关键部位设置了高低报警。

(2) 为防止设备和管道超压而造成事故，在塔、容器出口和管道的有关部位设有安全阀等泄放设施。

(3) 对于易燃易爆物料，在操作条件下置于密闭的设备和管道中，设备以及管线之间的连接处均采取相应的密封措施加强管道、设备密封，防止介质泄漏。

(4) 对于表面温度高于 60℃ 管线，其可触摸到的部位均采用了隔热层防烫保护，在管带区、框架区等地方均设有服务站或消防蒸汽系统。

(5) 装置各设备与建筑物、构筑物的布置间距，均考虑了防火距离及安全疏散通道，且有足够的道路及空间便于作业者操作及检修。

(6) 装置设计考虑了必要的裕度及操作弹性，以适应加工负荷上下波动的需要。

(7) 公用工程管线与易燃易爆物料管线相连时，均设置止回阀或盲板，以防止易燃易爆介质窜入公用工程系统。

8.1.2 设备设计

(1) 根据有关规定，设备设计中充分考虑了当地的风压、地震烈度及场地因素，对关键设备按 7 级抗震烈度设防。关键设备抗震烈度设防等级说明如下：

设计地震动参数或抗震设防烈度应按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 的有关规定确定；对完成地震安全性评价的工程场地，应按

批准的设计地震动参数或抗震设防烈度进行抗震设防。石油化工钢制设备的抗震设计，除应符合《石油化工钢制设备抗震设计标准》GB/T 50761 外，尚应符合国家现行有关标准的规定：

抗震设计时，设备抗震重要度应按设备用途和地震破坏后的危害程度分为以下四类：第一类：除第二、三、四类以外的设备。第二类：包括特种设备安全技术规范《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 中的第 II 类压力容器，按现行行业标准《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》AQ 3053 分为第 II 类的储罐，以及加热炉和高度为 20m~80m 的直立设备。第三类：包括特种设备安全技术规范《固定式压力容器安全技术监察规程》TS G21 中的第 III 类压力容器，按现行行业标准《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》AQ 3053 分为第 III 类的储罐和高度大于 80m 的裙座式直立设备。第四类：消防用途的设备。

抗震计算时，设备抗震重要度系数应根据设备抗震重要度类别按表 8-1 选用。

表8-1 重要度系统

设备抗震重要度类别	第一类	第二类	第三类	第四类
重要度系数 η	0.90	1.00	1.10	1.20

综上，经核实本装置所有的设备均为 II 类容器，按 7 度设防。

(2) 对主要设备的裙座在设计中都设置了防火层，对高温和低温设备及管道均进行了隔热和保冷。

(3) 根据规范要求对必须在高空操作的设备，在必要的位置均设置了平台、梯子、扶手、围栏等，以保证操作人员的人身安全。

(4) 根据介质、操作温度、压力和腐蚀情况，对装置中重要部位的设备采用了相应的防腐蚀等材料，以加强防腐蚀能力，延长设备寿命。

8.1.3 自控设计

(1) 装置的仪表自动控制采用 DCS 集散控制系统，由联合控制室进行一体化统一管理。并根据工艺特点和安全要求，对装置的关键部位，设置了必要的报警、自动控制及自动联锁等控制措施。

(2) 为了保证装置停电时，仪表尚能工作一段时间，设置了 UPS 不间断电源，以便处理停电所引起的一系列问题。

(3) 对装置区有可能泄漏并积聚易燃易爆气体等气体的地方，设置了可燃气体报警仪。

(4) 为了保护设备和生产安全，在设计中正确选用了风开、风关调节阀，以便装置停风时，调节阀能处于安全位置。

(5) 对一些关键设备的过高或过低将影响装置正常操作的过程参数在 DCS 系统中设置了越限指示报警，以防影响装置的正常生产或危及其它设备的安全。

(6) 监测、控制仪表在按工艺生产要求选型时，还考虑了仪表安装地点的爆炸危险性和火灾危险性，并按《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 进行选型。

8.1.4 电气设计

(1) 在爆炸危险区域内电力装置的安全卫生设计严格按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 的要求进行。

(2) 该装置为甲级爆炸危险场所。因而这些场所的电气设备均选用增安型或隔爆型设备，以满足防火防爆的要求，杜绝火灾及爆炸事故的发生。

(3) 为确保人身安全，在有关构筑物、工艺设备及管道设置了防静电的可靠接地装置。

(4) 装置的电力配线电缆均选阻燃型电缆。

(5) 为确保晚间安全生产，在装置平台、过道及其它需要的地方均设置

了照明设施，照明亮度符合规范要求。

(6) 仪表用电采用不间断电源供电，以确保供电的可靠性。

8.1.5 消防设计

(1) 原装置消防水系统按稳高压消防给水系统设置，装置外设置环状消防给水管网及消火栓，并与公司稳高压消防系统环网连通。装置消防用水量 300L/s，火灾延续供水时间不小于 3 小时。

(2) 装置内沿道路边设置消防给水管道及地上式消火栓，塔区、管廊下均设置箱式消火栓；适当位置设置有水炮。

(3) 装置内高于 15m 的框架平台需设消防给水竖管，装置内设半固定式消防蒸汽灭火系统。

(4) 室内外设置足够数量的手提式灭火器或推车式灭火器，以扑灭装置初期火灾。

8.1.6 土建设计

(1) 建筑物、构筑物按《建筑设计防火规范》的规定进行设计。

(2) 对关键设备基础按 7 级抗震烈度设计。

(3) 建筑结构的墙、柱、梁、楼板均采用钢筋混凝土结构，满足设计规范所要求的强度、耐火、防爆等性能，有助于防止火灾伤害及火势蔓延。

8.1.7 给排水设计

(1) 装置内排放含油污水的地漏，排入污水管道时设置了水封井，水封高度均保证在 250mmH₂O 柱，防止发生爆炸和引起火灾。

(2) 在框架、管廊及其它布置露天设备等区域内，均设有围堰和地漏，以防含油污水四溢。

8.1.8 平面布置设计

(1) 装置平面布置在满足有关防火、防爆及安全卫生标准和规范要求的前提下，尽量采用露天化、集中化和按流程布置，并考虑同类设备相对集

中。这样不仅可减少占地面积而且能节约投资和降低能耗，便于安全生产操作和检修管理，实现本质安全。

(2) 装置四周设置消防通道，确保与周围装置的防火间距满足有关规范的要求。

8.1.9 噪声防治设计

选用低噪声的 YB、YA 防爆电机，对个别噪声大的电机加设隔声罩。

8.1.10 设置安全色、安全标志

凡容易发生事故危及生命安全的场所和设备设置安全标志，对需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位涂有安全色；对阀门布置比较集中，易因误操作而引发事故的地方，在阀门的附近均有标明输送介质的名称、符号等标志；对生产场所与作业地点的紧急通道和紧急出入口均设置明显的标志和指示箭头。

8.1.11 防毒与职业病防治

据国内炼油厂调查资料表明，在同类装置工作的操作人员及管理人员至今尚未发现患有国家规定的职业病及其特殊病症。但为确保操作人员的身体健康，要求该装置的人员必须定期进行体检，以防患于未然。

8.1.12 防尘、毒伤害

本工程采取密闭生产系统，使有毒物料始终处于密闭的管道设备中。根据《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 的要求，为确保装置安全生产和人身安全，对装置内可能泄漏或聚集可燃气体的地方，设有可燃气体检测变送器，并将其信号接至 DCS 显示、报警。

在装置内危险部位及设备处设置警示牌和风向标。

8.1.13 防机械及坠落伤害

在需要经常操作和检查的设备和部位以及，设置操作平台、梯子和各种保护栏杆，在大型平台和框架设有扶手、围栏和护栏等，对于长距离的管带

机露天输送廊，中间相隔一定距离处设钢梯，以便保护操作人员，在遇到紧急情况时能及时撤离现场。设计执行《固定式钢梯及平台安全要求》（GB 4053.1~3-2009）。对于长距离的管带机露天输送廊，中间相隔一定距离处设钢梯，以便遇到紧急情况时，以便巡检人员能及时撤离现场。

为防止发生机械伤害，各种机械设备的设计、选型执行《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083-2023、《机械设备防护罩安全要求》等有关标准、规范。在人员进行操作、维护、巡检的工作位置，设平台、护栏、安全盖板，转动设备加防护罩等，防止坠落事故及其他机械伤害。

8.1.14 防烫伤、中暑

装置在生产过程中高温设备较多。但是多数设备为露天布置，少数设备采取半敞开式布置，不易形成高温作业环境。但考虑到操作工人的安全，采用隔热保温措施，使热设备易接触部位以及人有可能接触到的管线均设有防烫隔热层和防烫隔热保护设施，以保护操作工人的安全。

8.1.15 卫生设施

男女浴室、职工食堂及医务室等依托现有设施，可以满足职工卫生要求及对在事故中受伤人员实施现场救护。

8.2 建设项目补充的安全对策措施与建议

8.2.1 建设项目选址的安全对策措施

(1) 本项目位于宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，地基松软，设计施工单位应充分重视钢结构安全，做好建(构)筑物等地基设计施工，载荷设计应严格按照规范要求设计，防止运行过程中地基的不均匀沉降。地基基础设计施工应按照《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011、《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008、《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2012、《建筑抗震设计标准（2024年版）》GB/T 50011-2010等规范执行。

建议采用钻孔灌注桩，以防打桩冲击对现有装置桩基的安全产生影响。

(2)根据宁波石化开发区已建厂房多年的运行来看，若装建(构)筑物、管廊、地下管道等未采用合理的打桩技术，地基的沉降比较明显，所以建议在设计中结合勘探资料增加此项内容，工艺污水管道应采用明管或管廊敷设。

(3)本项目地处沿海地区，每年夏秋季节易受台风袭击，当台风增水遭遇天文大潮时，常形成特大潮位，需要设置相应的排水、排洪设施，制定相应的防洪应急措施。装置及建(构)筑物在设计计算时应按本项目所在地风载荷值进行考虑。

(4)风对本项目投产运营过程中的安全性的影响，主要表现在两个方面，一是正常情况下易燃、易爆、有毒气体的无组织排放(指系统泄漏量)，风加速向外扩散，从而使泄漏的有害气体到达较远的区域；二是在事故情况下，易燃、易爆物质泄漏后遇到火源或者带压泄漏本身产生静电而引发火灾、爆炸事故。因此，有关易产生明火、高热、电火花的设施的布置，应在风向方面加以考虑。

(5)本项目临海而建，空气中含有较多的湿气和盐分，易对设备、管道外表造成腐蚀，影响其工作寿命，应加强防腐保护。埋地管道等同样易受含盐地下水和潮气腐蚀，应加强防腐保护。

(6)本项目所处地域年平均气温 16.6℃，极端最高气温 41.9℃，极端最低气温-8.8℃；寒冷的气温可使阀门冻结，使一些无防冻措施的附件操作失灵；工程设计中应注意有关设施的材质选择，特别是关键设备，设备应采取必要的保温措施及防冻措施，并严格控制压力、温度等。

(7)雷暴天气可能使设施等遭受到雷击，有引发火灾或建筑物损坏的危险。因而防雷设施的可靠性是本项目安全生产的重要因素之一。因此对建(构)筑物等要采取防雷保护，并应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 的要求。

(8) 强烈的地震可给生产设施带来灾难性后果，本项目所在地宁波石化开发区抗震设防烈度为 7 度，设施应符合抗震要求。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008，化工、石油化工原料生产建筑中，使用或生产过程中具有剧毒、易燃、易爆物质的厂房，当具有泄毒、爆炸或火灾危险性时，其抗震设防类别应划为重点设防类。重点设防类指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的生命线相关建筑，以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果，需要提高设防标准的建筑。简称乙类。

8.2.2 技术、工艺、装置、设备、设施对策措施和建议

(1) PSA变压吸附装置应设置程控阀故障联锁。

(2) PSA变压吸附装置吸附剂装填完毕并且经气密试验合格后应进行氮气置换。

(3) PSA 变压吸附装置开车时投料速度不宜过快，应控制向系统送原料气的升压速度。

(4) PSA变压吸附装置如果水带进吸附塔，可导致吸附剂失效，甚至损坏吸附剂。如果水已经进入吸附塔，则应用干燥的原料气进行吹干，如吸附剂已失效，则停车更换。

(5) PSA变压吸附装置如果仪表空气停气，将使气动程控阀无法开关，全系统自控紊乱，此时应停车处理。

(6) PSA变压吸附系统在运行时，不准敲击，不准带压紧固；严禁超压；不准在室内排放气体，吹除、置换、放空、降压必须通过放空管排放；当物料发生大量泄漏时，应立即切断气源，进行通风，严禁进行可能发生火花的一切操作；系统吹除置换，一般可采用氮气。

(7) 因PSA变压吸附系统开停车、停电时如果操作不当，具有较大的危险性，所以建议企业采取以下安全对策措施：

①开车

- a. 按照工艺流程详细检查设备、阀门、管线等；及计量器具是否齐全、安装是否正确、设置是否合理；
- b. 吸附塔装填吸附剂。装填之前应先对吸附剂进行过筛，装填时应选择晴朗天气，并注意装填均匀；
- c. 吹扫及气密试验，利用空气对整个系统进行气密试验；
- d. 对仪表自控系统进行检查调试。主要是检查调节回路、手操远程遥控和切换系统，检查控制器控制功能，检查氢自动分析仪；
- e. 通知分析人员做好分析取样准备；通知有关岗位准备开车。
- f. 氮气置换。吸附剂装填完毕并且经气密试验合格后应进行氮气置换。
- g. 开车。开车前详细检查好阀门开关情况，并与其他有关岗位联系好，做好开车准备。投料速度不宜过快，应控制向系统送原料气的升压速度。

②停车

- a. 通知本系统前后有关工段；
- b. 将控制系统计算机上的PSA运行选择装置停止，程控阀全部关闭；
- c. 关闭系统所有进出界区的截止阀，使提氢系统与界区外隔断；
- d. 通过程控系统计算机上的步进按钮，使PSA部分的程控阀动作数次，以使各塔压力基本相等，并且处于较高的正压；
- e. 紧急停车。关闭原料气入口阀门；将计算机上PSA运行选择装置停止；然后参照正常停车步骤处理。

(8) 生产工艺中应设置可靠的温度、压力、流量等工艺参数的控制仪表和控制系统。对主要的反应单元应设置双系列仪表和控制系统。还应设置必要的超温、超压的报警、监视、泄压、抑爆、紧急安全排放装置。

(9) 企业应定期对器壁进行检查和测厚，并做好记录。在检修过程中，应通过碱洗、酸洗、高压水枪冲洗、手工清洗等措施，彻底清除存积在设备

内的沉积物。

(10) 对于本项目采用的安全仪表系统(SIS), 应开展安全仪表系统安全完整性等级评估。在风险分析的基础上, 确定安全仪表功能(SIF)及其相应的功能安全要求或安全完整性等级(SIL)。应按照《过程工业领域安全仪表系统的功能安全》和《石油化工安全仪表系统设计规范》的要求, 设计、安装、管理和维护安全仪表系统。

(11) 建设单位在建设项目设计合同中应明确要求设计单位在基础设计(初步设计)阶段同步开展危险与可操作性研究(HAZOP)分析, 并派遣有生产经验的相关专业人员参与 HAZOP 分析及组织对 HAZOP 分析报告进行审核。安全监管部门组织的建设项目安全设施设计审查会中, 建设单位应对 HAZOP 分析过程、审核结果以及组织管理情况进行汇报。

(12) 化工设备设计应满足《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083-2023, 选用的通用机械与电气设备应符合国家或行业技术标准。

(13) 本项目若涉及非标设备, 要特别注意设备、管道等的泄漏, 生产设备、管道的设计应根据生产过程的特点和物料的性质选择合适的材料。设备和管道的设计、制造、安装和试压等应符合国家标准和有关规范要求。

(14) 采用先进的 DCS 控制系统, 在设备出现故障和人员误操作形成的危险状态时, 通过自动报警, 自动切换设备、启动紧急连锁保护装置和安全装置, 实现事故安全排放直至安全顺利停车等一系列的自动操作, 保证系统安全, DCS 控制系统应采取相应的抗干扰措施。

(15) 在管道输送过程中, 由于管内外存在气压差, 应根据输送介质的特性选用管材。对输送有毒、易燃、易爆液体的泵类, 尽量考虑选择无泄漏泵, 对所有输送易燃易爆有毒介质的管道、法兰、阀门, 按照规范要求选择专用阀门, 防止泄漏事故的发生。

(16) 高危泵的安全对策措施:

本装置的凝液泵 P2006A/B 和 P2502A/B 为高危泵，采取的安全对策应符合《炼化企业高危泵配置及运行管理指导意见》中石化股份工单炼设[2021]106 号中相关规定的要求，中石化在高危泵设计选型要求、设计要求、运行及维护管理、加强平稳操作、高危泵检修、加强备件质量管理、培训和应急处置 7 个方面做出了严格的安全对策措施。在高危泵消防设计方面建议增设水喷雾灭火系统保护，喷淋强度不低于 $9/L/m^2 \cdot \text{min}$ 。

(17) 吸附塔紧急排放的安全对策措施：

确保排放系统设计合理，能够安全有效地排放气体。

对操作人员进行充分的安全培训，确保他们了解紧急排放的操作程序和安全注意事项。

在排放区域设置明显的安全警示标志，并确保充足的通风。

使用适当的个人防护装备，如呼吸器等，以保护操作人员免受窒息性气体等的伤害。

在可能的情况下，尽量减少气体的排放量，或者将排放的气体引导到安全处理设施进行处理。

本项目装置非正常情况，气体均排往火炬系统。为了确保安全，企业在使用 PSA 吸附塔紧急排放火炬时，需要采取一系列的安全措施，如：确保火炬系统的正常运行、定期检查和维护设备、以及在必要时进行安全培训和应急演练等，以最大限度地减少潜在的安全风险。

另外，对于 PSA 吸附塔的设计、选材、制造、焊接和检验过程，都需要采取严格的风险控制措施，以确保其安全运行。对于 PSA 吸附塔的疲劳失效进行疲劳强度分析。

(18) 防高压窜入低压的安全对策措施：

上游装置解析气或脱后干气出装置流程设置满足串压规范要求的隔离措施。为进一步防止碳二装置几股原料气相互窜气，建议将全部原料气单独

引进装置，并在原料气进装置边界处设止回阀，5股原料气汇合阀组设置在靠近原料气罐附近，汇合的原料气总管按各原料气支管截面积之和的1.5倍考虑，满足各分支原料气平顺汇入原料气缓冲罐V2501。

(19)防止抽真空过程中空气漏入系统以及系统压力波动导致容器受损坏的安全对策措施：

①防止抽真空过程中空气漏入系统的安全对策措施：

本项目的真空系统为吸附塔与程控阀间的SHB1系统和真空泵至程控阀间的SHB3系统，管道和设备设计应符合GB/T 150和GB/T 20801等国家相关规范的规定，满足真空状态的操作运行要求；管道施工验收按照《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》SH/T 3501进行相应的水压试验、泄漏试验和真空度试验合格，满足在24h内增压率 $\geq 5\%$ 的规定要求。在工艺上，在真空泵入口总管上设置O₂含量在线分析仪，设置氧含量报警，当解吸气O₂含量达到100ppm时发出报警信号，对上述系统进行检查，按规定进行相关的处置。

②防止系统压力波动导致容器受损坏的安全对策措施：

建议设备设计采用GB/T 4732标准中疲劳分析设计方法，严格控制局部结构不连续区域的峰值应力强度；并且要求A、B类焊缝打磨与母材齐平，所有焊接接头与母材应圆滑过渡，焊接接头表面不得存在咬边以及裂纹、气孔、弧坑和夹渣等缺陷，且不得保留有熔渣与飞溅物；本体上的所有未注明的角焊接接头应打磨成圆弧过渡，并经磁粉检测。

(20)所有火灾危险区域内的测量仪器仪表均应符合相应电气防爆等级的要求。检测仪表的选用应符合现行国家标准《作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求》GB 12358-2006的有关规定。

(21)具有危险和有害因素的储运过程，应设计可靠的检测仪器、仪表，并设计必要的自动报警和自动连锁系统。对事故后果严重的储运装置，应按

冗余原则设计备用系统，并保证在出现故障时能自动转换到备用系统。

(22) 本项目爆炸危险区域电气设备选型应按《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014、《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007 执行，作整体电气防爆设计和施工。涉氢场所防爆等级不低于 Exd II CT4 Gb，防护等级不低于 IP56。

(23) 氢气系统中氢气中氧的体积分数不得超过 0.5%，尤其是首次开车或检修后开车，氢气系统应设有氧含量小于 3% 的惰性气体置换吹扫设施。

(24) 根据燃爆介质火灾危险场所的危险等级，配置符合国家标准规定的防爆等级电气（设备包括线路、导线、接地装置）。仪表、电力和通讯电缆应设置在专用桥架上或穿管铺设，与物料管架保持间距并避开火源。防爆场所的电力配电干线全部应采用铜芯电缆，照明线路室内采用导线穿管敷设。

(25) 根据质检总局关于修订《特种设备目录》的公告（2014 年第 114 号），本项目涉及的特种设备主要有压力容器、压力管道、起重机械等。特种设备及其附件的选型、制造、安装、使用、检验、检修和管理必须按照《特种设备安全监察条例》国务院令 549 号及其相关的规定、技术规范执行。承担设计、制造、安装、检测检验的单位要具有相应的资质，并取得相应的符合技术规范要求的证明材料，建立技术档案，分类归档。

(26) 本项目的所有压力容器都应按《固定式压力容器安全技术监察规程》行业标准第 1 号修改单 TSG 21-2016/XG1-2020 进行设计、制造、检验与验收。特别是要尽可能选择用列入《压力容器【合订本】》GB/T 150-2011 的材料。

(27) 在作业场所设置安全防护设施，如灭火器、可燃、有毒气体检测报警器、洗眼淋浴器等，避免造成事故进一步扩大。

8.2.3 拟建危险化学品储存过程配套和辅助工程对策措施

(1) 变配电室应有必要的集中控制的信号装置；有可能引起误操作的

高压电气设备，应装设防误操作装置。

(2) 低压系统中的电气设备，应安装符合《漏电保护器安全监察规定》要求的漏电保护器。

(3) 电线不得与易燃液体输送管道同沟敷设，电缆沟应有防水、排水措施。

(4) 所有电气设备和装置的外壳及金属外壳的电缆，必须采取保护性接地和接零。

(5) 露天安装的电机、电器、配电箱，应选用防雨型或装有防雨设施。

(6) 化工生产装置的水消防设计应根据设备布置、厂房面积以及火灾危险程度设计相应的消防供水竖管、冷却喷淋等消防设施。消防水量应符合《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014 的规定。

(7) 消火栓的设置场所有可能受到车辆冲撞时，应在其周围设置防护设施。

(8) 灭火器的配置，应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》的有关规定执行。

(9) 在本项目现场人员易见处设置便于观察的风向标，利于发生火灾时辨别风向。

(10) 本项目压缩机棚等应根据运行过程特点、物料性质和火灾危险性设计相应的灭火设施。

(11) 起重机械应设置警示标志，采用双制动装置、高度限位装置、起重量限量安全装置、行程限位装置，起重机械的作业人员及其相关管理人员（以下统称特种设备作业人员），应当按照国家有关规定经特种设备安全监督管理部门考核合格，取得国家统一格式的特种作业人员证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

(12) 仪表气源应设置备用气源。备用气源可采用备用压缩机组、贮气

罐或第二气源（也可用干燥的氮气）；氮气应确保稳定供应。

（13）工艺和公用工程管道共架多层敷设时宜将介质操作温度等于或高于 250℃的管道布置在上层，液化烃及腐蚀性介质管道布置在下层；必须布置在下层的介质操作温度等于或高于 250℃的管道可布置在外侧，但不应与液化烃管道相邻。

（14）储运外管所在地上管廊外缘与一般建筑物最外轴线最小间距宜为 3 米。

（15）建议设计单位对储运外管所在地上管廊的沉重负荷进行核算。

（16）储运外管管线的蒸汽伴热原则上考虑利用途径管廊的现有给汽、疏水点；但管线路由最终在经十路管廊汇集，该处现有的给汽点数量无法满足伴热需求，考虑在经十路跨路管廊出拟新增一处给汽、疏水站，需从附近的蒸汽管线上开口。

（17）新增 C2 回收装置富甲烷气组分与当前高压瓦斯组成相差较大，热值较低，经与镇海炼化生产调度部门协商，考虑接至经九路 2#催化建东侧燃料气阀组中，通过调度的形式送入重整装置加热炉焚烧，后期将采取补充天然气掺烧的方式优化该股燃料气结构。燃烧过程对现有加热炉的影响有待加热炉厂家评估。

8.2.4 建设项目中主要装置、设备、设施的布局对策措施

（1）由具备化工项目设计资质的单位对总图进行规范设计，总平面布置图应严格执行《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）等标准、规范的规定，并在总图中标明主干道路中心线、转弯半径，建筑物耐火等级，总图的技术经济指标等参数。

（2）由于现阶段没有提供爆炸区域划分图，建议设计单位编制安全设施设计专篇时补充提供，并对处于爆炸区域的相关电气的选型进行核实，以符合规范要求。

(3) 建设项目可行性研究报告主要建（构）筑物一览表未明确安全疏散、抗震设防烈度，建议设计单位编制安全设施设计专篇时补充提供。

(4) 建筑物的防火分区、安全出口数目按照《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）的要求设置。承重钢框架、支架、群座、管架均覆盖耐火层，覆盖耐火层的具体部位按《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）规定执行。

(5) 本项目不新建控制室及机柜间，依托现有炼油第二控制室及机柜间。2#加氢裂化装置设置有现场机柜间，建议设计单位编制安全设施设计专篇时明确本项目是否需要依托，若需依托，则应按《石油化工建筑物抗爆设计标准》GB/T 50779-2022 核实其抗爆符合性。现场变配电室等区域严禁设置外操室。

(6) 建议建设单位、设计单位进一步核实本项目是否涉及《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）第 5.2.10A 条：应在高度超过 24m 且长度超过 50m 的可燃气体、液化烃和可燃液体设备的构架附近适当位置设置不小于 15m×10m（含道路）的消防扑救场地。

8.2.5 防雷、防静电对策措施

(1) 项目设计中应落实国家有关《防雷减灾管理办法》中国气象局 24 号令、《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 要求，做好防雷装置的设计审核等工作。宁波地区夏天雷暴天气频繁，装置遭受雷击事件曾经不止一次发生过，本项目在防雷方面一定要引起重视，采取必要的防雷措施。

如：2007 年 5 月 24 日 15 时 16 分，镇海国家储备库 47 号 10 万方罐顶部遭雷击，雷击引发油罐一次或二次密封上的金属物与罐壁发生放电，电火花引爆了密封空间内的油气，高温和冲击波破坏了一次密封油气隔膜后引燃了原油，明火于 15 时 25 分被扑灭。6 月 24 日镇海国家储备库 47 号罐再遭雷击起火。这两次事故由于反应及时、措施得当没有造成人员伤亡和重大财

产损失，但反映出油罐设施存在的重大雷击危险隐患。

分析原因很可能是感应雷引起。云层中电荷累积到一定程度就形成高电压，当雷云接近油罐时，直径 80 米之大的浮盘上感应出大量异性电荷，而此时浮盘与罐体间只有两根截面积为 25mm^2 接地铜绞线，浮盘上的大量电荷无法迅速导走消除，浮盘与罐壁间形成电压差，导致机械密封处铁板与罐壁间瞬间放电，产生火花引爆一次密封与二次密封间的爆炸气体，发生火灾。事故发生后，油库相关技术专家马上提出整改方案，在浮盘与罐体间又增设四根 50mm^2 接地软铜绞线。

(2) 有火灾爆炸危险的装置区等设施 and 建（构）筑物应设计防直击雷装置。

(3) 平行布置的间距小于 100mm 金属管道或交叉距离小于 100mm 的金属管道，应设计防闪电感应装置，防闪电感应装置可与防静电装置联合设置。

(4) 化工装置的架空管道以及变配电装置和低压供电线路终端，应设计防雷电波侵入的防护措施。

(5) 防爆场所的建筑物应按第二类防雷建筑物要求进行防雷设计，其他按第三类防雷建筑物要求进行防雷设计。

(6) 防雷建筑物屋面应按要求设接闪网，利用柱内主筋作引下线，建筑物基础作接地体。

(7) 所有用电设备正常不带电的金属外壳及爆炸危险区域内的工艺金属设备均应可靠接地，管道法兰之间进行跨接。各单元内工作接地、保护接地、防雷、防静电接地共用一套接地系统，接地极、接地线等接地材料采用加强型镀锌钢材，接地电阻不大于 4 欧。

(8) 工艺装置内露天布置的器、罐等，当顶板厚度等于或大于 4mm 时，可不设避雷针保护，但必须设防雷接地。

(9) 化工设备防静电设计应符合《防止静电事故通用导则》和《化工企

业静电接地设计技术规程》的规定。对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道，均应采取静电接地措施。非导体设备、管道等应设计间接接地，或采用静电屏蔽方法，屏蔽体必须可靠接地。

(10) 生产装置等入口处应设置消除人体静电装置。本项目应根据生产特点配置必要的静电检测仪器、仪表。

(11) 在输送易燃易爆高电阻率的物料，流速应控制在安全流速内。

8.2.6 防中毒、防火、防爆等的安全对策措施

(1) 对有毒有害物料的工艺管线的连接尽量采用焊接，最大限度地减少法兰连接，应按规范要求做好静电接地。

(2) 散发易燃易爆和有毒气体的作业场所应按规定设置可燃、有毒气体检测报警装置，设置地点和检测方式应符合现行标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T 50493-2019 的有关规定，并将信号接至到 GDS 系统。GDS 独立于基本过程控制系统，在控制室设置独立的操作站显示和独立的声光报警设施。

(3) 提高各物料进出料的自动化程度和密封程度，提高进出料操作工人操作的规范化程度，尽可能减少有毒有害物质的逸漏，减少操作人员在危险作业场所的停留时间。进出料操作时，操作人员应配备合适的防护用品。

(4) 按《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》GB 39800.1-2020、《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》GB 39800.2-2020 等为从业人员配备符合有关国家标准或者行业标准规定的劳动防护用品。

(5) 根据作业特点和防护要求配置事故柜、急救箱和个人防护用品，如防静电工作服、呼吸供应系统、事故排风系统、应急救援预案、急救药品等。

(6) 本项目涉及的钢结构耐火保护应满足《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）5.6 条的要求。

(7) 本项目储运过程中的各个易燃易爆工艺系统要严防空气进入系统，

形成爆炸性混合物，做好惰性气体置换、吹扫的保护工作，防止易燃气体、蒸气与空气形成爆炸性混合物。

(8) 在本项目生产过程中要严格控制原料中的有害杂质含量、物料配比、加料速度及其它工艺参数。

(9) 具有火灾爆炸危险的设备和管道等，根据介质特点，选用氮气、蒸汽、水等介质置换及保护系统。

(10) 压缩机棚地面采用不发火花地面面层。

(11) 控制压力，严防超压。设备设计压力是一定的，而且经过耐压检验；若操作不当，压力超过设备所能承受的强度时，设备会遭到破坏，物料外泄酿成爆炸事故。对具有突然超温超压危险的设备等，必须设置符合标准要求的泄压、防爆等各种安全装置。如安全阀、调节阀等。

(12) 严格控制螺栓上紧力，用力矩扳手时要使上紧力分布均匀，避免螺栓与法兰承受过大载荷。

(13) 本项目应配备防爆检修器具。

(14) 可燃气体、可燃液体设备的安全阀出口连接应符合下列规定：可燃液体设备的安全阀出口泄放管应接入储罐或其他容器，泵的安全阀出口泄放管直接至泵的入口管道、塔或其他容器；可燃气体设备的安全阀出口泄放管应接至火炬系统或其他安全泄放设施；有可能被物料堵塞或腐蚀的安全阀，在安全阀前应设爆破片或在其出入口管道上采取吹扫、加热或保温等防堵措施。

(15) 采取隔声、吸声、消声等降噪措施，保证噪声符合《工业企业噪声控制设计规范》要求，或实行时间防护、采取集中控制，提高自动化水平、减少接触噪声时间。

(16) 表面温度高于 60℃ 的设备和管道、阀门等均应考虑防烫、保温。

(17) 本项目装置金属框架和金属塔器裙座应采取耐火保护措施，应覆

盖耐火层，覆盖耐火层的钢构件，其耐火极限不应低于 2h。

8.2.7 安全管理对策措施

镇海炼化为危险化学品生产企业，对本项目建议按《危险化学品从业单位安全标准化通用规范》AQ 3013-2008 等的要求，结合现有的管理机构设置实施安全标准化管理体系，修订相关安全生产规定制度，实行安全标准化管理体系。

8.2.7.1 安全管理制度制定

镇海炼化已根据国家法律法规要求，在安全生产标准化创建基础上，制定了一系列的管理制度及岗位安全操作规程，本项目实施后应针对新工况修订相关管理制度及岗位安全操作规程，并做好变更前的风险识别及变更后的培训教育等工作。

8.2.7.2 安全管理机构、安全管理人员设置和从业人员培训

(1) 积极推广科学的安全管理，运用安全系统工程的方法，实施安全目标管理，实现全面安全管理（TSC），即全员参加的安全管理，建立职业安全健康管理体系，将安全管理纳入良性循环的轨道。

(2) 镇海炼化已设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。主要负责人、安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力经考核合格。

本项目依托原 2#轻烃装置人员配备，不新增定员，企业的管理也依托现有管理机构运行。因此专职安全生产管理人员配备无需新增。

另外，根据《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》原国家安监总局令第 41 号（79 号令修改），镇海炼化已配备危险物品安全类注册安全工程师从事安全生产管理工作。

(3) 建立、健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门岗位安全生产责任制。

(4) 制定从业人员的安全教育、培训、劳动防护用品（具）、安全设施、

设备，作业场所防火、防毒、防爆和职业卫生，安全检查、隐患整改、事故调查处理，安全生产奖惩等规章制度。

(5) 特种作业人员应当经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书，按《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》进行管理。特种设备作业人员按《特种设备作业人员管理办法》要求持证上岗。其他从业人员应当按照国家有关规定，经安全教育和培训并考核合格。

(6) 完善并落实安全技术教育与培训制度。必须把提高全公司人员的业务技术水平和进行安全知识教育作为一项经常性的重要工作来对待，才能有效地保证全公司的安全生产。常见的安全生产教育形式主要有三级安全教育、特种作业安全教育、经常性安全教育和各种行之有效的宣传、培训等形式。对采用新技术、新工艺、新设备、新材料的工人进行安全技术教育。

(7) 项目建设完成后，建设单位应当组织建设项目的设计、施工、监理等有关单位和专家，研究提出建设项目试生产（使用）可能出现的安全问题及对策，并按照有关安全生产法律、法规、规章和国家标准、行业标准的规定，制定周密的试生产（使用）方案。试生产（使用）方案应当包括下列有关安全生产的内容：建设项目设备及管道试压、吹扫、气密、单机试车、仪表调校、联动试车等生产准备的完成情况；投料试车方案；试生产（使用）过程中可能出现的安全问题、对策及应急预案；建设项目周边环境与建设项目安全试生产（使用）相互影响的确认情况；人力资源配置情况；试生产（使用）起止日期。

(8) 项目建成后，应先进行试车，确保装置能正常运转后，再投料试生产。试生产阶段可从小到大，逐渐增加生产负荷，同时应密切注意生产过程中出现的问题，及时进行调试。待工艺过程稳定，工艺条件成熟后，方可结束试生产，投入正常运行。

(9) 按照两办印发《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》要

求：将化工、危险化学品企业从业人员作为高危行业领域职业技能提升行动的重点群体。危险化学品生产企业主要负责人、分管安全生产负责人必须具有化工类专业大专及以上学历和一定实践经验，专职安全管理人员至少要具备中级及以上化工专业技术职称或化工安全类注册安全工程师资格，新招一线岗位从业人员必须具有化工职业教育背景或普通高中及以上学历并接受危险化学品安全培训，经考核合格后方能上岗。企业通过内部培养或外部聘用形式建立化工专业技术团队。

(10) 按照全国安全生产专项整治三年行动要求：自 2020 年 5 月起，对涉及“两重点一重大”生产装置和储存设施的企业，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全生产管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以上职称，新入职的涉及重大危险源、重点监管化工工艺的生产装置、储存设施操作人员必须具备高中及以上学历或化工类中等及以上职业教育水平，新入职的涉及爆炸危险性化学品的生产装置和储存设施的操作人员必须具备化工类大专及以上学历。

(11) 根据《国务院安全生产委员会关于印发〈安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026 年）〉的通知》安委〔2024〕2 号，企业应健全完善生产经营单位重大事故隐患自查自改常态化机制，生产经营单位主要负责人要每季度带队对本单位重大事故隐患排查整治情况至少开展 1 次检查（高危行业领域每月至少 1 次）。企业应聚焦从业人员疏散逃生避险意识能力提升，每年至少组织开展 1 次疏散逃生演练（高危行业领域每半年至少 1 次），让全体从业人员熟知逃生通道、安全出口及应急处置要求，形成常态化机制。

8.2.7.3 日常管理要求

(1) 严格遵从动火作业等管理制度，现场设专人监火。对输送物料的管线、设备动火，必须用氮气或蒸汽吹扫置换干净，分析合格后方可动火；与

其他系统相连的管线、设备，必须用盲板隔绝，并做好记录；地沟、地井必须做好掩盖工作等等。

(2) 加强对工艺、设备辅助流程的管理，对不用的设备和管线要及时拆除或盲断，并做好标识。在用的工艺、设备辅助流程要与主流程一样，明确操作方法，严格进行管理。

(3) 进入设备内检修作业前必须办理“有限空间作业许可证”，罐内作业除按规定清洗置换外，还应用空气置换。取样时间应在进入设备前半小时。

(4) 在生产过程中，很多情况下的临时性检修或小修都是在部分停车情况下进行的，必须采取可靠的措施（最常用的是加盲板）将生产系统与停车检修系统隔绝，以免引发火灾、爆炸、中毒、窒息等事故。

(5) 做好消防设施、器材的管理工作，保证完好有效。做好消防培训，熟练掌握各种消防器材。做好安全防护用品的保管、正确使用，如防毒面具、空气呼吸器。

(6) 加强可燃、有毒气体报警器的检测管理。

(7) 加强压力容器、压力管道的检测工作，积极配合质检所的定期检验，及时发现和消除缺陷和隐患。定期检查设备的安全附件，确保安全使用。

(8) 严格明火管理，严禁带火种及易燃易爆危险品进入厂区，严禁在厂区吸烟，作业人员应着防静电服装和防静电鞋，防爆区域检修必须使用防爆工具。

(9) 露天作业场所，应在作业点附近设置休息室。在夏季，针对室外作业人员采取必要的防暑降温措施，做好防暑工作；在冬季，为室外作业人员配备防寒用品。

(10) 建立好动静态设备台帐、压力管道台帐、检修台帐、设备维修记录、事故处理分析档案，以备查询。根据运行情况，制定详细检修计划，保

证检修质量。

(11) 企业应根据生产、使用危险化学品的工艺、技术、设备特点和危险性编制岗位操作安全规程（安全操作法）和符合有关标准规定的作业安全规程。

(12) 企业应当依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。对职工进行定期健康检查，建立健康档案。

(13) 企业应对工作场所的毒物、粉尘浓度、噪声声级等进行定期检测。

(14) 本项目分析化验等日常分析若涉及剧毒、易制毒、易制爆、监控化学品、特别管控危险化学品等，则所涉及的剧毒、易制毒、易制爆、监控化学品、特别管控危险化学品等的采购、使用、保管、处置应该遵守国家相关法律法规。

(15) 一些换热器、容器等的清洗作业是在设备内进行的，且临时工较多，对这些人的管理是个薄弱环节，企业应该对这些人做到“谁用人谁管理”，进入设备内的作业证一次一签，保证安全措施의 落实，尤其要纠正这些人的违章行为。入罐作业必须做好隔绝、置换、分析、办证确认、监护等环节，缺一不可。

(16) 消防控制室管理应符合下列要求：应实行每日 24h 专人值班制度，每班不应少于 2 人，值班人员应持有消防控制室操作职业资格证书。

8.2.7.4 事故应急救援

(1) 按照国家有关规定编制危险化学品事故和其他生产安全事故应急救援预案；有应急救援组织或者应急救援人员；配备必要的应急救援器材、设备。

(2) 镇海炼化已成立安全生产事故应急救援机构，应当按照国家有关规定对应急救援人员进行培训，应急救援人员经培训合格后，方可参加应急救援工作。应当及时将本单位应急救援队伍建立情况按照国家有关规定报送

县级以上应急管理部门，并依法向社会公布。应当建立应急值班制度，配备应急值班人员。应当对从业人员进行应急教育和培训，保证从业人员具备必要的应急知识，掌握风险防范技能和事故应急措施。

(3) 镇海炼化已组织人员编制了《安全生产事故综合应急预案》，预案已进行专家评审并报送当地应急管理部门备案。本项目实施后应对《安全生产事故综合应急预案》进行修订，并针对本项目修订专项预案和现场处置方案。

(4) 企业应按照《生产安全事故应急条例》中华人民共和国国务院令第七08号、《生产安全事故应急预案管理办法（2019修正）》原国家安全生产监督管理总局令第88号（应急管理部2号令修改）、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639-2020、《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB 30077-2023等要求，并结合整个厂区实际情况，配备事故应急救援器材、设备，制定火灾、爆炸、泄漏、中毒、窒息等事故的应急救援预案，在试生产前对员工进行培训和必要的演练。

(5) 与区域合作组织宁波消防救援支队特勤二站等沟通信息，形成有效应急联动，将万一发生的安全事故消灭在初期阶段。

(6) 企业在本项目建设和今后运行管理中应制定预防周边企业、环境等发生火灾、爆炸、毒性物质扩散的事故应急预案。

(7) 按时巡检，对重点防护部位进行火灾预案，定期演练。

(8) 本项目涉及的物料中富乙烷气（参照乙烷）属于重点监管的危险化学品，另外，原料气（参照氢气和甲烷混合物）、富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）中的氢气、甲烷也属于重点监管的危险化学品。企业对于重点监管危险化学品的操作、储存、运输、事故应急处置等应符合《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》安监总厅管三〔2011〕142号的要求，详见附件5中的重点监管的

危险化学品安全措施和事故应急处置原则。

8.2.8 施工过程中采取的安全对策措施

本项目建设之前需要对原有轻烃回收相关的设备拆除。在本项目施工过程中，周边已建的设备设施等需要正常生产。另外，本项目可能存在部分利旧设备。所以建议企业采取以下安全对策措施：

(1) 装置拆除多为外包作业，委托方和被委托方双方必须按照国家规定签订安全管理协议，成立安全管理组织机构，配备相应的专（兼）职安全管理人员，建立安全生产制度。

被委托方在施工作业前，应按照施工要求，编制详细的专项施工方案，经委托方批准同意后（必要时组织专家进行审查论证），严格按施工组织设计和有关安全要求施工。

双方必须认真对各自单位职工进行安全生产制度及安全技术知识教育，增强职工的安全生产思想意识，提高自我保护能力，督促职工自觉遵守安全生产纪律、制度和法规。

作业前，委托方应对被委托方的施工负责人员进行安全生产进场教育，被委托方应组织召开管理、施工人员安全生产教育会议。根据施工内容特点，双方应对相关作业管理人员做好安全技术交底。

必须对施工作业所用工机具、防护用品（绝缘鞋、绝缘手套、防毒面具、安全帽、安全带、安全绳等）的安全可靠性进行检查、确认。

装置拆除中的各项作业，必须严格执行作业许可证（包括盲板抽堵、检修、动火、临时用电、动土、高处作业、有限空间作业等票证）制度和相应的安全技术规范。各施工操作人员必须持证作业。

凡含有可燃、有毒、腐蚀性介质的设备、容器、管道应进行彻底的吹扫、置换，使内部不含有残渣和余气，取样分析结果应符合安全技术要求。

对需拆除的装置要进行危害识别、风险评价和实施必要的控制措施。

施工道路应畅通无阻，照明应满足要求，确保设备和材料能够运输到位。

现场施工用电、用水、用气应能满足施工要求。

各类记录表格满足作业质量记录要求。

系统停车，介质置换完毕，并已办理交接手续。

施工现场警戒线设立完毕，安全监护人员就位。

防护用品穿戴正确，消防设施配置到位。

(2) 项目的施工、安装、检修单位必须履行设备、设施的施工、安装、检修资格的认可手续，经上级主管部门的批准，取得相应的有效合格证书。施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接。施工单位应按图施工，遇有变更，应由设计、施工安装及生产单位三方商定。重要变更，须报有关部门批准。

(3) 建设工程施工前，施工单位负责项目管理的技术人员应当对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员作出详细说明，并由双方签字确认。特别是要预先了解厂区内地下管线的布置情况，以防发生挖破管线事故。

(4) 施工单位应当在施工现场入口处、施工起重机械、临时用电设施、脚手架、出入通道口、楼梯口及有害危险气体和液体存放处等危险部位，设置明显的安全警示标志。安全警示标志必须符合国家标准。

(5) 施工单位应当在施工现场建立消防安全责任制度，确定消防安全责任人，制定用火、用电、使用易燃易爆材料等各项消防安全管理制度和操作规程，设置消防通道、消防水源，配备消防设施和灭火器材，并在施工现场入口处设置明显标志。

(6) 施工单位应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。

(7) 本项目施工作业时，厂区内周边装置、设施已建装置等需要正常生

产，因此存在交叉作业。

交叉作业应特别重视安全问题。与土建、施工、安装等单位签订安全协议，明确各自的安全责任；做好物理隔离措施，采用砖墙或阻燃型彩钢板将施工场所与周边装置、设施进行隔离；制定边生产边施工的安全管理制度并严格执行；加强现场监管，企业与施工方均应派专人进行现场监管，特别是动火等危险作业；制定边生产边施工的专项应急预案，并进行演练。

后期项目水、电、气及物料输送管线等与前期项目设施连接过程中应按规范要求进行作业，尤其是易燃易爆物料输送管线与前期项目设施连接时，应做好隔断、清洗置换干净、可燃气体浓度检测分析等。焊接、切割等动火作业前应特别注意检查乙炔气管道的老化问题。

(8) 本项目可能涉及超限设备，对部分外形尺寸或质量超过运输限制条件的设备，在制造和运输时应特殊考虑，有些超大设备因其外形尺寸超限，需根据施工单位的条件情况，确定是否需要在现场进行制造和组焊。大型设备从外地运来，需考虑运输沿线的收费站通道宽度、道路桥梁载重限量及沿途路况等，还应考虑运输公司和运输车辆的选用，如果考虑不周，轻则不利于运输，重则会造成设备损坏。

(9) 基于许多事故都是管道泄漏甚至断裂引起的，建议企业加强对施工单位现场管道施焊质量的监控和监理单位是否严格到岗履行职责的监控，防止所有管道（尤其是易燃易爆有毒介质和冷媒系统的管道）存在未焊透等超标缺陷，为压力管道的安全打下良好基础。

(10) 本项目可能存在部分利旧设备，旧设备在拆卸、安装等作业过程中应严格按照操作规程进行吹扫、置换、检测。若利旧设备属于特种设备，应经资质部门检测合格才能使用，对存在严重事故隐患，或无改造、修理价值，或达到报废条件，或因故无法检验的特种设备应予以淘汰。

另外，已过设计年限且未经有资质单位检测合格的设备不得使用。

8.3 评价结果与评价结论

8.3.1 评价结果

(1) 本项目生产过程涉及到的主要物料列入《危险化学品目录》(2015版2022修正)有以下几种:原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富乙烷气(参照乙烷)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)、凝缩油(参照正戊烷)、氮气等。

(2) 本项目属于危险化学品生产项目,在建成投产后存在火灾、爆炸、中毒、窒息、机械伤害、物体打击、高处坠落、灼烫、触电、起重伤害、车辆伤害、噪声危害、粉尘危害等潜在的危险有害因素,其中主要的危险有害因素为火灾、爆炸、中毒、窒息。

(3) 根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018,本项目PSA装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源。

(4) 本项目拟采用**涉及企业机密,不予公开**。本项目工艺属于物理过程,不涉及化学反应。根据《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》安监总管三(2009)116号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三(2013)3号,本项目工艺不属于重点监管的危险化工工艺。

(5) 根据《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、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三(2013)12号,本项目涉及的物料中富乙烷气(参照乙烷)属于重点监管的危险化学品,另外,原料气(参照氢气和甲烷混合物)、富甲烷气(参照氢气和甲烷混合物)中的氢气、甲烷也属于重点监管的危险化学品。

(6) 从图3-4可见,个人风险 1×10^{-5} 、 3×10^{-6} 、 3×10^{-7} 影响范围基本

在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，不存在一般防护目标中的三类防护目标、一般防护目标中的二类防护目标、一般防护目标中的一类防护目标。因此个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

由图 3-5 可知，企业的社会风险在可接受区，因此社会风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

根据中国石化青岛安全工程研究院出具的《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标定量风险评估（QRA）报告》（2021 年 05 月）中的计算结果显示，镇海炼化全厂个人风险满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的个人风险可接受标准，个人风险可接受。

本项目只是对镇海炼化老区已有燃料气系统中有高附加值的富乙烷气资源进行回收，工艺属于物理过程，不涉及化学反应，从全厂物料平衡来说，危险化学品的品种、数量等并没有发生变化。本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置（不构成危险化学品重大危险源）与原有 2#轻烃回收装置及已建的氢回收装置（构成危险化学品重大危险源）相比，固有风险是降低的，因此本项目实施后，镇海炼化整个厂区的个人风险、社会风险能够满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018 的规定。

（7）从本项目事故后果模拟计算结果分析，本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统是防范多米诺效应的重点区域，其中火炬分液罐压力容器事故多米诺半径最大，为 68.3m，影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，模拟图见附图 3-8。

预防多米诺效应相关措施：本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等与周边生产、储存设施的安全距离符合国家相关规范的要求；本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等设置 DCS 系统、SIS 系统以及事故

后果响应系统（探测系统、隔离系统、减缓系统），设置安全防护措施；配备应急救援物资，加强安全管理，提高应急响应速度，与区域合作组织宁波消防救援支队特勤二站、周边企业等沟通信息，形成有效应急联动，将万一发生的安全事故消灭在初期阶段。

（8）从附表 3-6 可知，本项目外部安全防护距离最大为火炬分液罐一级风险、二级风险、三级风险对应的外部安全防护距离，为 103.13m，本项目总体外部安全防护距离见图 3-4，本项目与最近的厂区外居民区在 1km 以上，因此外部安全防护距离能够符合规范要求。

本项目对应全厂性外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》、《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》的要求。

（9）通过预先危险性分析评价，本项目投产以后存在火灾、爆炸、中毒、窒息的危险，且其危险等级属于Ⅲ~Ⅵ级。

本项目投产以后还存在触电、高处坠落、噪声危害、物体打击、机械伤害、车辆伤害、起重伤害等危险、危害，危险等级属于Ⅲ级、Ⅱ级。

针对可能发生的危险性，预先危险性分析表中提出了一系列的防范措施，企业在项目建成以后要加以落实，严防事故的发生。

（10）富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟结果采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.21

重伤半径：3.93

轻伤半径：5.93

财产损失半径：7.02

富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图详见附图 3-2。

(11) 富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟结果采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果 (m)

死亡半径：3.8

重伤半径：14.94

轻伤半径：29.05

财产损失半径：8.6

富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图详见附图 3-3。

(12) 富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟结果采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果 (m)

死亡半径：3.32

重伤半径：4.07

轻伤半径：6.14

财产损失半径：7.27

富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图详见附图 3-4。

(13) 富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟结果采用南京安元定量风险分析软件进行模拟，模拟结果如下：

事故后果分析结果 (m)

死亡半径：2.36

重伤半径：10.46

轻伤半径：20.34

财产损失半径：4.22

富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图详见附图 3-

5。

8.3.2 评价结论

(1)本项目为改建项目,根据国家发改委《产业结构调整指导目录(2024年本)》,本项目列入“第一类鼓励类中四十二、环境保护与资源节约综合利用 10.工业“三废”循环利用:轻烃类石化副产物综合利用技术装备”。本项目符合国家相关产业政策。

本项目位于宁波石化开发区,系经政府规划设立的化工园区,符合《浙江省经济和信息化厅 浙江省生态环境厅 浙江省应急管理厅关于实施化工园区改造提升推动园区规范发展的通知》浙经信材料(2021)77号规定的入园要求。

本项目归类为宁波石化区的炼化-乙烯产业链,符合宁波市“十四五”发展规划纲要和宁波石化开发区的产业发展战略。

此外,本项目不属于《浙江省工业污染项目(产品、工艺)禁止和限制发展目录(第一批)》中所规定的禁止和限制发展项目;未列入《宁波市禁止、限制和控制危险化学品目录(试行)》;未采用列入《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录》应急厅(2020)38号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第二批)》应急厅(2024)86号的工艺技术设备。

本项目符合国家和当地政府产业政策与布局。

(2)本项目拟采用**涉及企业机密,不予公开**。本项目工艺属于物理过程,不涉及化学反应,不属于重点监管的危险化工工艺,不属于国内首次使用化工工艺。本项目采用的工艺技术有多年稳定运行的经验,工艺可靠,技术成熟。

(3)通过总体布局及防护措施评价,本项目选址、总平面布置及内外部防火间距和安全防护距离、工艺方案、电气安全等有关设计符合规范要求。

(4) 本项目配套、辅助工程系统的给排水、蒸汽、净化风、非净化风、氮气、电、火炬等能力都能满足本项目需求。

(5) 针对本项目的特点，报告8.2章节提出了一系列的安全对策措施，项目在设计、施工、安装、试生产、正式生产后应逐条加以落实、实施。

(6) 本建设项目安全条件符合国家法律法规的相关要求。

9 与建设单位交换意见的情况结果

自镇海炼化委托我公司进行本项目的安全评价工作后，我公司针对本项目的的基本情况组织成立了评价项目组。评价项目组到项目现场进行勘察，对项目周边环境进行论证。在安全评价报告编制过程中评价项目组一直与镇海炼化相关人员就本项目安全评价及项目进展情况保持着不间断的联系，并对项目安全评价相关问题随时进行交流。

双方交换的意见主要有以下几个方面：

(1) 安全评价范围的确定。

(2) 本项目涉及的工艺资料（具体如下），工艺资料由企业提供，企业对资料真实性负责。

①本项目技术来源，国内同类装置类比情况。

②设备设施安全可靠情况，异常情况下如何处理。

③本项目危险化学品的在线量。

④本项目消防、自控等情况。

⑤本项目涉及的公用工程匹配情况（包括：公用工程的设计规模，已建装置的使用量、本项目的使用量等）。

⑥安全专项投资情况：主要包括哪些安全设施投资，投资额分别是多少。

⑦本项目位于镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、1#苯抽提装置、2#加氢裂化装置按联合装置布置的依据说明。

(3) 项目备案、总平面布置图等进展情况。

(4) 安全评价需要的资料收集、提供情况。

(5) 评价工作进展情况及评价报告编写等情况。

(6) 项目其他相关情况。

在进行多次交流的基础上，评价组与项目建设单位达成一致意见，交换意见的情况结果详见报告的各相关章节。

安全评价报告附件

附件 1 平面布置图、安全评价过程制作的图表

- (1) 物料的理化及危险特性表（见附件 5）
- (2) 重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则（见附件 5）
- (3) 区域位置图、总平面布置图、设备平面布置图、原则流程示意图（见附件 5）

附件 2 选用的安全评价方法简介

附件 2.1 预先危险性分析（PHA）

预先危险性分析是（Preliminary Hazard Analysis, PHA）又称初步危险分析，主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域等进行分析。它常常用于项目装置等在开发初期阶段分析物料、装置、工艺过程以及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，作宏观的概略分析，其目的是辨识系统中存在的潜在危险，确定其危险等级，防止这些危险发展成事故。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性大小及其对系统破坏性影响的程度，将危险、有害因素划分为四个危险等级，见附表 2-1。

附表 2-1 危险有害影响程度等级划分及定义表

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

本评价针对项目具体特点，可能发生的危险、有害因素，采用预先危险性分析方法，对项目进行全面分析。

附件 2.2 事故树分析法（FTA）

事故树分析是从结果到原因找出与本事故有关的各种因素之间因果关系和逻辑关系的分析法，这种方法是把系统可能发生的事故放在图的最上面，按系统构成要素之间的关系，分析与事故有关的原因，直到基本原因为止，图中各因果关系用不同的逻辑门联接起来，然后应用布尔逻辑运算法则进行简化运算和分析。通过定性分析确定各因素对事故影响的大小，从而可掌握和制定事故控制要点；通过定量分析，则能计算出顶上事件发生的概率。事

故树分析的结论可为实现系统安全目标提供依据。

附件 2.3 重大事故后果模拟分析法

采用有关事故分析软件对重大事故后果进行模拟分析。火灾、爆炸、中毒是常见的重大事故，可能造成严重的人员伤亡和巨大的财产损失，影响社会安定。重大事故后果模拟分析评价主要是根据不同的事故类型、不同的数学模型，定量地描述了一个可能发生的重大事故，对企业及外部周围环境所造成危害的严重程度。同时也为政府主管部门对危险化学品重大危险源进行宏观分级监控和管理提供依据。

重大事故后果分析评价主要依据重大危险源可能导致的事故后果进行评价，主要考虑三种灾害形式：爆炸危险、火灾危险、毒物泄漏扩散危险。通过爆炸伤害模型、火灾伤害模型、毒物泄漏扩散模型的计算，以预测事故发生的死亡和受伤半径为主要评价指标，以死亡或受伤半径的大小进行重大危险源的分级。该方法应用时有如下原则与假设条件：

原则：

①最大危险原则。如果危险源具有多种危险物质或多种事故形态，按后果最严重的危险物质或事故形态考虑；如果一种危险物质具有多种事故形态，且它们的事故后果相差悬殊，则按后果最严重的事故形态考虑。

②概率求和原则。如果一种危险物质具有多种事故形态，且它们的事故后果相差不太悬殊，则按统计平均原理估计总的事故后果。

假设条件：

(1) 在估算事故后果时假设事故的伤害效用是各向相同性的，且无障碍物；

(2) 伤害区域是以单元的中心为圆心，以伤害半径为半径的圆形区域。

附件 2.4 安全检查表法

安全检查表法是由日本首先开始使用的。二十世纪七十年代，日本为

应对国内交通事故频繁，事故发生案例随机机动车辆的剧增而直线上升的形势，在交通安全管理工作中开始采用安全检查表法以指导事故预防工作。通过运用安全检查表法，日本交通安全事故得到了有效的控制，安全检查表法成了日本交通安全管理的重要方法之一。

安全检查表法在 1975 年左右传入我国，并得到认同和普遍采用。

(1) 安全检查表法具有下列特点：

①全面性

由于安全检查表是事先组织对被检查对象熟悉的人员，经过充分讨论后编制出来的，所以可作系统化，完整化，不漏掉任何能导致危险的关键因素，因而克服了盲目性，避免了过去那种走过场的安全检查方法，起到了改进检查质量的作用。

②直观性

安全检查表用提问方式，有问有答，给人的印象深刻，能使人直观地知道如何做才是正确的，因而可起到安全教育的作用。

③广泛性

安全检查表国家、个人都可以编制，工厂、车间、班组都可以使用，水平不同的人员都可以掌握，因此具有广泛性。

(2) 安全检查表内容

安全检查表应将所有能导致工伤事故、职业病的物的不安全状况、人的不安全行为和管理缺陷进行列举，尽可能作到无遗漏，一般从“人、机、物、管理、环境”五个方面考虑，通常包含以下内容：

①总体要求 包括建厂条件、工厂设置、平面布置、建筑标准，交通、道路、检查项目安全总要求等。

②生产工艺 包括原材料、燃料、生产过程、工艺流程、物料输送及储存等。

- ③机械设备 包括安全状态、防护装置、监控仪表等。
- ④电气装备 包括可靠性、防爆构造、接地、避雷器等。
- ⑤操作和管理 包括管理体制、规章制度、操作程序和方法等。
- ⑥人机工程 包括工作环境、工业卫生、人机结合面等。
- ⑦防灭措施 包括急救、消防、事故处理计划等等。

(3) 安全检查表格式

安全检查表应包括序号、检查项目、检查结果、依据、实际情况和备注等栏目。其栏目格式见附表 2-2。

附表 2-2 安全检查表

序号	检查项目	检查结果	检查依据	实际情况	备注

附件 3 定性、定量分析危险、有害程度的过程

附件 3.1 固有危险程度的分析

附件 3.1.1 危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况分析

本项目涉及的物料具有危险性，危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况（温度、压力）分析按照项目所在低温罐区整体进行辨识，详见附表 3-1。

附表 3-1 危险化学品数量、浓度、状态、部位及其状况一览表

物料名称	状态	工作温度(°C)	工作压力(MPa)	存在量(t)	浓度(%)
PSA 装置区					
原料气	气	40	0.59	1.874	见表 2-8
富乙烷气	气	40	0.02-1.25	1.87	见表 2-6
富甲烷气	气	40	0.57-0.75	0.105	见表 2-6
凝缩油	液	40	1.25-1.75	2.058	见表 2-6

注：氮气等由于数量很少，在此不再一一列出。

附件 3.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

采用预先危险性分析方法对本项目的总的和各个作业场所的固有危险程度进行分析，预先危险性分析（PHA）又称初步危险分析，主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域等进行分析。它常常用于项目装置等在开发初期阶段分析物料、装置、工艺过程以及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，作宏观的概略分析，其目的是辨识系统中存在的潜在危险，确定其危险等级，防止这些危险发展成事故。

通过对本项目的主要生产工艺、公用工程系统存在的危险有害因素及其造成事故的原因和后果进行分析，并评价了危险等级，最后针对这些危险因素，提出了事故防范措施。具体参见附表 3-2。

附表3-2 预先危险性分析

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
火灾、爆炸	原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等易燃物料积聚、泄漏	<p>1. 故障泄漏</p> <p>①装置、储罐、管线、阀门、法兰等泄漏或破裂；</p> <p>②泵破裂或转动设备，泵密封处泄漏；</p> <p>③装置、储罐、泵、阀门、管道、流量计、仪表等连接处泄漏；</p> <p>④装置、储罐、泵、阀门、管道等因质量不好(如制造加工质量、材质、焊接等)或安装不当泄漏；</p> <p>⑤撞击(如车辆撞击、物体倒落)或人为破坏造成储罐等容器及管线等破裂而泄漏；</p> <p>⑥由自然灾害造成的破裂泄漏，如雷击、台风等。</p> <p>2. 进出料泄漏</p> <p>①超温、超压造成破裂、泄漏；</p> <p>②安全阀等附件失灵、损坏或操作不当；</p> <p>③进出料速度不当造成容器、管道等破裂、泄漏；</p> <p>④物料在储罐、管道中等堵塞造成破裂或泄漏；</p>	<p>(1)易燃物浓度达到爆炸极限；</p> <p>(2)易燃物质遇明火；</p> <p>(3)存在点火源、静电火花、高温物体等引燃、引爆能量。</p>	<p>1. 明火</p> <p>①点火吸烟；</p> <p>②烟火；</p> <p>③抢修、检修时违章动火，焊接时未按“十不焊”及有关规定的动火；</p> <p>④外来人员带入火种；</p> <p>⑤物质过热引起燃烧；</p> <p>⑥其他火源，如电动机不洁、轴承冒着烟火；</p> <p>⑦其他火灾引发二次火灾等。</p> <p>2. 火花</p> <p>①穿带钉皮鞋；</p> <p>②击打管道、设备产生撞击火花；</p> <p>③电器火花；</p> <p>④电器线路陈旧老化或受到损坏产生短路火花，以及因超载、绝缘层烧坏引起明火；</p> <p>⑤静电放电；</p>	物料跑损、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	III~IV	<p>1. 控制与消除火源</p> <p>①严禁吸烟、携带火种、穿带钉皮鞋进入燃爆区；</p> <p>②动火必须严格按动火手续办理动火证，并采取有效防范措施；</p> <p>③易燃易爆场所使用防爆型电器；</p> <p>④使用“防爆”工具，严禁钢质工具敲打，撞击、抛掷；</p> <p>⑤按规定安装避雷装置，并定期进行检测；</p> <p>⑥按规定采取防静电措施；</p> <p>⑦加强门卫，严禁机动车辆进入火灾、爆炸危险区、运送物料的车辆必须配戴完好的阻火器等管制措施，正确行驶，防止发生任何故障和车祸。</p> <p>2. 严格控制设备质量及其安装</p> <p>①装置、储罐、管线、阀等设备及其配套仪表要选用质量好的合格产品，并把好质量、安装关；</p> <p>②对设备、管线、泵、阀、仪表、报警器、监测装置等要定期进行检查、保养、维修，保持完好状态；</p> <p>③按规定安装电气线路，定期进行检查、维修、保养，保持完好状态；</p> <p>④有易燃易爆物质挥发或散落的场所，高温部件要采取隔热、密闭措施。</p>

附表3-2 (续)

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
火灾、爆炸	原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等易燃物料积聚、泄漏	⑤垫片破裂造成泄漏； ⑥骤冷、急热造成器、槽、罐等破裂、泄漏； ⑦装置、储罐、管道、设备清洗时，残留易燃、易爆物质进入排水沟 ⑧转动部分不洁摩擦产生高温及高温物件遇易燃物品。	(1)易燃物蒸气浓度达到爆炸极限； (2)易燃物质遇明火； (3)存在点火源、静电火花、高温物体等引燃、引爆能量。	⑥雷击(直接雷击、雷电二次作用、沿着电气线路或金属管道侵入)； ⑦焊、割、打摩擦产生火花等。 3. 其他	物料跑损、人员伤亡、停产、造成严重经济损失	III~IV	3. 防止易燃、易爆物料的跑、冒、滴、漏 4. 加强管理、严格工艺纪律 ①根据“170号公约”和危险化学品安全管理条例张贴作业场所危险化学品安全标签及安全周知卡； ②杜绝“三违(违章作业、违章指挥、违反劳动纪律)”，严守工艺纪律，防止工艺参数发生变化； ③坚持巡回检查，发现问题及时处理，如液位报警器、呼吸阀、压力表、安全阀、管线防冻保温、防腐、连锁仪表、消防及救护设施是否完好，液位报警器是否正常；储槽、管线、进、出料截止阀等是否泄漏，消防通道是否畅通等； ④检修时，特别是易燃、有毒的设施，必须做好与其他部分的隔离(如安装盲板等)，并且要彻底洗净干净，在分析合格后，并有现场监护通风良好的条件下方能进行动火等作业； ⑤检查有否违章、违纪现象； ⑥加强培训、教育、考核工作； ⑦防止车辆撞坏管线及管架等设施。 5. 安全设施要齐全完好 ①安全设施(如消防设施、遥控装置)齐全并保持完好； ②高位槽、接受器安装高液位报警器； ③易燃场所安装可燃气体监测报警装置。

附表3-2 (续)

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
中毒、窒息	(1) 有毒物质原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等物料泄漏、接触； (2) 检修、抢修等作业时接触有毒或窒息性物质氮、原料气、富乙烷气、富甲烷气等	1. 泄漏原因同“火灾，爆炸”项中的“1”“2”；检修、抢修时泵、阀、管道等中的有毒物料未彻底清洗干净。	(1) 有毒物料超过容许浓度； (2) 毒物摄入体内； (3) 缺氧。	1. 毒物和窒息性物质浓度超标； 2. 通风不良；无强制排风装置；换气次数不够； 3. 缺乏泄漏物料的危险、危害特性及其应急预防方法的知识； 4. 应急不当； 5. 在有毒物场所无相应的防毒过滤器、面具、氧气呼吸器及其他有关的防护用品（或失效）； 6. 因故未戴防护用品； 7. 防护用品选型不当或使用不当； 8. 救护不当； 9. 在有毒或缺氧、窒息场所作业时无人监护。	物料跑损导致人员中毒、窒息	III~IV	1. 严格控制设备及安装质量，消除泄漏的可能性，同上“火灾、爆炸”项中的“2”、“3”、“4”、“5”条。 2. 防止车辆行驶时撞坏设备、管线。 3. 泄漏后应采取相应措施 ①查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告； ②如若泄漏量大，应疏散有关人员至安全处。 4. 定期检查、维修保养，保持设备的完好状态。检修时，要彻底清洗干净，并检测有毒、有害物质浓度、氧含量，合格后方可作业。作业时要有专人监护及抢救后备措施，作业人员要穿戴好防护用品。 5. 在特殊场合下（如在有毒物场所抢救、急救等），要有应急预案，抢救时要正确佩戴好相应的防毒过滤器或隔离式呼吸器，穿戴好劳动防护用品。 6. 组织管理措施 ①加强对毒物、有害物的检测，检查有毒、有害物质是否有跑、冒、滴、漏； ②教育培训职工掌握有关毒物的毒性，预防中毒、窒息的方法及其急救法； ③要求职工严格遵守各种规章制度、操作规程； ④设立危险、有毒、窒息性的标志； ⑤设立急救点，配备相应的急救药品、器材； ⑥培训人员对中毒、窒息等急救处理能力。

附表3-2 (续)

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
噪声危害	噪声源主要是各类压缩机、机泵等动力设备及蒸汽放空等	作业人员在噪声强度大的场所作业。	缺乏个体防护用品(如护耳器等)。	1. 装置未设置减振、降噪音措施; 2. 未戴护耳器 ①嫌麻烦不用护耳器; ②无护耳器; ③因故未戴。 3. 护耳器无效 ①护耳器失效; ②选型不当; ③使用不当。	听力损伤	II	1. 采取隔声、吸声、消声等降噪措施; 2. 设置减振装置; 3. 佩戴适宜的护耳器; 4. 实行时间防护, 即事先做好充分准备, 尽力减少不必要的停留时间。
物体打击	物体坠落	1. 高处有未被固定的浮物因被碰撞或因风吹等坠落; 2. 工具、物体等上下抛掷; 3. 物体倾覆; 4. 设施倒塌; 5. 爆炸碎片抛掷、飞散; 6. 违章作业、违章指挥、违反劳动纪律。	坠落物击中人体。	1. 未戴安全帽; 2. 在高处有浮物或设施不牢固将要倒塌的地方进行或停留。	人体伤害	II	1. 将要倒塌的设施及时修复或拆除; 2. 作业人员要穿、戴好劳动防护用品; 3. 加强防止物体打击的检查和安全管理工 作; 4. 加强对职工的安全教育, 杜绝违章作业、 违章指挥、违反劳动纪律。
机械伤害	卷夹、绞、碾、碰、戳、压伤人体	1. 在生产、检查、维修设备时, 不注意, 被碰、割、戳; 2. 衣物等被绞入转动设备; 3. 旋转、往复、滑动物撞击人体; 4. 突出的机械部分及工具设备边缘锋利处碰伤; 5. 机械旋转部分缺少防护罩。	人体直接碰到转动、移动等运动物体。	1. 工作时注意力不集中; 2. 劳动防护用品未正确穿戴; 3. 违章作业。	人体伤害	II	1. 工作时要集中注意力, 要注意观察; 2. 正确穿戴好劳动防护用品; 3. 遵守操作规程进行作业; 4. 采用防护罩、防护屏、挡板等固定、半固定防护装置; 5. 危险运动部件的周围应设置防护围栏; 6. 机器设备要定期检查、检修、保证其完好状态; 7. 作业地面要清洁防滑; 8. 当运动部件不能使用防护装置时, 设置转动连锁保护装置。

附表3-2 (续)

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
车辆伤害	车辆撞人、撞设备及管线等	1. 车辆有故障，如刹车、阻火器不灵、无效等； 2. 车速太快； 3. 路面不好，如有缺陷、障碍物、冰雪等； 4. 超载驾驶。	车 辆 撞 击 人 体、 设备、管 线等	1. 驾驶员违章行驶； 2. 驾驶员精力不集中； 3. 酒后驾车； 4. 疲劳驾车； 5. 驾驶员心境差，激情驾驶等。	人员伤害、撞坏管线、设备等，造成泄漏，引发二次事故	II	1. 生产区（特别是易燃易爆区）严禁车辆入内； 2. 增设交通标志（特别是限速行驶标志）； 3. 保持路面状况良好； 4. 管线等不设在紧靠马路边； 5. 驾驶员遵守交通规则，不违章行驶； 6. 加强对驾驶员的教育和管理； 7. 行驶的车辆无故障，保持完好状态； 8. 不超载、超速行驶。
触电	漏电、绝缘损坏、安全距离不够、雷击	1. 电机等设备漏电； 2. 安全距离不够（如架空线路、室内线路、配电设备、用电设备及检修的安全距离等）； 3. 绝缘损坏、老化； 4. 保护接地、接零不当。	(1) 人 体 带 电 体； (2) 安 全 距 离 不 够， 空 气 击 穿； (3) 流 体 电 流、 人 体 电 流、 超 过 的 时 间 超 30mAS	1. 手及人体其他部位，手持金属物体，触及带电体，或距离不够，造成空气击穿； 2. 使用的电气设备漏电、绝缘损坏、老化等（如电焊机无良好的保护措施，外壳漏电、接线头裸露，接线板和导线绝缘损坏，更换焊条时人体触及焊钳或焊接变压器损坏，利用金属结构，管线或利用其他金属物作焊接回路等）； 3. 在潮湿环境、金属容器中、夏季出汗情况下使用手持电动工具； 4. 在潮湿环境、金属容器或狭小空间内，在夏季进行电焊作业不注意、无人监护； 5. 电工违章作业，非电工违章进行电气作业； 6. 雷电（直接雷、感应雷、雷电波侵入）等。	人员伤亡	III	1. 按规定对设备、线路采用与电气相符、与使用环境和运行条件相适应的绝缘，并定期检查、维修，保持完好状态； 2. 使用有足够机械强度和耐火性能的材料，采用遮拦、护罩（盖）箱体等防护装置以及确保安全间距，将带电体同外界隔绝，防止人体接近或触及带电体； 3. 架空线路、用电设备、检修作业应按规定要有一定安全距离； 4. 根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零； 5. 在金属容器内或潮湿环境中进行检修作业时，应采用12V电气设备，并要有现场监护； 6. 电焊机接线端不能裸露，绝缘体不能损坏，注意检测有否漏电现象，电焊时要正确穿戴好劳动防护用品，应注意夏季的防触电问题，在特殊环境下进行焊割作业要有专人监护，并有抢救后备措施； 7. 根据作业场所正确选择I、II、III类手持电动工具，安装漏电保护器并根据有关要求正确作业，做到安全可靠； 8. 建立和健全电气安全规章制度和安全操作规程，并严格执行； 9. 对职工进行电气安全教育，掌握触电急救方法； 10. 定期进行安全检查，杜绝“三违”； 11. 对静电接地、防雷装置定期进行检查，检测、保持完好状态，使之有可靠的保护作用； 12. 做好电气线路和单相电气设备、电动机、电焊机、手持电动工具、临时用电的安全作业和维修保养； 13. 严禁非电工进行电气作业。

附表3-2 (续)

潜在事故	危险因素	触发事件	发生条件	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
起重伤害	吊物坠落伤人等	1. 起重吊装未捆扎牢或物体上有浮物或吊索强度不够或斜吊歪拉致使物件倾覆等； 2. 吊装、吊具、吊点选择不当； 3. 吊索从吊钩处脱出，起吊物挂吊处脱落，超载、斜吊引起提升钢丝绳断裂或挂吊绳损坏； 4. 设施质量问题。	吊物坠落伤人等	1. 指挥失误； 2. 精力不集中； 3. 配合失误； 4. 无证上岗； 5. 装卸设施不能承受重件设备。	人员伤亡、财产损失	II	1. 起重作业要严格遵守“十不吊”； 2. 不在起重作业、高处作业、高处有浮物设施不牢固处行进或停留； 3. 按有关规定对起重设备进行定期检验，平时进行必要的维护保养； 4. 作业人员按规定经过培训取证，持证上岗，严禁无证操作； 5. 确保及装卸设备设施按设计要求施工，不偷工减料，科学合理施工，确保重件设备承受有余。
高处坠落	人员坠落	1. 高处作业场所所有洞无盖、临边无栏，不小心造成坠落； 2. 无脚手架、板，造成高处坠落； 3. 梯子无防滑、强度不够等造成坠落； 4. 高空人行道、屋顶、楼梯及护栏等锈蚀损坏，强度不够造成坠落； 5. 未穿防滑鞋或防护用品穿戴不当，造成滑跌坠落； 6. 在大风、暴雨、雷电、霜雪、冰冻等条件下登高作业，不慎跌落； 7. 吸入有毒气体或氧气不足或身体不适造成跌落； 8. 作业时戏嬉打闹。	人员坠落	1. 无脚手架和防坠落措施，踩空或支撑物倒塌； 2. 高处作业面下无安全网，是机器设备或硬质的混凝土地面； 3. 未系安全带或安全带挂结不可靠； 4. 安全带、安全网损坏或不合格； 5. 情绪大起大落，工作时精力不集中或有病； 6. 违反“十不登高”要求。	人员伤亡	III	1. 登高作业人员必须严格执行“十不登高”； 2. 登高作业人员必须戴好安全帽，系挂好安全带，穿好防滑鞋及紧身工作服； 3. 高处作业要事先搭设脚手架等防坠落措施； 4. 在高空人行道、屋顶以及其他危险的高处临时作业，要架设防护栏杆或安全网； 5. 上、下层同时进行立体交叉作业时，中间必须搭设严密牢固的中间隔板、罩棚等隔离设施； 6. 临边、洞口要做到“有洞必有盖、有边必有栏”，以防坠落； 7. 对平台、栏杆、护墙以及安全带、安全网等要定期检查，确保完好； 8. 六级以上大风、暴雨、雷电、下雪、大雾等恶劣天气应停止高处作业； 9. 可以在平地做的作业，尽量不要拿到高处去做，即“高处作业平地做”； 10. 加强对登高作业人员的安全教育、培训、考核工作，严禁违章。

通过预先危险性分析评价，小结如下：

(1) 本项目投产以后存在火灾、爆炸、中毒、窒息的危险，且其危险等级属于III~VI级。

(2) 本项目投产以后还存在触电、高处坠落、噪声危害、物体打击、机械伤害、车辆伤害、起重伤害等危险、危害，危险等级属于III级、II级。

针对可能发生的危险性，预先危险性分析表中提出了一系列的防范措施，企业在项目建成以后要加以落实，严防事故的发生。

附件 3.1.3 定量分析建设项目各个评价单元的固有危险程度

根据本项目危险有害因素分析结果，结合安监总危化〔2007〕255号6.4.2.3中第3条的要求，项目投用以后将涉及的危险化学品具体见附表3-1，下面分别将涉及的可燃化学品、毒性危险化学品、腐蚀性危险化学品列表进行说明。

(1) 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量计算结果见附表 3-3。

附表 3-3 可燃性化学品的质量及燃烧后放出的热量

物料名称	存在量 (t)	燃烧热 (kJ/kg)	热量 (kJ)	WTNT (kg)
PSA 装置区				
原料气	1.874	无资料	-	-
富乙烷气	1.87	5.18×10^4 (参照乙烷)	9.69×10^7	1.55×10^3
富甲烷气	0.105	无资料	-	-
凝缩油	2.058	4.86×10^4 (参照正戊烷)	9.98×10^7	-

(2) 具有毒性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及具有毒性的化学品。

(3) 具有腐蚀性的化学品的浓度及质量

本项目不涉及具有腐蚀性的化学品。

附件 3.2 风险程度的分析

本项目涉及的危险、有害物质具体见附表 3-1。

附件 3.2.1 危化品泄漏的可能性分析

本项目生产过程中存在着易燃、易爆等物质及大量的设备、管道、阀门，一旦因操作失误、设备自身因素，造成物料的泄漏和喷溅，易造成人员伤亡。因此，在生产过程中，防止泄漏引起的火灾、爆炸、中毒、窒息等事故显得尤为重要。作业场所出现具有爆炸性、可燃性等化学品泄漏的可能性因素有以下几种。

①工艺技术因素

工艺技术设计不合理，操作中关键参数控制要求不严格。

②设备、阀门、管道、材料本身原因

设备、阀门、管道、本身缺陷，材料及安装质量未达到标准要求；生产、制造过程中不按照有关规定进行；材料选择不符合标准。

③人为因素

违章操作、误操作、缺少必要的安全生产和岗位技能知识；工作责任心不强。

④外来因素

外来物体的打击、碰撞，外来明火或外来人员吸烟乱丢抛烟头。

本项目拟采用**涉及企业机密，不予公开**。本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应，不属于重点监管的危险化工工艺，不属于国内首次使用化工工艺。本项目采用的工艺技术有多年稳定运行的经验，工艺可靠，技术成熟。

另外，本项目生产工艺、各设备布局、人员配备及各装置、设备和设施的设计、制造、安装、检验等都将按照国家法律法规及标准的要求执行；且镇海炼化具有丰富的化工生产和项目管理经验。

由此可见，在人员遵照安全操作技术规程操作，各系统运行正常的情况下，本项目可靠性良好，发生泄漏导致发生火灾、爆炸、中毒、窒

息的可能性很小。

附件 3.2.2 易燃易爆化学品泄漏后具备爆炸、火灾的条件和需要时间

(1) 爆炸必须具备的条件

危险化学品泄漏后发生爆炸主要为化学性爆炸，发生化学性爆炸需要具备以下条件：

- ①存在可燃性气体；
- ②空间内形成爆炸性混合物，其浓度在该气体的爆炸极限范围内；
- ③有点火源；其能量必须大于爆炸性混合物的最小点火能量。

(2) 火灾必须具备的条件

火灾是指失去控制并对人身或财产造成损害的燃烧现象。危险化学品泄漏后要发生燃烧，必须要具备燃烧三要素，即可燃物、助燃物（主要指氧气）和点火源。

危险化学品泄漏后发生燃烧，在燃烧初期如果处理及时，措施得当，也能抑制火灾事故的发生。

(3) 可能的激发能源

- ①明火：如火柴、打火机灯焰、油灯火、气焊火等。
- ②电气火花：如各种开关触头火花、保险丝熔断火花、线路短路以及接触不良的跳火等。
- ③撞击、摩擦发生的火花：如铁锤或其他铁器等撞击火花以及穿带钉鞋摩擦、撞击火花等。
- ④静电火花：易燃、易爆的物料在储运过程中要发生流动、喷射、冲击、灌注和剧烈晃动等一系列接触、分离现象，这就使易燃易爆物料在储运过程中产生静电。当静电聚集到一定程度时，就会放电产生静电火花。另外，化纤服装穿脱也能产生静电火花等。
- ⑤雷电火花：包括直击雷和感应雷。

⑥火星：烟囱冒出的火星、排气管放出的火星等。

⑦电磁火花：如手机电磁火花。

⑧炽热表面：工作着的电器、炽热排气管和发电机壳等。

(4) 发生火灾需要的时间分析

本项目装置区内正常生产情况下基本不具备点火源，点火源地点具有不确定性；化学品泄漏（挥发）成气态与空气混合达到爆炸极限范围或人体中毒极限的时间也具有不确定性。因此该装置设备发生泄漏导致发生火灾、爆炸和中毒需要的时间具有不确定性。

但如果发生泄漏，发现不及时或处理不及时，均会有可能导致火灾、爆炸和中毒的恶性事故发生。

(5) PSA 变压吸附装置原料气管道泄漏事故树分析

以“原料气管道泄漏”作为顶上事件，将“外力破坏”、“违章作业”、“安装质量”、“设备故障”、“腐蚀”这几个引起泄漏的主要因素作为多事件的中间事件，绘制出原料气管道泄漏事故树（附图 3-1）。

a. 函数式： $T=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$

转化为成功树化简计算的该事故树的可表达为：

$T=P_1 \cdot P_2$ ，其中 2 个最小径集如下：

$$P_1=\{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}\}$$

$$P_2=\{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}\}$$

b. 结构重要度分析

$$I(i)=\sum_{X_j \in K_i} \frac{1}{2^{n_j-1}} \quad \text{或} \quad I(i)=\sum_{X_j \in G_i} \frac{1}{2^{n_j-1}}$$

根据结构重要度系数计算公式计算得到：

$$I_{\phi(1)} = \frac{1}{2^{20-1}} + \frac{1}{2^{22-1}} = \frac{5}{2^{21}}$$

$$I_{\phi(17)} = \frac{1}{2^{20-1}} = \frac{4}{2^{21}}$$

$$I_{\phi(21)} = \frac{1}{2^{22-1}} = \frac{1}{2^{21}}$$

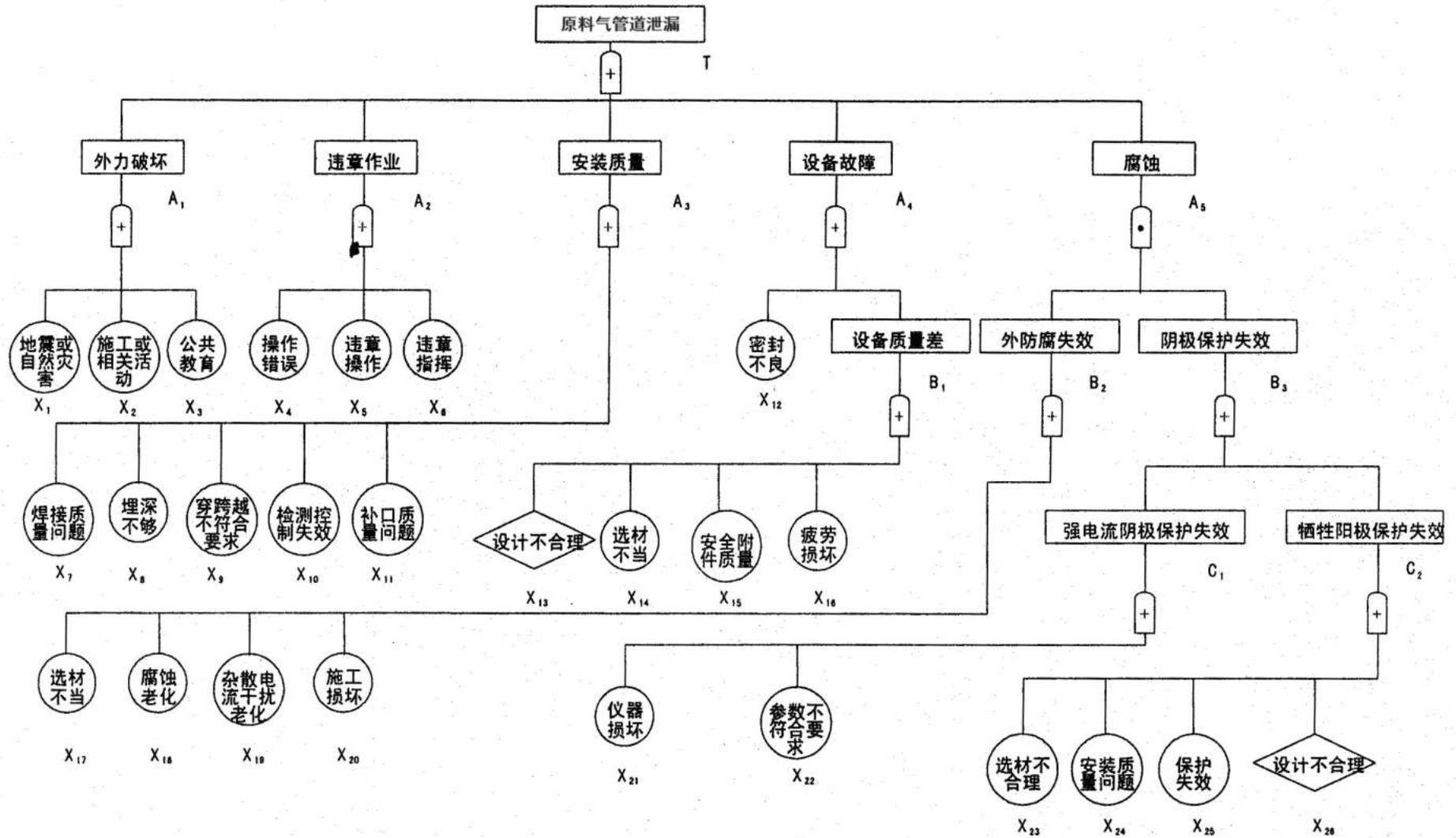
因此，得到结构重要度顺序为：

$$I_{f(1)} = I_{f(2)} = I_{f(3)} = I_{f(4)} = I_{f(5)} = I_{f(6)} = I_{f(7)} = I_{f(8)} = I_{f(9)} = I_{f(10)} = I_{f(11)} =$$

$$I_{f(12)} = I_{f(13)} = I_{f(14)} = I_{f(15)} = I_{f(16)} > I_{f(17)} = I_{f(18)} = I_{f(19)} = I_{f(20)} > I_{f(21)} = I_{f(22)} = I_{f(23)} = I_{f(24)} = I_{f(25)} = I_{f(26)}$$

3

由上面分析可知，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障及腐蚀等因素构成了原料气管道泄漏事故发生的基本因素。X₁-X₁₆的结构重要度系数最大，也就是说，外力破坏、违章作业、安装质量、设备故障是造成原料气管线泄漏发生的最重要因素。其次，外防腐层失效亦是造成管线泄漏的重要原因之一。根据国内输气管道工程泄漏事故的不完全调查，设备故障、违章作业、外力破坏、腐蚀（外防腐层失效）是造成管线泄漏几大主要因素，所占比例为 20%-30%。



附图 3-1 原料气管道泄漏事故树

附件 3.2.3 可能的爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围分析

采用南京安元定量风险分析软件对富乙烷气/富甲烷气压缩系统物料泄漏事故后果进行模拟，模拟结果如下：

(1) 富乙烷气压缩机

①数据输入同 3.15 个人风险值和社会风险值计算。

②模拟结果

富乙烷气压缩机事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

a. 喷射火灾事故后果模拟

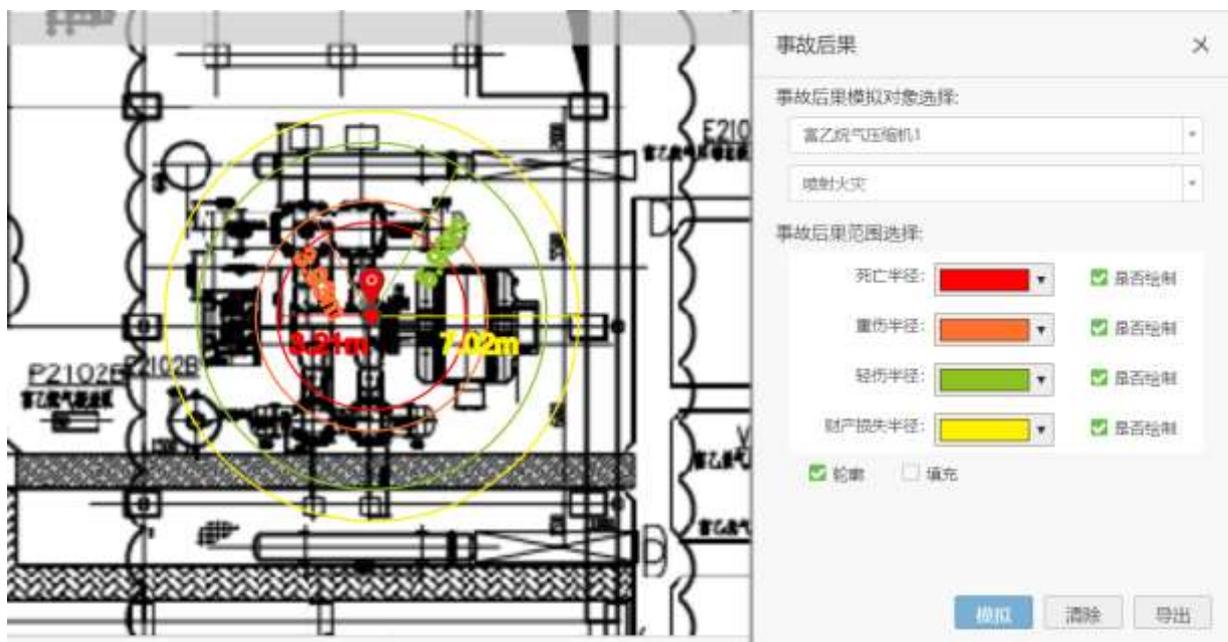
事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.21

重伤半径：3.93

轻伤半径：5.93

财产损失半径：7.02



附图 3-2 富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图

b. 蒸气云爆炸事故事故后果模拟

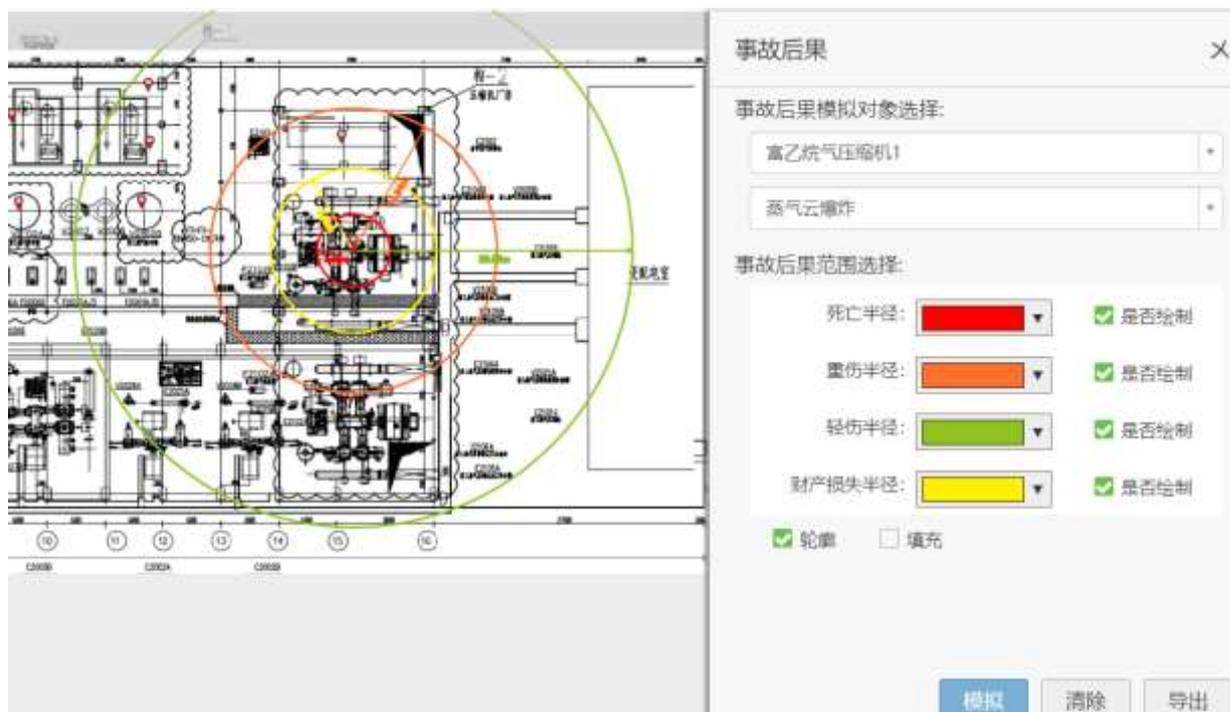
事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.8

重伤半径：14.94

轻伤半径：29.05

财产损失半径：8.6



附图 3-3 富乙烷气压缩机富乙烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图

(2) 富甲烷气压缩机

①数据输入同 3.15 个人风险值和社会风险值计算。

②模拟结果

富甲烷气压缩机事故后果模拟（输出距离是距离装置原点的距离）

a. 喷射火灾事故后果模拟

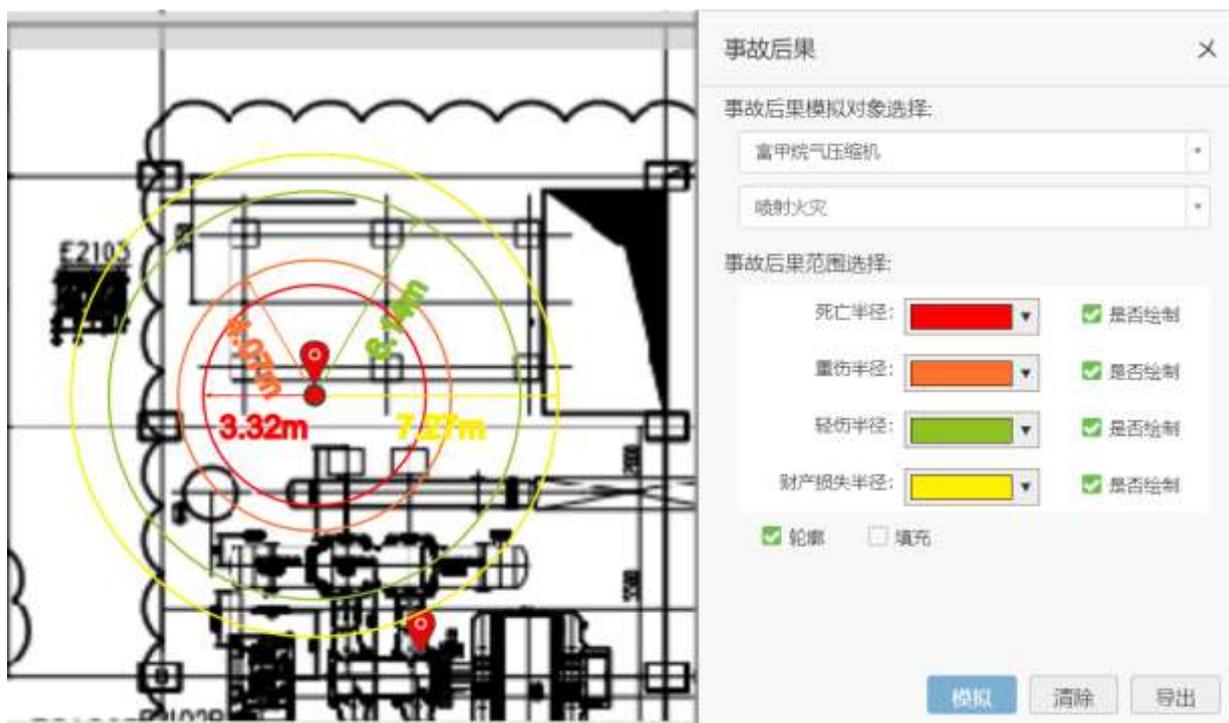
事故后果分析结果（m）

死亡半径：3.32

重伤半径：4.07

轻伤半径：6.14

财产损失半径：7.27



附图 3-4 富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏喷射火灾事故后果模拟图

b. 蒸气云爆炸事故事故后果模拟

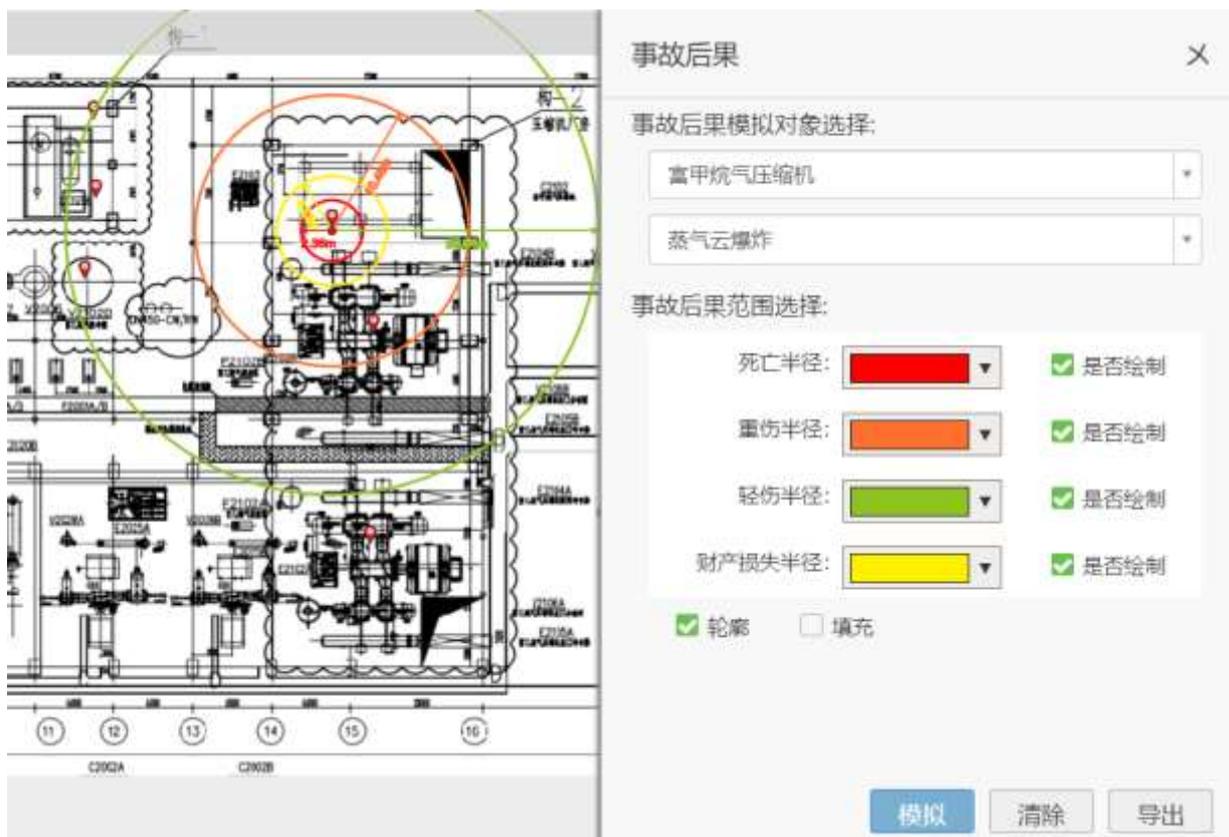
事故后果分析结果 (m)

死亡半径: 2.36

重伤半径: 10.46

轻伤半径: 20.34

财产损失半径: 4.22



附图 3-5 富甲烷气压缩机富甲烷气泄漏蒸气云爆炸事故后果模拟图

附件 3.3 同类装置事故案例的后果和原因

案例 1：变压吸附装置中毒事故

一、事故经过

2000 年 12 月 12 日凌晨 0 时 30 分左右，山东某石化公司净化工段变压吸附岗位 5A 气动蜗杆式切断球阀出现故障，净化工段当班副操作工腾某打开旁路，切断变压吸附系统。班长电话通知计控处值班人员。1 时 10 分左右，计控处仪表工赵某来变压吸附岗位询问情况后，独自一人到现场去查找故障，腾某在操作室操作开关配合，过了一会，腾某出去听赵某说阀门出现故障，需要维修，腾某便回到了操作室。大约十几分钟后，腾某到外面看，没有看到人，以为仪表工回去了，便没有在意。凌晨 5 时左右，当班另一名仪表工许某发现赵某不在，就往净化等部门打电话询问，听说赵某在净化工段干完活早已回去时，许某立即赶到现场寻找，发现赵某躺在变压吸附平台上，许某赶紧喊人抢救，并立即送往医院，经诊断，确认已死亡。

二、事故原因分析

事故发生后，公司立即成立了事故调查小组及善后小组，调查取证。分析原因。经分析认为事故原因为中毒，具体原因如下：

(1)5A 气动蜗杆式切断球阀阀杆密封垫片不严，虽然系统已紧急切断，但系统内仍有 1.6MPa 的压力，造成高浓度的 CO 泄漏，致使正在现场拆卸气源的仪表工赵某中毒；

(2)仪表工赵某安全防范意识较差，按规定进行此类作业现场应有 2 人以上，赵某却独自 1 人到有毒有害岗位作业，且没有监护人，没有任何防范措施，属违章作业；计控处安全规定明确要求，“到有毒有害区域进行作业，必须同时有 2 人以上，或必须有监护人，必须佩戴必要的防护器材，采取一定的安全措施”；

(3)公司当班值班长在得知净化工段出现问题时，没有引起高度重视，未及时到现场进行处理。净化工段班长、变压吸附岗位当班副操作工腾某没有很好地配合仪表工工作，巡回检查不力，也是造成此次事故的一个重要原因。

三、防范措施

(1)严格实行工作票制度。今后，无论做任何工作，都要认真办理工作票，凡无工作票作业，一律视为违章作业。

(2)强化中夜班调度工作，中夜班由调度长组织各装置值班长及公司岗检人员，安排布置中夜班的安全生产工作。

(3)公司几个重要生产岗位，安装监控器，使调度中心能够随时掌握各岗位的状况。

(4)各主要分厂、公司设专职安全主任，设跟班安全监督员，专门负责各班的安全工作。

(5)公司几处危险部位，定为禁区，设置明显的警示标志，配备齐全安

全防护器材，凡进入禁区作业，必须佩戴防护器材，必须严格执行有关安全规定。

(6) 加强安全、设备、工艺管理，杜绝跑、冒、滴、漏。

(7) 加大安全、工艺、技术等全方位的教育力度，提高员工的整体素质。

(8) 强化各专业管理部门的管理职能，加大管理力度。

(9) 加强对各级领导干部的责任心教育，提高各级领导干部的安全素质和对安全工作的责任感。党、政、工、团齐抓共管，共同搞好公司的安全生产工作。

案例 2：变压吸附（PSA）工段多个床层下线停车事故

一、事故经过

仪表风中含水气量大，遇天气突然变冷，产生水气冷凝现象，导致电磁阀带水，进料调节阀关闭，造成变压吸附（PSA）工段多个床层下线停车 24 小时。

二、防范措施

冬季做好仪表保温伴热工作，现场加强巡检。PSA 厂房里加伴热管，同时把进出口的房门加保温门帘，故障现象有所改善。

案例 3：压缩机出口管线爆炸事故

一、事故经过

山东德齐龙化工集团有限公司一分厂 16 万吨/年氨醇、25 万吨/年尿素生产线，于 2007 年 6 月开始单机试车，7 月 5 日单机调试完毕，由企业内组织项目验收。7 月 10 日 2 号压缩机单机调试、空气试压（试压至 18MPa）、二氧化碳置换完毕。7 月 11 日 15 时 30 分，开始正式投料试车，先开 2 号压缩机组，引入工艺气体（N₂、H₂ 混合气体），逐级向 2 号压缩机七段（工作压力 24MPa）送气试车。23 时 50 分，2 号压缩机七段出口管线突然发生爆

炸，气体泄漏引发大火，造成 8 人当场死亡，1 人因大面积烧伤抢救无效于 14 日凌晨 0 时 10 分死亡，1 人轻伤。事故还造成部分厂房顶棚坍塌和仪表盘烧毁。

经调查，事故发生时先后发生两次爆炸。经对事故现场进行勘查和分析，一处爆炸点是在 2 号压缩机七段出口油水分离器之后、第一角阀前 1 米处的管线，另一处爆炸点是在 2 号压缩机七段出口两个角阀之间的管线（第一角阀处于关闭状态，第二角阀处于开启状态）。

二、事故原因

（1）事故发生的直接原因

事故发生后，山东省德州市人民政府组成事故调查组对事故有关情况进行调查，经初步分析判断，排除了化学爆炸和压缩机出口超压的可能，爆炸为物理爆炸。事故发生的直接原因是 2 号压缩机七段出口管线存在强度不够、焊接质量差、管线使用前没有试压等严重问题，导致事故的发生。

（2）管理上存在的主要问题

①建设项目未经设立安全审查。该公司将 16 万吨/年氨醇、25 万吨/年尿素改扩建项目（总投资 9724 万元），拆分为“化肥一厂造气、压缩工序技术改造项目（投资 4868 万元）”和“化肥一厂合成氨及尿素生产技术改造项目（投资 4856 万元）”两个项目，分别于 2006 年 4 月 26 日和 5 月 30 日向山东省德州市经济委员会备案后即开工建设，未向当地安全监管部门申请建设项目设立安全审查，属违规建设项目。

②建设项目工程管理混乱。该项目无统一设计，仅根据可行性研究报告就组织项目建设，有的单元采取设计、制造、安装整体招标，有的单元采取企业自行设计、市场采购、委托施工方式，有的直接按旧图纸组织施工。与事故有关的 2 号压缩机由沈阳金博气体压缩机制造有限公司制造，并负责压缩机出口阀前的辅助管线设计。项目没有按照《建设工程质量管理条例》有

关规定选择具有资质的施工、安装单位进行施工和安装。试车前没有制定周密的试车方案，高压管线投用前没有经过水压试验。

③拒不执行安全监管部门停止施工和停止试车的监管指令。2007年1月，德州市和平原县安全监管部门发现该公司未经建设项目安全设立许可后，责令其停止项目建设，该公司才开始补办危险化学品建设项目安全许可手续，但没有停止项目建设。7月7日，由德州市安全监管局组织专家组对该项目进行了安全设立许可审查，明确提出该项目的平面布置和部分装置之间距离不符合要求，责令企业抓紧整改，但企业在未进行整改、未经允许的情况下，擅自进行试车，试车过程中发生了爆炸。

三、事故教训及采取的措施

(1) 要从源头上严把危险化学品建设项目准入关。新建、改建和扩建危险化学品生产、储存建设项目必须严格按照《危险化学品安全管理条例》（国务院令 第344号）及《危险化学品建设项目安全许可实施办法》（国家安全监管总局令 第8号，以下简称《实施办法》）、《国家安全监管总局关于危险化学品建设项目安全许可和试生产（使用）方案备案工作的意见》（安监总危化〔2007〕121号）等法规、规章文件的规定和要求，进行设立安全审查、安全设施设计审查、安全设施竣工验收和试生产（使用）方案备案。危险化学品生产、储存建设项目必须依法进行安全评价。要加大《实施办法》及配套文件的宣传力度，使危险化学品建设单位和施工单位、工业园区（包括化工集中区）的管理部门了解危险化学品生产、储存建设项目设立安全审查、安全设施设计审查、安全设施竣工验收和试生产（使用）方案备案的程序、内容和要求，严把危险化学品生产、储存建设项目安全准入关。

(2) 加强危险化学品建设项目工程管理和试车安全管理。危险化学品建设项目设计、施工必须由相应资质单位进行设计、施工，建设单位要认真核实设计、施工单位的资质证明材料，防止个人和单位盗用合法机构的名义

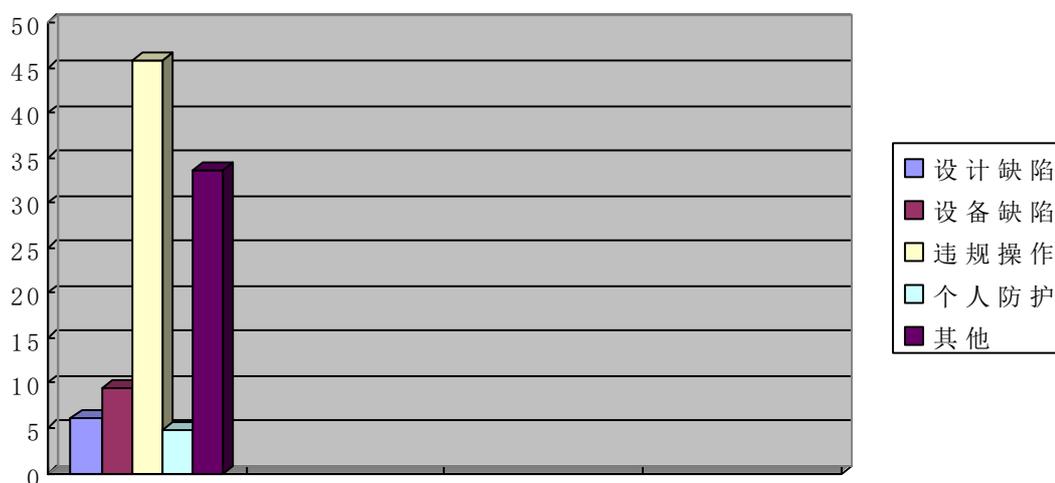
承揽工程的设计、施工。要建立健全建设项目设备、材料采购的质量保证体系，严把采购质量关，杜绝采用不按设计要求和质量不合格的原材料。项目建设过程中要加强施工质量监理。建设项目试车前，制定严密的试车方案和应急处置预案；严格按照化工生产建设项目试车程序、要求进行；要高度重视压力容器和压力管道质量验收工作，未经检测检验合格，不得投入使用；组织和参与试车的人员都要经过安全技术培训，熟悉生产工艺、操作方法和紧急处置措施。

(3) 各级安全监管部门要加强对危险化学品建设项目和试生产的安全监管。各级安全监管部门要按照《国家安全监管总局关于开展化工企业安全生产整治工作的通知》（安监总危化〔2007〕84号）的要求，认真普查本地区在建和拟建危险化学品建设项目的情况，建立档案，分类监督。对未经设立安全审查的在建危险化学品建设项目，一律依法责令建设单位停止建设，并予以处罚，责令建设单位限期补办设立安全审查手续；设立安全审查中，发现不符合安全要求的在建危险化学品建设项目，一律予以取缔；对未经试生产（使用）备案的试生产项目，一律依法责令停止试生产活动并予以处罚。

(4) 扎实推进化工行业安全生产隐患排查治理专项行动。各级安全监管部门要按照《国务院办公厅关于在重点行业和领域开展安全生产隐患排查治理专项行动的通知》（国办发明电〔2007〕16号）的要求，对照国务院安委会办公室印发的指导意见（即安委办明电〔2007〕9号）的要求，对本地区化工企业安全生产隐患自查自改情况进行督导和检查。要重点检查中小氮肥厂安全生产隐患自查自改情况。要组织专家深入中小化工企业，帮助企业查找安全生产隐患，制定整改方案和措施，提高企业安全管理水平。

以上事故案例所涉及的工艺装置或设备等在本项目中都有涉及，所以项目在建成投产以后要吸取以上案例的经验教训，严防事故的发生。

另据原化学工业部科学技术情报研究所调查统计了全国 1949-1982 年事故案例 13440 例，按事故原因分类，违反操作规程 6165 例（45.87%），设备缺陷（含防护装置缺陷 138 例、保险装置缺陷 57 例）1271 例（9.46%），个人防护缺陷 651 例（4.84%），设计缺陷（含防护装置缺乏、保险装置缺乏）824 例（6.13），其它 12 类占 33.72%。从事故发生原因来看，违反操作规程是发生事故的最主要原因。



附图 3-6 事故比例图

从以上事故案例统计中可以看出（如附图 3-6），违反操作规程和设备缺陷往往是造成事故的最主要原因。

附件 3.4 建设项目的安全条件

附件 3.4.1 搜集、调查和整理建设项目的情况

(1) 建设项目周边 24 小时内生产经营活动和居民生活的情况：

本项目厂区周边企业、环境情况及厂区外居民生活情况见附表 3-4。

附表3-4 周边企业、环境等情况

方位	村庄名称	依据（注 1）	距离（m）		符合性
			规定值	实际值	
东	天利化工	GB 50160-2008 表 4.1.9	70	90	符合
	LG 甬兴化工	GB 50160-2008 表 4.1.9	70	95	符合
	新龙欣化学	GB 50160-2008 表 4.1.9	70	230	符合

方位	村庄名称	依据（注 1）	距离（m）		符合性
			规定值	实际值	
	镇海热电厂	GB 50160-2008 表 4.1.9	70	420	符合
东南	白龙社区	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	1500	符合
东南	西门社区	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	2000	符合
南	俞范村	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	1300	符合
	石塘下村	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	1300	符合
西	棉丰村	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	200	符合
西	炼化南苑社区和北辰社区	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	490	符合
西	石化三建社区	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	700	符合
西南	迎周村	GB 50160-2008 表 4.1.9	100	2000	符合
东北	海堤	GB 50160-2008 表 4.1.9	—	700	符合
西北	跨海大桥	GB 50160-2008 表 4.1.9	80	180	符合

注 1：镇海炼化已建装置是按老版的《石油化工企业设计防火规范》进行设计的。本项目主要是在镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置内，改建一套 50000Nm³/hPSA 变压吸附系统、一套富乙烷气/富甲烷气压缩系统及配套设施，本项目建设后 2#轻烃回收及氢回收装置边界线与周边环境间距等情况未发生变化，本项目与最近的厂区外居民区在 1km 以上。

（2）搜集、调查和整理建设项目所在地的自然条件：

具体见报告 2.2.2.2 章节。

（3）建设项目中危险化学品生产装置和储存数量构成危险化学品重大危险源的储存设施与 8 类场所、区域的距离：

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置不构成危险化学品重大危险源。

附件 3.4.2 分析建设项目的安全条件

附件 3.4.2.1 建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响

本项目位于宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，本项目与最近的厂外居民区在 1km 以上，从 3.15 个人风险值和社会风险值计算，可以看出本项目建成投产后正常生产状态下基本不会对周边居民生活产生影响。

本项目建成投产后可能对周边装置、企业生产经营活动等产生影响的重
大安全事故主要有：原料气、富乙烷气、富甲烷气、凝缩油等泄漏引起火灾，
遇点火源发生爆炸，造成爆炸冲击波危害。

附件3.4.2.2 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

(1) 本项目周边企业、环境等情况详见附表 3-4，由附表 3-4 得出本项
目与周边企业、环境的防火间距符合规范要求，因此正常生况下，周边企业、
环境不会对本项目造成影响。但是周边企业、装置等涉及到众多的危险化学
品，一旦发生重大的泄漏和火灾爆炸事故，且事故未得到及时遏制而蔓延，
可能会波及到本项目。

(2) 本项目厂区周边居民生活的情况详见附表 3-4，本项目 1km 范围内
无城镇、乡村居民住宅，无常住人口，因此不会对本项目投产后构成影响。

(3) 本项目厂区周边道路如果发生危险品运输车交通事故，有可能引
发危险品火灾、爆炸、毒性物质扩散事故而波及到本项目所在厂区。

(4) 本项目厂区周边管廊传输着众多的易燃、易爆、有害有害危险化学
品，如果管道发生泄漏、超压，新增管道安装安全措施不到位或检修动火不
规范，有可能引发火灾、爆炸、毒性物质扩散事故，可能会波及到本项目所
在厂区。

(5) 企业在本项目建设和今后运行管理中应制定预防周边企业、道路
危险品运输车辆、管廊管道等发生火灾、爆炸、毒性物质扩散的事故应急预
案。

附件3.4.2.3 多米诺效应分析

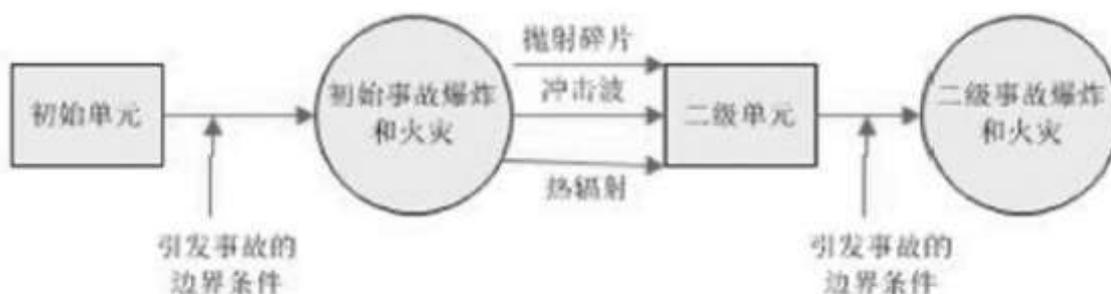
(1) 多米诺事故模式

一个工厂的某个单元发生事故，可能会引起其他单元或邻近工厂发生次
级事故，依次有可能发生三级或更高级别的事故，即事故的多米诺效应。事

故的多米诺效应带来的灾害影响往往高于单个事故的影响，常造成灾难性的后果-多人伤亡和巨额财产损失。

化工装置具备生产、储存设备多样化、复杂化以及过程连接管道化的特点。使得火灾爆炸事故，伤害和损失的很大一部分不是在事故的初始阶段，而是在事故的蔓延和扩散中形成的。也就是说，当一个单元内发生事故时可能导致相邻单元 2 次或 2 次以上事故的发生，将这种现象称为事故的多米诺效应。

多米诺效应复杂，下图为只考虑初始事故引起二次事故的多米诺效应事故模式图。



附图 3-7 多米诺效应事故模式

(1) 多米诺效应分析

①数据输入同 3.15 个人风险值和社会风险值计算。

②计算结果

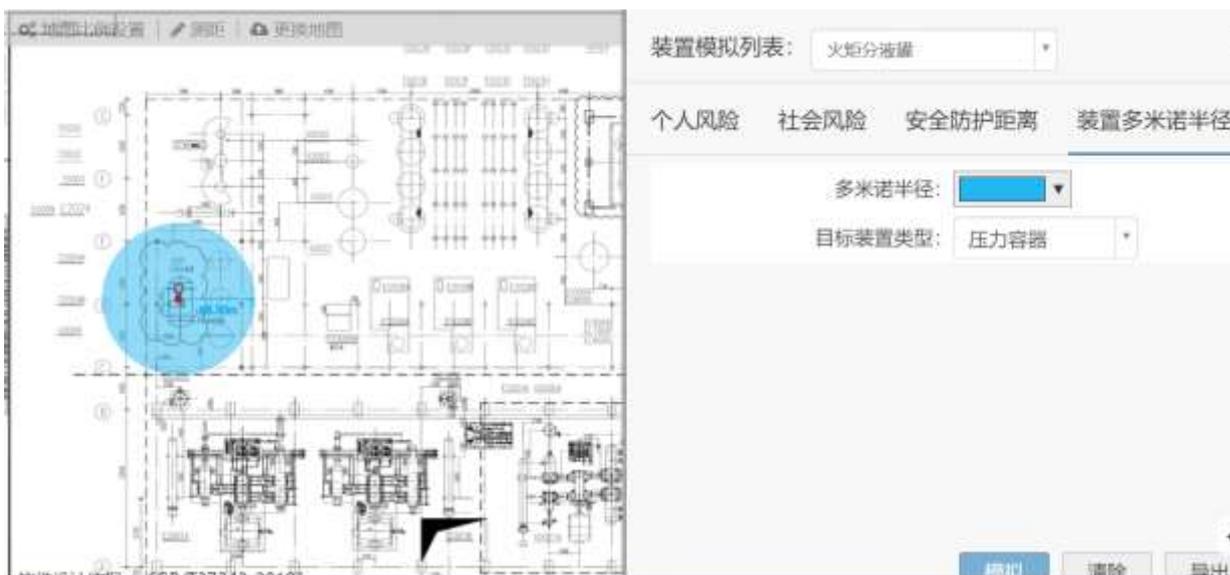
采用南京安元定量风险分析软件进行计算，事故多米诺半径计算结果如下表所示。

附表 3-5 事故多米诺半径计算结果

序号	单元	所涉及物料	目标设备	事故多米诺半径/m
1	富乙烷气压缩机	富乙烷气	常压容器	24.0
			压力容器	29.0
			长型设备	18.8
			小型设备	16.7
2	富甲烷气压缩机	富甲烷气	常压容器	22.7
			压力容器	20.3

序号	单元	所涉及物料	目标设备	事故多米诺半径/m
			长型设备	13.2
			小型设备	11.7
3	原料气分液罐	原料气	常压容器	32.2
			压力容器	38.9
			长型设备	25.2
			小型设备	22.4
4	富乙烷气缓冲罐	富乙烷气	常压容器	20.0
			压力容器	24.2
			长型设备	15.7
			小型设备	13.9
5	富甲烷气压缩机入口缓冲罐	富甲烷气	常压容器	32.6
			压力容器	39.4
			长型设备	25.5
			小型设备	22.7
6	火炬分液罐	凝缩油	常压容器	56.5
			压力容器	68.3
			长型设备	44.3
			小型设备	39.3
7	吸附塔	原料气等	常压容器	32.9
			压力容器	39.7
			长型设备	25.8
			小型设备	22.9
8	原有氢回收装置解析气干燥塔	解析气	常压容器	31.5
			压力容器	38.0
			长型设备	11.1
			小型设备	9.9
9	原有氢回收装置氢气吸附塔	氢气	常压容器	18.3
			压力容器	33.4
			长型设备	7.5
			小型设备	6.9

从本项目事故后果模拟计算结果分析，本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统是防范多米诺效应的重点区域，其中火炬分液罐压力容器事故多米诺半径最大，为 68.3m，影响范围基本在本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置边界线内，模拟图如下：



附图 3-8 火炬分液罐压力容器事故多米诺半径模拟图

(3) 预防多米诺效应相关措施

本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等与周边生产、储存设施的安全距离符合国家相关规范的要求；本项目 PSA 装置、富乙烷气/富甲烷气压缩系统等设置 DCS 系统、SIS 系统以及事故后果响应系统（探测系统、隔离系统、减缓系统），设置安全防护措施；配备应急救援物资，加强安全管理，提高应急响应速度，与区域合作组织宁波消防救援支队特勤二站、周边企业等沟通信息，形成有效应急联动，将万一发生的安全事故消灭在初期阶段。

附件3.4.2.4 外部安全防护距离

依据《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和社会可接受风险标准（试行）》，外部安全防护距离是指危险化学品生产、储存装置危险源在发生火灾、爆炸、有毒气体泄漏时，为避免事故造成防护目标处人员伤亡而设定的安全防护距离。因此采用定量风险评价法确定外部安全防护距离。

采用南京安元科技区域定量风险评价软件，本项目主要生产、储存装置的外部安全防护距离计算结果如下。

附表 3-6 主要生产、储存装置的外部安全防护距离

序号	单元	对应的风险值/外部安全防护距离	
1	富乙烷气压缩机	一级风险	44.31m
		二级风险	44.31m
		三级风险	44.31m
2	富甲烷气压缩机	一级风险	31.16m
		二级风险	31.16m
		三级风险	31.16m
3	原料气分液罐	一级风险	50.5m
		二级风险	59.01m
		三级风险	59.01m
4	富乙烷气缓冲罐	一级风险	35.03m
		二级风险	36.58m
		三级风险	36.58m
5	富甲烷气压缩机入口缓冲罐	一级风险	51.27m
		二级风险	59.78m
		三级风险	59.78m
6	火炬分液罐	一级风险	103.13m
		二级风险	103.13m
		三级风险	103.13m
7	吸附塔	一级风险	51.27m
		二级风险	60.55m
		三级风险	60.55m
8	原有氢回收装置解析气干燥塔	一级风险	26.52m
		二级风险	26.52m
		三级风险	26.52m
9	原有氢回收装置氢气吸附塔	一级风险	21.11m
		二级风险	21.88m
		三级风险	22.66m

从上表可知本项目外部安全防护距离最大为火炬分液罐一级风险、二级风险、三级风险对应的外部安全防护距离，为 103.13m，本项目总体外部安全防护距离见图 3-4，本项目与最近的厂区外居民区在 1km 以上，因此外部安全防护距离能够符合规范要求。

镇海炼化在国家评定等级 D 级化工园区、“绿色园区”的宁波石化开发区内。按照《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》应急[2022]52 号、《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》选址及规划要求；化工园区选址应把安全放在首位，进行选址安全评估，化工园区与城市建成区、人口密集区、重要设施等防护目标之间保持足够的安全防护距离，留有适当的缓

冲带，将化工园区安全与周边公共安全的相互影响降至风险可以接受。

中国安全生产科学研究院于 2023 年 10 月对宁波石化开发区组织开展安全风险中期评估，并已完成评审。根据评估中的结论：

“俞范片区的最主要企业有镇海炼化、镇海利安德、乐金甬兴等企业，片区内企业面积较大，对厂外影响较小，该区域风险满足个人风险标准的要求。

临俞片区主要是机械制造、纺织印染和塑料制品等综合性企业，该区域风险满足个人风险标准的要求。”



附图 3-9 湾塘片和俞范片个人风险等值线（红色： 1×10^{-5} 个人风险等值；黄色： 3×10^{-6} 个人风险等值线；蓝色： 3×10^{-7} 个人风险等值线）

宁波石化区的土地规划安全控制线如下图所示。



附图 3-10 宁波石化区土地规划安全控制线管理图

根据园区现状风险分析，本项目未对现行土地规划安全控制线外侧产生新的影响，该土地规划安全控制线能够满足现阶段化工园区的发展需要。

镇海炼化为建立生产装置外部区域风险等高线，评估外部防护目标风险是否满足 GB 36894 的风险基准要求，并确定外部安全防护距离。按《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 等标准规范的要求，委托中国石化安全工程研究院（青岛安工院）对涉及有毒气体或易燃气体（含液化烃）并构成重大危险源的生产装置和储存设施进行定量风险评估。于 2021 年完成了全厂性危险化学品生产装置和储存设施外部防护目标的定量风险评估（QRA）工作。2023 年 7 月浙江省厅颁发《安全生产许可证》期间青岛安工院又组织了新一轮定量分析工作。

综上所述，本项目对应全厂性外部安全防护距离符合《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》、《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》的要求。

附件3.4.2.5 建设项目所在地的自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响

自然因素包括飓风、台风，洪水、地震等具有破坏性的突发事件，还有气温、湿度、雾等具有安全危害的因素。地质条件指地质状况，包括地震烈度和地质状况等。

（1）气象影响

①本项目所处地域极端最高气温 41.9℃，若在建成投产后未采取有效的降温、惰性气体保护、防爆等措施，易发生火灾、爆炸事故，所以项目在全设施设计时要采取措施防止高温对本项目安全的影响。本项目所处地域极端最低气温-8.8℃；寒冷的气温可使阀门冻结，使一些无防冻措施的附件操作失灵，工程设计中应注意有关设施的材质选择，特别是关键设备如管道、反应器等，设备应采取必要的保温措施，并严格控制反应过程的压力、温度等。大雾影响能见度，影响作业人员的视觉，造成发生事故的可能。

②本项目所处地域年平均相对湿度 79%；空气中含有较多的湿气和盐分，易对设备、管道外表造成腐蚀，影响其工作寿命，应加强防腐保护。埋地管道等同样易受含盐地下水和潮气腐蚀，应加强防腐保护。

③本项目所处地域年平均风速 1.91m/s，极大风速 34.3m/s。风对本项目投产运营过程中的安全性的影响，主要表现在两个方面，一是正常情况下易燃、易爆、有毒气体的无组织排放（指系统泄漏量），风加速向外扩散，从而使泄漏的有害气体到达较远的区域；二是在事故情况下，易燃、易爆物质泄漏后遇到火源或者带压泄漏本身产生静电而引发火灾、爆炸事故。因此，有关易产生明火、高热、电火花的设施的布置，应在风向方面加以考虑。

④雷暴天气可能使设施等遭受到雷击，有引发火灾或建筑物损坏的危险。因而防雷设施的可靠性是本项目安全生产的重要因素之一。因此对本项目存在火灾、爆炸危险的建（构）筑物及生产装置要采取防雷保护，并应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 的要求。

⑤东南沿海地区属暴风、台风频发地带，夏季经常受到暴风影响，潮、汛、台风因素可能会对本项目的正常生产带来重大影响，本项目地处沿海地区，每年夏秋季节易受台风袭击，台风产生强烈的增水，潮位异常抬高。当台风增水遭遇天文大潮时，常形成特大潮位，造成严重灾害。若防潮汛、抗台风措施不力，有可能造成厂区进水、停产、停电、设备毁坏、原料或成品损毁，暴风对高大的塔器、设备等及其附件能造成损坏，建（构）筑物、门窗吹落甚至倒塌，露天设备移位，设备外壳或地面带电，或将其结构脆弱部分折断、扭断，设备倒下还会砸坏附近设备，甚至会砸伤人员。暴风、台风带来的暴雨可能破坏生产设施、造成滑坡，破坏地基，导致管线的断裂、建筑物和防火墙的破坏。

（2）地质等影响

①本项目位于宁波石化开发区镇海炼化炼油五部 2#轻烃回收及氢回收装置界区内，在初步设计中应严格按照当地所勘查的地质情况进行设计。地质结构影响主要表现为地表下沉、隆起等，地质条件不好，影响地基均匀沉降及管线支撑的稳定性，从而导致设备不稳和紧密构造设备松动以及设备受

损。本项目设备、设施等设计时应考虑地质条件的影响。

②本项目所在地宁波石化开发区抗震设防烈度为7度，抗震设防类别为乙类的建（构）筑物的抗震措施应提高一度设防。强烈地震可给生产设施带来灾难性后果，设施应符合抗震要求。

从自然条件的分析可见，只要在设计、施工、投入生产后落实了相关的安全措施后，能够满足安全的要求。

附件3.4.2.6 厂址选择分析评价

根据《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）、《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014 等规范的要求，选址应符合附表 3-7 的要求。

附表 3-7 项目选址检查表

序号	检查项目及内容	依据	结果	实际情况
1	厂址选择应符合国家工业布局 and 当地城镇总体规划及土地利用总体规划的要求。厂址选择应严格执行国家建设前期工作的有关规定。	GB 50489-2009 第 3.1.1 条	符合	本项目位于宁波石化开发区
2	厂址选择应由有关职能部门和有关专业协同对建厂条件进行调查，并全面论证和评价厂址对当地经济、社会和环境的影响，同时应满足防灾、安全、环境保护及卫生防护的要求。	GB 50489-2009 第 3.1.2 条	符合	本项目已对厂址选择进行了论证
3	厂址选择应充分利用非可耕地和劣地，不宜破坏原有森林、植被，并应减少土石方开挖量。	GB 50489-2009 第 3.1.3 条	符合	非可耕地
4	厂址选择应同时满足交通运输设施、能源和动力设施、防洪设施、环境保护工程及生活等配套建设用地的要求。	GB 50489-2009 第 3.1.4 条	符合	符合左项要求
5	厂址宜靠近主要原料和能源供应地、产品主要销售地及协作条件好的地区。	GB 50489-2009 第 3.1.5 条	符合	协作条件较好
6	厂址应具有方便和经济的交通运输条件。临江、河、湖、海的厂址，通航条件能满足工厂运输要求时，应充分利用水路运输，且厂址宜靠近适于建设码头的地段。	GB 50489-2009 第 3.1.6 条	符合	交通运输条件较好
7	厂址应有充足、可靠的水源和电源，且应满足企业发展需要。	GB 50489-2009 第 3.1.7 条	符合	有充足、可靠的水源和电源
8	厂址应位于城镇或居住区的全年最小频率风向的上风侧。	GB 50489-2009 第 3.1.8 条	符合	符合左项要求
9	可能散发有害气体工厂的厂址，应避开已形成逆温层及全年静风频率较高的区域。	GB 50489-2009 第 3.1.9 条	符合	符合左项要求

10	事故状态泄漏有毒、有害、易燃、易爆液体工厂的厂址，应远离江、河、湖、海、供水水源防护区。	GB 50489-2009 第 3.1.10 条	符合	符合左项要求
11	事故状态泄漏或散发有毒、有害、易燃、易爆气体工厂的厂址，应远离城镇、居住区、公共设施、村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等人员密集场所和国家重要设施。	GB 50489-2009 第 3.1.11 条	符合	与城镇、居住区、公共设施等敏感场所的距离符合规范要求
12	产生环境噪声超过现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348 规定的工厂，不应在噪声敏感区域内选择厂址；对外部噪声敏感的工厂，应根据其正常运行运行的要求选择厂址。	GB 50489-2009 第 3.1.12 条	符合	周围无声环境敏感点
13	厂址不应选择在下列地段和地区： 1 地震断层和设防烈度高于九度的地震区；2 工程地质严重不良地段；3 重要矿床分布地段及采矿陷落（错动）区；4 国家或地方规定的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区；5 对飞机起降、电台通信、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观测以及军事设施等有影响的地区；6 供水水源卫生保护区；7 易受洪水危害或防洪工程量很大的地区；8 不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区；9 在爆破危险区范围内；10 大型尾矿库及废料场（库）的坝下方；11 有严重放射性物质污染影响区；12 全年静风频率超过 60%的地区。	GB 50489-2009 第 3.1.13 条	符合	本项目厂址所在地无此类地段或地区
14	在山区或丘陵地区，石油化工企业的生产区应避免布置在窝风地带。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.1.3 条	符合	未布置在窝风地带
15	石油化工企业的生产区沿江河岸布置时，宜位于邻近江河的城镇、重要桥梁、大型锚地、船厂等重要建筑物或构筑物的下游。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.1.4 条	符合	未沿江河岸布置
16	石油化工企业应采取防止泄漏的可燃液体和受污染的消防水排出厂外的措施。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.1.5 条	符合	设置清净下水收集措施
17	公路和地区架空电力线路严禁穿越生产区。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.1.6 条	符合	无公路与电力线路穿越厂区
18	石油化工企业与相邻工厂或设施的防火间距应符合本标准的规定。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.1.9 条、 第 4.1.10 条	符合	见附表 3-4
19	厂址应优先选择具有良好地形、地质、水文、气象等条件的地区，宜避开自然地形条件复杂、场地自然坡度大的地区或地段。	GB 50984-2014 第 3.2.6 条	符合	本项目在现有厂区内建设
20	厂址不应选择在受洪水、潮水或内涝威胁的地带，当不可避免时应采取可靠的防洪、排涝措施。	GB 50984-2014 第 3.2.7 条	符合	采取防洪、排涝措施
21	厂址应选择废气扩散、废水排放和废渣堆放对周边环境影响较小的地区。	GB 50984-2014 第 3.2.8 条	符合	对周边环境影响较小
22	厂址所在地区应具有可靠的水源和电源。	GB 50984-2014 第 3.2.10 条	符合	有可靠的水源和电源
23	改扩建工程应优先在现有厂区内挖潜改造，充分利用闲置的场地和设施，整合土地资源。当需要另外选址征地时，应妥善处理新、老厂区之间的关系，充分利用和依托原有设施，避免重复建设。	GB 50984-2014 第 3.2.14 条	符合	本项目在现有厂区内挖潜改造

24	选择厂址应根据地震、软地基、湿陷性黄土、膨胀土等地质因素以及飓风、雷暴、沙暴等气象危害因素，采取可靠技术方案，避开断层、滑坡、泥石流、地下溶洞等发育地区。	HG 20571-2014 第 3.1.2 条	符合	已充分考虑各类自然灾害的影响
25	厂址应不受洪水、潮水和内涝的威胁。凡可能受江、河、湖、海或山洪威胁的化工企业场地高程设计，应符合国家标准《防洪标准》GB50201 的有关规定，并采取有效防洪、排涝措施。	HG 20571-2014 第 3.1.3 条	符合	已采取有效防洪、排涝措施
26	厂址应避开新旧矿产采掘区、水坝（或大堤）溃决后可能淹没地区、地方病严重流行区、国家及省市级文物保护单位，并与《危险化学品安全管理条例》规定的敏感目标保持安全距离。	HG 20571-2014 第 3.1.4 条	符合	无所述的相关地区与设施
27	化工企业之间、化工企业与其他工矿企业、交通线站、港埠之间的防火间距应满足现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等规范的要求。	HG 20571-2014 第 3.1.5 条	符合	见附表 3-4
28	厂区应与当地现有和规划的交通线路、车站、港口顺捷合理的联结。厂前区尽量临靠公路干道、铁路、索道和码头应在厂后、侧部位，避免不同方式的交通线路平面交叉。	HG 20571-2014 第 3.1.7 条	符合	符合左项要求
29	工厂的居住区、水源地等环境质量要求较高的设施与各种有害或危险场所应设置防护距离，并应位于不洁水体、废渣堆场的上游和全年最小频率风向的下风侧。	HG 20571-2014 第 3.1.8 条	符合	周边无此类设施
30	选址时，除考虑其经济性和技术合理性外，还必须按国家标准和有关规定同时选定生活区、水源以及有害废气、废水、废渣的排放点。	GB/T 12801-2008 第 5.2.1 条	符合	符合左项要求
31	与重要公共建筑等的防火间距应符合要求。	GB 50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条、 第 3.4.2 条	符合	见附表 3-4

小结：

本项目选址符合《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）、《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014 等规范的要求。

附件3.4.2.7 总平面布置与防火间距分析评价

依据《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）等规范的要求，采用安全检查表对本项目的总平面布置图进行检查。

(1) 总平面布置分析评价

附表 3-8 总平面布置情况检查表

序号	检查内容	依据	检查结果	备注
1	总平面布置应在总体布置的基础上,根据工厂的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护、防火、安全、卫生、施工、检修、生产、经营管理、厂容厂貌及发展等要求,并结合当地自然条件进行布置,经方案比较后择优确定。	GB 50489-2009 第 5.1.1 条	符合	本项目已根据工厂的性质、规模、生产流程等要求,并结合当地自然条件进行布置
2	产生环境噪声污染的设施,宜相对集中布置,并应远离人员集中和有安静要求的场所。总平面布置的噪声控制,应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87的有关规定。	GB 50489-2009 第 5.1.11 条	符合	已将产生环境噪声污染的设施相对集中布置
3	总平面布置应符合国家有关用地控制指标的规定,并应符合下列要求:1 工艺装置在生产、操作和环境条件许可时,应露天化、联合集中布置。2 生产及辅助生产建筑物,在生产流程、防火、安全及卫生要求许可时,宜合并建造。3 宜利用生产装置区的管廊及框架等处空间布置有关设施。4 仓库设施宜按储存货物的性质及要求,合并设计为大体量仓库或多层仓库。对大宗物料的储存,宜采用机械化装卸设施。5 行政办公及生活服务设施,宜根据其性质及使用功能,分别进行平面和空间的组合,并按按多功能综合楼建筑设计。6 应合理划分街区和确定通道宽度,街区、装置区和建筑物、构筑物外形宜规整。7 铁路线路、装卸设施及仓储设施,应根据其性质及使用功能,相对集中布置,并应避免或减少铁路进线在厂区内形成的扇形地带。8 工厂改建或扩建时应结合原有总平面布置,以及生产运行管理的特点,相互协调、合理布置。	GB 50489-2009 第 5.1.2 条	符合	本项目总平面布置符合规范要求
4	厂区总平面应按功能分区布置,可分为生产装置区、辅助生产区、公用工程设施区、仓储区和行政办公及生活服务区。辅助生产和公用工程设施也可布置在生产装置区内。功能分区布置应符合下列要求:1 各功能区内部分布应紧凑、合理并与相邻功能区相协调。2 各功能区之间物流输送、动力供应便捷合理。3 生产装置区宜布置在全年最小频率风向的上风侧,行政办公及生活服务设施区宜布置在全年最小频率风向的下风侧,辅助生产和公用工程设施区宜布置在生产装置区与行政办公及生活服务设施区之间。	GB 50489-2009 第 5.1.4 条	符合	本项目所在厂区总平面按功能分区布置
5	街区外形宜为矩形。街区面积应根据生产装置、辅助生产设施、公用工程、仓储设施的组成和用地要求,结合地形等因素综合确定。甲、乙类生产装置内部的设备、建筑物区占地面积不宜大于1hm ² ;当占地面积为1~2hm ² 时,应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160的有关规定。	GB 50489-2009 第 5.1.5 条	符合	本项目所在街区符合规范要求
6	总平面布置应结合工程地质及水文地质条件进行设计,并应符合下列要求:1 大型建筑物、构筑物,以及大型设备、储罐,宜布置在工程地质良好的地段。2 地下构筑物宜布置在地下水位较低的填方地段。3 有可	GB 50489-2009 第 5.1.8 条	符合	本项目总平面布置结合工程地质及水文地质条件进行设

	能渗透腐蚀性介质的生产、储存和装卸设施,宜布置在可能受其地下水流向影响的重要设施地段的下游。			计
7	运输路线的布置,应使物流顺畅、短捷,并应避免或减少折返迂回。人流、货流组织应合理,并应避免运输繁忙的路线与人流交叉和运输繁忙的铁路与道路平面交叉。	GB 50489-2009 第 5.1.13 条	符合	本项目所在厂区运输路线的布置合理
8	总平面布置应根据当地气象条件和地理位置等,使建筑物具有良好的朝向和自然通风。生产有特殊要求和人员较多的建筑物,应避免西晒。在丘陵和山区建厂时,建筑朝向应根据地形和气象条件确定。	GB 50489-2009 第 5.1.9 条	符合	本项目已根据当地气象条件和地理位置等合理布置
9	总平面布置应防止或减少有害气体、烟雾、粉尘、振动、噪声对周围环境的污染。	GB 50489-2009 第 5.1.10 条	符合	本项目总平面布置符合规范要求
10	总平面布置应使建筑群体的平面布置与空间景观相协调,并应与厂外环境相适应。	GB 50489-2009 第 5.1.14 条	符合	本项目总平面布置符合规范要求
11	工厂总平面应根据工厂的生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性,结合地形、风向等条件,按功能分区集中布置。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.2.1 条	符合	本项目所在厂区按功能分区,集中布置
12	液化烃罐组或可燃液体罐组不应毗邻布置在高于工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上。但受条件限制或有工艺要求时,可燃液体原料储罐可毗邻布置在高于工艺装置的阶梯上,但应采取防止泄漏的可燃液体流入工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的措施。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.2.3 条	-	本项目不涉及液化烃罐组或可燃液体罐组
13	装置或联合装置、液化烃罐组、总容积大于或等于 120000m ³ 的可燃液体罐组、总容积大于或等于 120000m ³ 的两个或两个以上可燃液体罐组应设环形消防车道。可燃液体的储罐区、可燃气体储罐区、装卸区及化学危险品仓库区应设环形消防车道,当受地形条件限制时,也可设有回车场的尽头式消防车道。消防车道的路面宽度不应小于 6m,路面内缘转弯半径不宜小于 12m,路面上净空高度不应低于 5m。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.3.4 条	符合	本项目所在街区设有环形消防车道
14	液化烃、可燃液体、可燃气体的罐区内,任何储罐的中心距至少两条消防车道的距离均不应大于 120m;当不能满足此要求时,任何储罐中心与最近的消防车道之间的距离不应大于 80m,且最近消防车道的路面宽度不应小于 9m。	GB 50160-2008 (2018 年版) 第 4.3.5 条	-	本项目不涉及液化烃、可燃液体、可燃气体的罐区
15	化工企业厂区分区总平面应满足现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB50489 的要求。应根据厂内各生产系统及安全、卫生要求按功能明确合理分区布置,分区内部和相互之间应保持一定的通道和间距。	HG 20571-2014 第 3.2.1 条	符合	本项目所在厂区分区布置,内部和相互之间留有通道
16	厂区内甲、乙类生产装置或设施,散发烟尘、水雾和噪音的生产部分应布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小风频率风向的上风侧,厂前区、机电仪修和总变配电所等部分应位于全年最小风频率风向的下风侧。	HG 20571-2014 第 3.2.2 条	符合	本项目布置时已充分考虑风向的影响
17	化工企业主要出入口不应少于两个,并且宜位于不同方向。大型化工厂的人流和货运应明确分开,大宗危险	HG 20571-2014 第	符合	本项目所在厂区分区布置,内部和相互之间留有通道

	货物运输应有单独路线，不得与人流混行或平交。	3.2.4 条		分开设置
18	厂区道路应根据交通、消防和分区要求合理布置，力求畅通。危险场所应设环形消防通道，路面宽度按交通密度及安全因素确定，保证消防、急救车辆畅行无阻。	HG 20571-2014 第 3.2.6 条	符合	本项目所在厂区道路设置符合规范要求
19	厂区道路应符合用于消防车通行的道路间距宽度；其转弯半径应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《石油化工企业设计防火规范》GB50160 的相关规定。	HG 20571-2014 第 3.2.6 条	符合	本项目所在厂区道路设置符合规范要求
20	道路两侧和上下接近的建、构筑物必须满足有关净距和建筑限界要求。	HG 20571-2014 第 3.2.6 条	符合	本项目所在厂区道路设置符合规范要求

(2) 防火间距分析评价

依据《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018 年版）等的相关规定，对本项目所在的联合装置界区与周边及内部各建（构）筑物之间的防火间距，本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置与周边及内部各建（构）筑物之间的防火间距，本项目建、构筑物与周边设施的防火间距进行检查，检查内容及结果见附表 3-9、附表 3-10、附表 3-11。

附表 3-9 本项目所在的联合装置界区与周边及内部各建（构）筑物之间的防火间距表

本项目建、构筑物		方位	相邻建、构筑物	实际间距 m	规范要求 m	结论	依据条款
本项目所在的联合装置界区	本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置、2#加氢裂化装置（甲类）	建东	1#渣油加氢装置（甲类）	52.01	25	符合	GB 50160-2008（2018 年版）第 4.2.12 条
	2#加氢裂化装置（甲类）	建南	裂解汽油加氢装置（甲类）	58.61	25	符合	
		建南	芳烃抽提装置（甲类）	58.61	30	符合	
	1#苯抽提装置（甲类）	建西	加氢装置（甲类）	40.75	25	符合	
	2#加氢裂化装置（甲类）	建西	35kV 区域变电所（第二类区域性重要设施）	40.75	26.25	符合	
1#苯抽提装置、本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置（甲类）	建北	重整（PX、歧化）联合装置（炼油甲类）注	26.40	25	符合		

注：建北与重整（PX、歧化）联合装置的加热炉（明火地点）间距大于 30m。联合装置界区周边的经九路、经十路、纬零路及烯纬一路均为消防道路，根据《石油化工企

业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版），消防道路与装置无防火间距要求。

**附表 3-10 本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置与周边及内部各建（构）
建筑物之间的防火间距表**

本项目建、构筑物	方位	相邻建、构筑物	实际间距 m	规范要求 m	结论	依据条款
本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置	建东	1#渣油加氢装置（甲类）	52.01	25	符合	GB 50160-2008（2018年版）第 4.2.12 条
	建南	2#加氢裂化装置（按联合装置布置）	19	-	符合	
	建西	1#苯抽提装置（按联合装置布置）	18	-	符合	
	建北	重整（PX、歧化）联合装置（炼油甲类）注	26.40	25	符合	

注：本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置周边的经十路、纬零路均为消防道路，根据《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版），消防道路与装置无防火间距要求。

附表 3-11 本项目建、构筑物与周边设施的防火间距表

本项目建、构筑物	方位	相邻建、构筑物	实际间距 m	规范要求 m	结论	依据条款
构 1	建东	构 2	12	9	符合	GB 50160-2008（2018年版）第 5.2.1 条
	建南	本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置管廊	9.19	-	符合	
	建西	构 3	26.8	-	符合	
	建北	装置边界	1.7	-	符合	
构 2	建东	变配电室	17	15	符合	
	建南	装置边界	1.5	-	符合	
	建西	构 1	12	9	符合	
	建北	装置边界	4.5	-	符合	
构 3	建东	构 1	26.8	-	符合	
	建南	本项目 PSA 装置及已建的氢回收装置压缩机厂房	16	9	符合	
	建西	装置边界	10	-	符合	
	建北	装置边界	1.5	-	符合	
变配电室	建东	装置边界	1	-	符合	
	建南	装置边界	4	-	符合	
	建西	构 2	17	15	符合	
	建北	装置边界	2	-	符合	

根据《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014 条文说明 4.8.2：人员集中场所应布置在相对安全的地段，其与 VCE 爆炸危险性和高毒气体泄漏源之间应有一定的防护距离。

本项目未涉及高毒气体泄漏源及 VCE 爆炸危险性泄漏源（在危险工艺装置区（大于 500m²）内；储有（或工艺过程中有）的爆炸危险物料（C2、C3、C4 及热 C5 可形成蒸气云爆炸的物料）超过 10t 的设备），因此能够符合要求。

小结：

采用安全检查表对本项目的总平面布置图进行了检查，检查结果表明，项目总平面布置及防火间距能符合规范要求。

附件 3.5 主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性

附件 3.5.1 分析拟选择的主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性

（1）技术、工艺安全可靠性

国外从 20 世纪 50 年代开始开发从炼厂干气中回收 C2 组分并将其作乙烯原料的技术。迄今为止，从炼厂干气中分离富乙烯气和富乙烷气且已实现工业化的技术主要有深冷分离技术、油吸收技术和变压吸附技术。

结合目前国内同类装置的运行情况，并根据本项目的实际情况：饱和干气中富含轻组分，碳四以上烃类很少，C2 中以乙烷为主，乙烯含量很低，适合采用变压吸附技术，得到的富乙烷气直接进入裂解炉。

变压吸附法主要的优势如下：

（1）装置运行能耗低：变压吸附装置在干气压力和常温下吸附，在常温和抽空负压下解吸，只需对大约占进料 40%富乙烯产品气进行增压。因此与吸收法相比具有能耗特别低的优势，能耗仅为油吸收法的 1/2~1/4。

（2）装置独立性强：无需辅助吸收剂，进出界区的物料除了公用工程以

外，仅包括原料和产品。

(3) 原料适应性强：适用于从各类炼厂干气及煤化工气体中提浓 C₂+组分；对原料气组成及流量变化的承受能力强。

(4) 吸附剂使用寿命长：≥10 年。

(5) 装置操作简单自动化程度高：程控阀故障时，装置运行程序自动切除故障程控阀所在的吸附塔，装置继续运行。

变压吸附法最大的优势在于其能耗低，依照 35 万吨/年的规模，与同规模浅冷油装置相比，一年的装置操作费用能够节省约 5000 万元。

变压吸附技术广泛用于气体的分离，至今已建有近 2000 套吸附分离装置，其中炼厂干气回收装置有 20 多套。

本项目拟采用涉及企业机密，不予公开。

本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应，不属于重点监管的危险化工工艺，不属于国内首次使用化工工艺。本项目采用的工艺技术有多年稳定运行的经验，工艺可靠，技术成熟。

通过以上分析，本项目技术、工艺是安全可靠的。

(2) 装置、设备、设施安全可靠

在本项目的实施过程中，镇海炼化十分重视对先进设备的投入，本项目总体上装备水平处于国内外先进水平。

本项目主要设备有 10 台塔类设备、5 台容器类设备、3 台压缩机类设备、6 台泵类设备，另外压缩机棚新增 1 台桥式起重机，起重量 32t/10t，起升高度约 10m，跨度约 16m，行程约 39m，防爆等级：d II CT₄，为特种设备。

吸附塔 (T2101/A-J) 直径 Φ 3400mm，设计压力 1.0/-0.1MPa，设计温度 80℃，介质为燃料气，塔体材质采用 Q345R (正火)。操作压力在 -0.08MPa (G) -0.85MPa (G) 之间交变，年交变次数 48000 次，设计寿命 20 年。

富乙烷气压缩机 (C2101A/B) 在设计规定的各种工况下能有效、安全可

靠地连续运行操作。压缩机组按照最低 20 年的使用寿命进行设计和制造，并可以不间断运行 3 年（易损件除外）。

富甲烷气压缩机（C2102）在所规定的环境条件及数据表规定的各种工况下，压缩机均能有效安全地运行。

液环真空泵系统（包括辅助设备）的设计和制造最低使用寿命为 20 年，不间断连续操作时间至少为 3 年。

根据《关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》安监总科技[2016]137 号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》应急厅[2020]38 号、《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》应急厅〔2024〕86 号等相关文件，本项目工艺技术、设备设施不属于淘汰范围。

本项目涉及设备、设施的设计、制造均择优选择具有相应资质和能力的单位，这些单位设计、制造的设备已在国内同类装置稳定运行多年。

通过以上分析，本项目装置、设备、设施是安全可靠的。

附件 3.5.2 分析拟选择的主要装置、设备或者设施和配套、辅助工程与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况

本项目位于宁波石化开发区镇海炼化厂区内，开发区内、镇海炼化厂区内基础设施完善，有良好的公用工程配套供给能力，本项目公用工程匹配性情况见附表 3-12。

附表 3-12 公用工程匹配性情况表

序号	项目	要求能力	实际能力	能否匹配
1	新鲜水	不额外增加水量	依托 2#轻烃装置内现有生产给水管道	能
2	循环水	本项目新增水量~374m ³ /h	本项目循环水由炼油 IV 循供水。炼油 IV 循设计供水规模为 36000m ³ /h，炼油 IV 循目前循环水使用量为 32000m ³ /h，规划的“1#苯抽提增产正己烷工艺改造”项目新增水量~230m ³ /h，规划的“2#PSA 装置完善改造方案”项目新增水量~30m ³ /h，故 IV 循富余量能满足新增设备的循环水用水需求	能

3	除盐水	本项目新增水量 0.346m ³ /h	本项目所在界区除盐水供应能力 27m ³ /h, 已建装置用量 2.5m ³ /h, 故除盐水富余量 24.5m ³ /h 能满足本项目需求	能
4	消防水	本项目新增设施位于 2#轻烃装置内, 2#轻烃装置一次消防所需消防水储备量为 3240m ³	本项目装置消防水依托镇海炼化储运部消防泵站, 储运部消防泵站设置了 2 个 8000m ³ 消防水罐	能
5	蒸汽	本项目新增 1.0MPa 蒸汽量 1t/h	本项目所在界区 1.0MPa 蒸汽供应能力 6.5t/h, 已建装置 1.0MPa 蒸汽用量 2.3t/h, 故 1.0MPa 蒸汽富余量 4.2t/h 能满足本项目需求	能
6	净化风	本项目新增净化风 1Nm ³ /mim	本项目所在界区净化风供应能力 20Nm ³ /mim, 已建装置用量 4Nm ³ /mim, 故净化风富余量 16Nm ³ /mim 能满足本项目需求	能
7	非净化风	本项目非净化风最大用量 30Nm ³ /mim (间歇)	本项目所在界区供非净化风管道管径 DN80, 供应能力大于 30Nm ³ /mim, 能满足本项目需求	能
8	氮气	本项目新增氮气 2Nm ³ /mim	本项目所在界区氮气供应能力 50Nm ³ /mim, 已建装置用量 3.8Nm ³ /mim, 故氮气富余量 46.2Nm ³ /mim 能满足本项目需求	能
9	电	本项目 2#轻烃装置变电所总计增加计算负荷约 2862kW	本项目 2#轻烃装置改造区域用电负荷电源引自 2#轻烃装置变电所, 2#轻烃装置变电所 6kV 配以及 380V 配均采用单母线分段结构, 正常情况下两回电源同时供电分列运行, 当其中一回电源故障时, 另一回电源能满足两段母线所有一、二级负荷的供电需求。2#轻烃装置变电所 6kV 进线容量为 755A, 目前负荷率不超过 32%, 本项目增加 2862kW 计算负荷后, 2#轻烃装置变电所 6kV 进线负荷率为 53.5%, 已不满足二级负荷供电要求。进线电缆容量扩容, 2 回进线均增加 1 根 3*185 电缆, 进线改为 3 拼 3*185 电缆, 载流量约 1133A, 本项目新增负荷后负荷率为 35.6%, 满足供电提要求	能
10	废水处理	本项目新增含油污水~5m ³ /h, 间断排放	本项目所在界区含油污水处理能力 150m ³ /h, 已建装置用量 7.1m ³ /h, 故含油污水处理能力富余量 142.9m ³ /h 能满足本项目需求	能
11	火炬 (事故状态废气处理)	本项目事故状态废气处理为 39.7t/h	本项目所在界区火炬废气处理为 45t/h, 能满足本项目需求	能

评价小结:

本项目配套、辅助工程系统的给排水、蒸汽、净化风、非净化风、氮气、

电、火炬等能力都能满足本项目需求。

附件 3.5.3 分析消防的匹配情况

本项目依托所在园区的宁波消防救援支队特勤二站，距离园区宁波消防救援支队特勤二站直线距离 3km，宁波消防救援支队特勤二站编制 45 人，现有 43 人，其中干部 4 人，战士 39 人，现有执勤消防车 9 辆，油罐车 1 辆，油类倒罐车 1 辆，酸碱倒罐车 1 辆，消防车一次性装水量约 35.5t，装载泡沫液约 10.5t，装载干粉 2t。

镇海炼化消防机构及人员情况如下：

机构设置情况：镇海炼化消防支队是国家危险化学品应急救援宁波基地，浙江省宁波市危险化学品应急救援专业骨干力量，中国石化应急区域联防第六区组长单位。支队成立于 2010 年 9 月，下设 4 个室（综管室、消气防室、战训室、装备室），下辖 5 个中队：一中队（包含成品油码头消防班）、二中队、三中队、四中队（即港储中队）。

现在岗人员 378 人（合同工 72 人、阶段性用工 306 人），总定编为 420 人，支队领导班子 4 人：包括支队长 1 名、书记（政委）1 名，副支队长 2 名（负责防火、战训各 1 人）。

综合管理室：负责行政、后勤福利、车辆调动，编制 9 人，其中管理人员 1 人，专业技术人员 2 人，技能操作人员 6 人。

战训室：负责制订灭火预案、受理火警，调度灭火力量及新入厂队员培训，编制 17 人，其中管理人员 1 人，专业技术人员 3 人，技能操作人员 13 人（含接警调度员 8 人）。

消气防室：负责防火日常技术管理、气防抢救预案制定和现场气防器材的管理，编制 8 人，其中管理人员 1 人，专业技术 5 人，技能操作 2 人。

装备保障室：负责消防装备维护、管理、更新及安全管理，编制 4 人，其中管理人员 1 人，专业技术 2 人，技能操作 1 人。

一中队 89 人：（包含成品油码头消防班）负责炼油区域，设中队长 1 名、值班长 3 名、中队设 9 个战斗班组，班组设班长和副班长各 1 人，消防员包括驾驶员与战斗员 67 名。

二中队 81 人：负责炼油新区和乙烯西区区域，设中队长 1 名、值班长 3 名、中队设 8 战斗班组，班组设班长和副班长各 1 人，消防员包括驾驶员与战斗员 61 名。

三中队 70 人：负责乙烯东区，设中队长 1 名、值班长 3 名、中队设 6 战斗班组，班设班长和副班长各 1 人，消防员包括驾驶员与战斗员 54 名。

四中队 54 人：负责算山码头及库区设中队长 1 名、值班长 3 名、中队设 5 战斗班组，班组设班长和副班长各 1 人，消防员包括驾驶员与战斗员 40 名。

镇海炼化消防站消防车辆配备情况下表。

附表 3-13 镇海炼化消防站消防车辆配备情况表

中队	车辆动态	序号	车辆名称	自编号	牌照号码	车辆底盘型号	车辆型号	车辆泡沫液种类型号及贮量	
								抗溶性水成膜泡沫 (3%AFFF/AR)	水成膜泡沫 (3%AFFF)
一中队	执勤车辆	1	气防车	1 气防	浙 B-G1T05	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5041TXFQC65	/	/
		2	运兵车	指挥车 1	浙 B-7ZY33	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5040TXFPJY65ER	/	/
		3	泡沫消防车	101	浙 B5H170	奔驰泡沫车 (川消)	川消牌 SXF5192GXFPM80	/	2000
		4	泡沫消防车	102	浙 B-79261	奔驰泡沫车 (川消)	川消牌 sxf5280Gxfpm120B	6000	/
		5	18 米举高喷射消防车	103	浙 B-1P798	瑞典沃尔沃 FM500 84RB	金猴牌 SXT5417JXFJP18	/	10000
		6	36 米三相射流消防车	105	浙 B-1M791	瑞典沃尔沃 FM500 84RB	光通牌 MX5420JXFJP36/SS	/	3000
		7	泡沫消防车	106	浙 B-79293	奔驰 3336 (川消)	川消牌 sxf5280Gxfpm120B	/	6000
		8	移动供气车	107	浙 B-79289	五十铃供气车 (川消)	川消牌 SXF5140TXFGQ90	/	/
		9	泡沫原液补给车	108	浙 B-79266	奔驰 Actros4160 (川消)	川消牌 SXF5380GXFGY200B	/	20000
		执勤车辆随车泡沫液/水 (消防车 8 辆) 小计							
二中队	执勤车辆	1	气防车	2 气防	浙 B—B3Q72	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5040TXFJY65ER	/	/
		2	运兵车	指挥车 2	浙 B-1ZZ16	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5040XXFQC65	/	/
		3	泡沫消防车	201	浙 B-77730	奔驰泡沫车 (川消)	川消牌 SXF5330GXFPM160M	/	8000

		4	泡沫消防车	202	浙 B-77761	奔驰 3336 (川消)	川消牌 sxf5280Gxfpm120B	6000	/
		5	泡沫消防车	203	浙 B-79278	奔驰 3336 (川消)	川消牌 sxf5280Gxfpm120B	/	6000
		6	照明通信指挥车	205	浙 B-5G603	江铃	江铃全顺牌 JX6581TA-M5	/	/
		7	大流量泡沫消防车	206	浙 B-79298	奔驰大流量泡沫车 (中卓)	中卓时代 ZXF5380GXFP180	/	10000
		8	44 米高喷车	207	浙 B-79262	威马 44m 高喷车 (芬兰)	VEMA 型 44TWT	/	3500
		9	卫星通信指挥车	208	浙 B-79296	卫星通信指挥车 (二十八所)	中驰威牌 CEV5170XTX	/	/
		10	抢险救援车	209	浙 B-76071	抢险救援车 (川消)	川消牌 SXF5130TXFJY120M	/	/
		11	运兵车	支队 指挥 车	浙 B-Z383Q	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5041TXFQC65	/	/
		执勤车辆随车泡沫液/水 (消防车 9 辆) 小计							6000
三中队	执勤车辆	1	气防车	3 气防	浙 B-5G309	江铃	江铃全顺牌 JX6581TA-M5	/	/
		2	运兵车	指挥 车 3	浙 B-5ZZ50	依维柯 (南京)	川消牌 SXF5040XXFQC65	/	/
		3	泡沫消防车	301	浙 B-77785	奔驰 3336 (川消)	川消牌 SXF5280GXFP120B	6000	/
		4	泡沫消防车	302	浙 B-79270	奔驰 3336 (川消)	川消牌 SXF5280GXFP120B	6000	/
		5	泡沫原液补给消防车	303	浙 B-1U558	奔驰 Actros4148	川消牌 SXF5361GXFGY200	20000	/
		6	32 米举高消防车	304	浙 B-5X715	瑞典沃尔沃 FM460 64R B	中卓时代牌 ZXF5320JXFJP32/V6	5000	/
		7	泡沫消防车	305	浙 B-5K635	奔驰 Arocs 4163	金猴牌 MX5382GXFP180	8000	/

		8	18 米举高喷射消防车	306	浙 B-1Q781	瑞典沃尔沃 FM500 84RB	金猴牌 SXT5417JXFJP18	1000	/
		9	36 米三相射流消防车	307	浙 B-1T292	瑞典沃尔沃 FM500 84RB	光通牌 MX5420JXFJP36/SS	3000	/
		执勤车辆随车泡沫液/水（消防车 2 辆） 小计						49000	0
港 储 中 队	执 勤 车 辆	1	运兵车	指挥 车 4	浙 B-Z316Q	依维柯（南京）	川消牌 SXF5040TXFJY65ER	/	/
		2	32 米高喷车	401	浙 B-77772	沈消 32m 高喷车（捷通）	金猴牌 SX5302JXFJP32	/	3000
		3	泡沫消防车	402	厂内 1017	东风优迪狮	卢森宝亚永强牌 RY5294GXFPM120D	/	6000
		4	大流量泡沫消防车	403	浙 B-79290	奔驰大流量泡沫车（中 卓）	中卓时代 ZXF5380GXFPM180	/	10000
		执勤车辆随车泡沫液/水（消防车 3 辆） 小计						0	19000
执勤车辆随车泡沫液/水（22 辆消防车，其中高喷车 5 辆）、泡沫原液车 1 辆 总计								61000	87500

本项目新增设施位于 2#轻烃装置内，2#轻烃装置消防水量按 300L/s 设计，火灾延续供水时间不小于 3 小时，消防水工作压力不小于 1.2 MPa，一次消防所需消防水储备量为 3240m³。

本项目装置依托镇海炼化储运部消防泵站，消防水泵的配置见表 2-15。

本项目设置了装置水消防设施（固定式消防水炮、半固定式消防给水竖管、箱式消火栓）、小型灭火器等。

小结：

本项目依托所在园区的宁波消防救援支队特勤二站消防、救护能力强，装备完善，训练有素；镇海炼化消防站消防车辆配备齐全，本项目依托的消防水系统消防水量能满足本项目最大消防用水的要求；本项目装置水消防设施（固定式消防水炮、半固定式消防给水竖管、箱式消火栓）、小型灭火器等设置符合规范要求。

附件 3.5.4 重点监管的危险化工工艺评价

本项目拟采用涉及企业机密，不予公开。本项目工艺属于物理过程，不涉及化学反应。根据《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》安监总管三〔2009〕116 号、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》安监总管三〔2013〕3 号，本项目工艺不属于重点监管的危险化工工艺。

附件 3.6 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等相关检查

附件 3.6.1 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检查

根据《国家安全监管总局关于印发《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）》和《烟花爆竹生产经营单位重大生

产安全事故隐患判定标准（试行）》的通知》安监总管三〔2017〕121号的相关规定对本项目进行检查。

附表 3-14 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检查

序号	检查项目及内容	检查依据	检查结果	结论
1	危险化学品生产、经营单位主要负责人和安全生产管理人员未依法经考核合格。	《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》第一条	主要负责人和安全生产管理人员依法考核合格	符合
2	特种作业人员未持证上岗。	《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）》第二条	特种作业人员持证上岗	符合
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。	《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）》第三条	外部安全防护距离符合国家标准要求	符合
4	涉及重点监管危险化工工艺的装置未实现自动化控制，系统未实现紧急停车功能，装备的自动化控制系统、紧急停车系统未投入使用。	《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）》第四条	本项目工艺不涉及危险化工工艺	-
5	构成一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未实现紧急切断功能；涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级、二级重大危险源的危险化学品罐区未配备独立的安全仪表系统。	《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）》第五条	本项目不涉及构成一级、二级重大危险源的危险化学品罐区；不涉及毒性气体、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	-
6	全压力式液化烃储罐未按国家标准设置注水措施。	《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）》第六条	本项目不涉及全压力式液化烃储罐	-
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。	《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）》第七条	本项目不涉及充装	-
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。	《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）》第八条	光气、氯气等剧毒气体及硫化氢气体管道未穿越除厂区（包括化工园区、工业园区）外的公共区域	符合
9	地区架空电力线路穿越生产区且不符合国家标准要求。	《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）》第九条	地区架空电力线路未穿越生产区	符合
10	在役化工装置未经正规设计且未进行安全设计诊断。	《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）》第十条	在役化工装置均经正规设计	符合

11	使用淘汰落后安全技术工艺、设备目录列出的工艺、设备。	《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）》第十一条	未使用淘汰落后安全技术工艺、设备目录列出的工艺、设备	符合
12	涉及可燃和有毒有害气体泄漏的场所未按国家标准设置检测报警装置，爆炸危险场所未按国家标准安装使用防爆电气设备。	《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）》第十二条	设置检测报警装置，使用防爆电气设备	符合
13	控制室或机柜间面向具有火灾、爆炸危险性装置一侧不满足国家标准关于防火防爆的要求。	《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）》第十三条	控制室或机柜间满足国家标准关于防火防爆的要求	符合
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。	《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）》第十四条	设置双重电源供电，自动化控制系统设置不间断电源	符合
15	安全阀、爆破片等安全附件未正常投用。	《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）》第十五条	安全阀、爆破片等安全附件正常投用	符合
16	未建立与岗位相匹配的全员安全生产责任制或者未制定实施生产安全事故隐患排查治理制度。	《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）》第十六条	建立与岗位相匹配的全员安全生产责任制，制定实施生产安全事故隐患排查治理制度	符合
17	未制定操作规程和工艺控制指标。	《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）》第十七条	制定操作规程和工艺控制指标	符合
18	未按照国家标准制定动火、进入有限空间等特殊作业管理制度，或者制度未有效执行。	《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）》第十八条	制定动火、进入有限空间等特殊作业管理制度	符合
19	新开发的危险化学品生产工艺未经小试、中试、工业化试验直接进行工业化生产；国内首次使用的化工工艺未经过省级人民政府有关部门组织的安全可靠性论证；新建装置未制定试生产方案投料开车；精细化工企业未按规范性文件要求开展反应安全风险评估。	《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）》第十九条	本项目不涉及新开发的危险化学品生产工艺；不涉及国内首次使用的化工工艺；制定试生产方案投料开车；不属于精细化工企业	符合
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。	《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）》第二十条	相互禁配物质不混放混存	符合

小结：通过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

标准检查，能够符合要求。

附件 3.6.2 危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则设计与总图检查

附表 3-15 危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则设计与总图检查

序号	检查项目及内容	检查依据	检查结果	结论
(一) 设计管理				
1	企业应委托具备国家规定资质等级的设计单位承担建设项目工程设计。涉及“两重点一重大”的大型建设项目，其设计单位资质应为工程设计综合资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气（海洋石油）行业、专业甲级资质。	《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号）	本项目由镇海石化工程股份有限公司（资质等级：化工石化医药行业甲级，证书编号：A233008842）设计	符合
2	建设项目应经过正规设计或开展安全设计诊断。	《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》（安监总管三〔2012〕87号）	经正规设计	符合
3	在规划设计工厂的选址、设备布置时，应按照 GB/T 37243 要求开展外部安全防护距离评估核算；外部安全防护距离应满足根据 GB 36894 确定的个人风险基准的要求。	《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离》（GB/T 37243-2019） 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894-2018）	本项目外部安全防护距离满足根据 GB 36894 确定的个人风险基准的要求	符合
4	涉及有毒气体或易燃气体，且其构成危险化学品重大危险源的库房应按 GB/T 37243 的规定，采用定量风险评价法计算外部安全防护距离，定量风险评价法计算时应采用可能储存的危险化学品最大量计算外部安全防护距离。	《危险化学品经营企业安全技术基本要求》（GB 18265-2019）第 4.1.4 条	本项目不涉及有毒气体或易燃气体，且其构成危险化学品重大危险源的库房	-
5	企业应在建设项目基础设计阶段组织开展危险与可操作性（HAZOP）分析，形成分析报告。	《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号） 《危险与可操作性分析质量控制与审查导则》（T/CCSAS 001-2018）	在基础设计阶段组织开展危险与可操作性（HAZOP）分析	符合
6	1. 新建化工装置应设计装备自动化控制系统，并根据工艺过程危险和风险分析结果、安全完整性等级评价（SIL）结果，设置安全仪表系统； 2. 涉及重点监管危险化工工艺的大、中型新建建设项目要按照 GB/T 21109 和 GB/T 50770 等相关标准开展安全仪表系统设计。	《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号）	自动化控制系统按规范要求设置	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	检查结果	结论
7	1. 涉及精细化工的建设项目，在编制可行性研究报告或项目建议书前，应按规定开展反应安全风险评估； 2. 国内首次采用的化工工艺，要通过省级有关部门组织专家组进行安全论证。	《国家安全监管总局关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》（安监总管三〔2017〕1号）第二、四条、《关于危险化学品企业贯彻落实〈国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知〉的实施意见》（安监总管三〔2010〕186号）第九条	本项目不属于精细化工的建设项目，不属于国内首次采用的化工工艺	-
8	企业在建设项目详细设计和施工安装阶段，发生以下重大变更的，设计单位应按管理程序重新报批： 1. 改变安全设施设计且可能降低安全性能的； 2. 在施工期间重新设计的。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全监管总局令 第45号）第二十条	未到详细设计和施工安装阶段	-
（二）总图布局				
1	企业应对在役装置按照相关要求开展外部安全防护距离评估。	《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离》（GB/T 37243-2019）	企业已对在役装置按照相关要求开展外部安全防护距离评估	符合
2	企业总图布置应根据工厂的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护、防火、安全、卫生、施工、检修、生产、经营管理、厂容厂貌及发展等要求，并结合当地自然条件进行布置，符合 GB 50489 要求。	《化工企业总图运输设计规范》（GB 50489-2009）	企业总图布置符合规范要求	符合
3	化工企业与相邻工厂或设施的防火间距不应小于 GB 50160 规定。	《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）第 4.1.9 条	防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）等要求	符合
4	化工企业与同类企业及油库的防火间距不应小于 GB 50160 规定。	《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）第 4.1.10 条	防火间距符合《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008（2018年版）等要求	符合
5	液化烃罐组与电压等级 330kV~1000kV 的架空电力线路的防火间距不应小于 100m。单罐容积大于等于 50000m ³ 的甲、乙类液体储罐与居民区、公共福利设施、村庄的防火间距不应小于 120m。	《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）第 4.1.9 条	本项目不涉及液化烃罐组及单罐容积大于等于 50000m ³ 的甲、乙类液体储罐	-
6	企业内部设施之间防火间距应符合相关规范要求。	《石油化工企业设计防火标准（2018版）》（GB 50160-2008）、《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB	防火间距符合相关规范要求	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	检查结果	结论
		50016-2014)、《石油库设计规范》(GB 50074-2014)		
7	企业控制室或机柜间与装置的防火间距应满足 GB 50160 要求;控制室面向具有火灾、爆炸危险性装置一侧不应有门窗、孔洞,并应满足防火防爆要求。	《石油化工企业设计防火标准(2018版)》(GB 50160-2008)第 5.2.16、5.2.17、5.2.18 条、《石油化工建筑物抗爆设计标准》(GB/T 50779-2022)第 4.1.4 条	控制室或机柜间满足国家标准关于防火防爆的要求	符合
8	火炬与其他设施的防火间距不应小于 GB 50160 规定。	《石油化工企业设计防火标准(2018版)》(GB 50160-2008)第 4.2.12 条	本项目不涉及火炬	-
9	液化烃、可燃液体的铁路装卸线不得兼作走行线。	《石油化工企业设计防火标准(2018版)》(GB 50160-2008)第 4.4.6 条	本项目不涉及铁路装卸线	-
10	联合装置视同一个装置,其设备、建筑物的防火间距应按相邻设备、建筑物的防火间距确定,其防火间距应符合 GB 50160 规定。	《石油化工企业设计防火标准(2018版)》(GB 50160-2008)第 5.2.9 条	本项目防火间距应符合 GB 50160 规定	符合
11	污水处理场内的设备、建(构)筑物平面布置防火间距不应小于 GB 50160 规定。	《石油化工企业设计防火标准(2018版)》(GB 50160-2008)第 5.4.3 条	本项目不涉及污水处理场	-
12	变、配电站不应设置在甲、乙类厂房内或贴邻,且不应设置在爆炸性气体、粉尘环境的危险区域内。供甲、乙类厂房专用的 10kV 及以下的变、配电站,当采用无门、窗、洞口的防火墙分隔时,可一面贴邻,并应符合现行 GB 50058 等标准规定。	《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)第 3.3.8 条	变、配电站设置符合现行 GB 50058 等标准规定	符合
13	空分装置的布置,应符合下列规定: 1. 布置在空气洁净,并靠近氮气、氧气最大用户处; 2. 与全厂的布置统一协调,并留有扩建的可能; 3. 避免靠近爆炸性、腐蚀性和有毒气体以及粉尘等有害物场所,并应考虑周围企业(或装置)改建或扩建时对空分装置安全带来的影响。	《石油化工氮氧系统设计规范》(SH/T 3106-2019)第 3.1 条	本项目不涉及空分装置	-
14	空分装置吸风口的设置,应符合 SH/T 3106 要求。	《石油化工氮氧系统设计规范》(SH/T 3106-2019)第 3.3 条	本项目不涉及空分装置	-
15	厂房之间及与乙、丙、丁、戊类仓库、民用建筑等的防火间距不应小于 GB	《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB	防火间距符合规范要求	符合

序号	检查项目及内容	检查依据	检查结果	结论
	50016 规定，与甲类仓库的防火间距应符合 GB 50016 规定。	50016-2014) 第 3.4.1、3.5.1 条		
16	光气、氯气等剧毒气体及含硫化氢管道不应穿越除厂区（包括化工园区、工业园区）外的公共区域。	《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三〔2017〕121 号）	光气、氯气等剧毒气体管道未穿越除厂区（包括化工园区、工业园区）外的公共区域	符合
17	地区输油（输气）管道不应穿越厂区。	《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 4.1.8 条	地区输油（输气）管道未穿越厂区	符合
18	地区架空电力线路不得穿越生产区。	《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》（GB 50160-2008）第 4.1.6 条	架空电力线路未穿越生产区	符合

小结：通过危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则设计与总图检查，能够符合要求。

附件 3.6.3 《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》中有关安全条件审查阶段评价内容检查

附表 3-16 《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》中有关安全条件审查阶段评价内容检查

序号	应急（2022）52 号要求	评价报告分析评价主要内容情况
一	安全评价报告编制	
1	原辅材料、产品、中间产品、副产品或者储存的危险化学品的理化性能指标。	报告 2.2.3、2.2.4 章节对产品、原辅材料质量指标进行了描述，本项目属于危险化学品的物料的理化性能指标具体见附件 5 的理化及危险特性表
2	建设项目的危险有害因素分析。	报告第 3 章节对建设项目的危险有害因素进行了分析
3	定性定量分析建设项目的固有危险程度。	报告附件 3 章节定性定量分析了建设项目的固有危险程度
4	对项目“两重点一重大”的辨识及重大危险源分级。	报告附件 3.5.4 章节对重点监管的危险化工工艺进行了辨识 报告 3.2 章节对重点监管的危险化学品进行了辨识 报告 3.14 章节对重大危险源进行了辨识
5	建设项目的安全条件。	报告附件 3.4 章节对安全条件进行了分析
6	主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性。	报告附件 3.5 章节对主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可

		靠性进行了分析
7	外部安全防护距离和个人及社会风险值计算。	报告附件 3.4.2.4 章节对外部安全防护距离进行了计算 报告 3.15 章节对个人及社会风险值进行了计算
8	多米诺效应分析。	报告附件 3.4.2.3 章节针对多米诺效应进行了分析
9	安全对策与建议。	报告 8.1、8.2 章节提出了安全对策措施与建议
二	工艺技术选用	
1	(1) 工艺技术提供方应提供设计基础、工艺说明、主要工艺设备、工艺控制方式及参数等设计文件以及工艺危险性分析报告。工艺危险性分析报告应包括工艺物料(主要原辅材料、产品、中间产品、副产品等)危险特性数据表、工艺过程危险性分析、建议采用的安全措施、该工艺技术在国内应用情况以及相关事故案例等内容。	工艺技术提供方将提供设计基础、工艺说明、主要工艺设备、工艺控制方式及参数等设计文件以及工艺危险性分析报告
2	在可研阶段,建设单位应对项目拟采用的工艺包和专利技术的安全性进行分析。分析内容包括但不限于以下方面: a) 物料的危险特性。如能否选用低毒或无毒的化学品,能否选用危险性更低的化学品,在无法避免使用危险性较高的化学品时是否采取了足够有效的安全措施等。b) 物料加工或储存量。如能否将生产过程中危险化学品的在线量或储存量控制在尽可能低的安全合理的水平,能否设置有效控制隔离系统内的危险物料持有量。c) 工艺过程和控制系统水平。如工艺操作条件是否可以更加温和,设计温度和设计压力的设置是否合理,自动控制、紧急停车系统、安全仪表系统设置情况等。	建设单位已对项目拟采用的工艺包和专利技术的安全性进行了分析
3	建设项目应采用成熟可靠的化工工艺,严禁使用国家明令淘汰的落后工艺。	采用成熟可靠的化工工艺,不涉及国家明令淘汰的落后工艺
4	实验室技术首次工业化生产的,应在小试、中试、工业化试验基础上,经过工艺危险性分析方能开展工程设计。不得在已建成投用的生产装置上进行新工艺的中试和工业化试验。严禁未经许可以工业化试验装置代替工业化生产装置运行。	不涉及实验室技术首次工业化生产
5	引进国外成熟生产工艺在国内首次使用的建设项目,需技术转让方或开发方提供在国外已建装置的生产情况说明(包括原料路线、工艺路线、关键设备、安全运行状况等)。	不涉及引进国外生产工艺
6	禁止只引进生产设备及其工艺包,未配套引进与其相关的安全控制技术,拼凑式设置安全设施以及安全防控系统。	拟全套采用 涉及企业机密,不予公开
7	引进国外技术和国内转让技术,应进行国内外同类项目技术比选,说明技术来源、技术先进性和差距、技术转让、以往的安全业绩等情况,选择安全、先进、成熟可靠的工艺技术;禁止选用本质安全水平低、自动化程度低、工艺装备落后的工艺技术。	拟采用 涉及企业机密,不予公开 。主要技术、工艺(方式)和国内、外同类建设项目水平对比情况等见报告 2.2.1 章节

8	优先选用自动化水平高的化工工艺技术。新建涉及危险化工工艺的精细化工生产建设项目，经评估工艺条件满足微反应、管式、环流等连续化技术要求的，优先采用连续化生产工艺。	拟采用 涉及企业机密，不予公开 。不涉及精细化工生产建设项目
9	涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺装置的上下游配套装置，必须实现全流程自动化控制及机械化生产，最大限度的减少现场人员。	不涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺装置

小结：通过《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）》中有关安全条件审查阶段评价内容检查，能够符合要求。

附件 4 安全评价依据的国家现行有关安全生产法律、法规和部门规章及标准的目录

附件 4.1 主要法律、法规、规章和规范性文件

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令第 88 号
- (2) 《中华人民共和国消防法》中华人民共和国主席令第 81 号
- (3) 《中华人民共和国突发事件应对法》中华人民共和国主席令第 25 号
- (4) 《中华人民共和国特种设备安全法》中华人民共和国主席令第 4 号
- (5) 《危险化学品安全管理条例》中华人民共和国国务院令第 344 号 (591 号、645 号令修改)
- (6) 《特种设备安全监察条例》中华人民共和国国务院令第 549 号
- (7) 《工伤保险条例》中华人民共和国国务院令第 586 号
- (8) 《生产安全事故应急条例》中华人民共和国国务院令第 708 号
- (9) 《浙江省安全生产条例（2022 年修订）》浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十九次会议第二次修订
- (10) 《宁波市生产经营单位安全生产主体责任规定》宁波市第十五届人民代表大会常务委员会公告第 36 号
- (11) 《中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》的通知》厅字〔2020〕3 号
- (12) 《国务院安全生产委员会关于印发《全国安全生产专项整治三年行动计划》的通知》安委〔2020〕3 号
- (13) 《国务院安全生产委员会关于印发〈安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026 年）〉的通知》安委〔2024〕2 号
- (14) 《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（79 号令修改）

（15）《安全生产培训管理办法》原国家安全生产监督管理总局令第 44 号（63 号令、80 号令修改）

（16）《生产经营单位安全培训规定》原国家安全生产监督管理总局令第 3 号（63 号令、80 号令修改）

（17）《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的规定》原国家安全生产监督管理总局令第 89 号

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

（19）《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

（20）《危险化学品目录》（2015 版）原国家安全生产监督管理总局等部门公告 2015 年第 5 号

（21）《将“1674 柴油（闭杯闪点 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ）”调整为“1674 柴油”》应急管理部等十部门公告 2022 年第 8 号

（22）《应急管理部关于印发危险化学品生产储存企业安全风险评估诊断分级指南（试行）的通知》应急〔2018〕19 号

（23）《应急管理部关于印发《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》和《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》》应急〔2019〕78 号

（24）《关于修订《特种设备目录》的公告》国家质量监督检验检疫总局 2014 年第 114 号

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

（26）《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》安监总管三〔2009〕116 号

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

(28) 《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

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

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

(31) 《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》安监总管三〔2013〕76号

(32) 《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》安监总管三〔2013〕88号

(33) 《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015版）实施指南（试行）的通知》安监总厅管三〔2015〕80号

(34) 《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

(35) 《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》安监总管三〔2014〕116号

(36) 《国家安全监管总局关于印发《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）》和《烟花爆竹生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》的通知》安监总管三〔2017〕121号

(37) 《浙江省安全生产委员会办公室关于深刻吸取事故教训切实加强近期危险化学品安全生产工作的通知》浙安委办〔2022〕27号

(38) 《浙江省安全生产委员会关于印发〈浙江省危险化学品安全风险

集中治理实施方案的通知》浙安委〔2022〕6号

(39)《转发国家安全监管部局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目设计管理的通知》浙安监管危化〔2013〕135号

(40)《浙江省安全生产监督管理局关于印发遏制危险化学品和烟花爆竹较大以上事故工作方案的通知》浙安监管危化〔2016〕68号

(41)《关于印发〈浙江省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则〉的通知》浙应急危化〔2023〕179号

(42)《浙江省化工行业生产管理规范指导意见》浙经信医化〔2011〕759号

(43)《浙江省经济和信息化厅、浙江省生态环境厅、浙江省应急管理厅关于公布浙江省化工园区评价认定结果的通知》浙经信材料〔2020〕185号

(44)《浙江省生态环境厅关于切实抓好危险废物等领域安全专项政治三年行动方案有关工作的通知》浙环函〔2020〕190号

(45)《浙江省经济和信息化厅 浙江省生态环境厅 浙江省应急管理厅关于实施化工园区改造提升推动园区规范发展的通知》浙经信材料〔2021〕77号

(46)《宁波市禁止、限制和控制危险化学品目录(试行)》甬应急〔2021〕113号

附件 4.2 主要国家标准和行业标准

- (1)《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008 (2018年版)
- (2)《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018年版)
- (3)《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009
- (4)《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013
- (5)《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005
- (6)《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014

- (7) 《供配电系统设计规范》GB 50052-2009
- (8) 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010
- (9) 《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》GB 39800.1-2020
- (10) 《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》GB 39800.2-2020
- (11) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB 4387-2008
- (12) 《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083-2023
- (13) 《防止静电事故通用导则》GB 12158-2006
- (14) 《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》GB 4053.1-2009
- (15) 《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》GB 4053.2-2009
- (16) 《固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台》GB 4053.3-2009
- (17) 《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014
- (18) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB 30077-2023
- (19) 《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018
- (20) 《企业职工伤亡事故分类》GB 6441-1986
- (21) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231-2003
- (22) 《安全标志及其使用导则》GB 2894-2008
- (23) 《安全色》GB 2893-2008
- (24) 《危险化学品企业特殊作业安全规范》GB 30871-2022
- (25) 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014
- (26) 《消防设施通用规范》GB 55036-2022
- (27) 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022

- (28) 《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
- (29) 《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801-2008
- (30) 《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770-2013
- (31) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639-2020
- (32) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》GB/T 50011-2010
- (33) 《工业企业设计卫生标准》GBZ 1-2010
- (34) 《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/XG1-2022
- (35) 《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》GBZ 2.2-2007
- (36) 《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ/T 230-2010
- (37) 《危险场所电气防爆安全规范》AQ 3009-2007
- (38) 《安全评价通则》AQ 8001-2007
- (39) 《安全预评价导则》AQ 8002-2007
- (40) 《危险化学品从业单位安全标准化通用规范》AQ 3013-2008
- (41) 《化学品作业场所安全警示标志规范》AQ 3047-2013
- (42) 《化工企业定量风险评价导则》AQ/T 3046-2013
- (43) 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》TSG D0001-2009
- (44) 《固定式压力容器安全技术监察规程》行业标准第1号修改单 TSG 21-2016/XG1-2020
- (45) 《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990
- (46) 《石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则》SHB Z 06-1999
- (47) 《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097-2017

(48) 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》SH/T 3047-2021

附件 5 收集的文件、资料目录

资料目录

(1) 《中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司老区燃料气回收富乙烷气资源可行性研究报告》镇海石化工程股份有限公司 2023 年 11 月

附录目录

- (1) 物料的理化及危险特性表
- (2) 重点监管的危险化学品安全措施和事故应急处置原则
- (3) 营业执照
- (4) 基本信息表
- (5) 设计单位资质

(6) 技术方涉及企业机密，不予公开提供的《中国石油化工股份有限公司镇海分公司老区燃料气回收富乙烷气资源技术方案》代表样张

- (7) 区域位置图、总平面布置图、设备平面布置图、原则流程示意图

附表 5-1 原料气（参照氢气和甲烷混合物）的理化及危险特性

第一部分：化学品名称		
化学品中文名称	化学品俗名	化学品英文名称
氢气和甲烷混合物		hydrogen and methane mixtures, compressed
第二部分：成分/组成信息		
有害物成分	含量	CASNo.
氢气	36.3%	74-82-8
甲烷	36.8%	133-74-0
第三部分：危险性概述		
火灾危险性分类	甲类	
侵入途径	吸入	
健康危害	吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。由于本品的物理状态，一般没有危害。在商业/工业场合中，认为本品不太可能进入体内。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。眼睛直接接触 本品可导致暂时不适。	
环境危害	无资料	
燃爆危险	本品极度易燃。	
第四部分：急救措施		
皮肤接触	立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。	
眼睛接触	用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。	
吸入	立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。	
食入	禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。	
第五部分：消防措施		
危险性	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸气的浓度。蒸气可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。	
有害燃烧产物	一氧化碳、二氧化碳。	
灭火方法	消防人员须戴好防毒面具，在安全距离以外，在上风向灭火。灭火剂：水、泡沫、二氧化碳、砂土。	
第六部分：泄漏应急处理		
应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
第七部分：操作处置与储存		
操作注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传递过程中，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。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。	

储存注意事项	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。		
第八部分：接触控制/个体防护			
中国 MAC (mg/m³)	未制定标准		
前苏联 MAC (mg/m³)	300		
TVL-TWA	未制定标准		
TLV-STEL	未制定标准		
检测方法			
工程控制	生产过程密闭，全面通风。		
呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。		
眼睛防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。		
身体防护	穿防静电工作服。		
手防护	戴一般作业防护手套。		
其他防护	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。		
第九部分：理化特性			
外观与性状	无色气体。		
熔点(°C)	无资料	相对密度(水=1)	无资料
沸点(°C)	>35	相对蒸气密度(空气=1)	无资料
分子式	无资料	分子量	无资料
饱和蒸气压(kPa)	无资料	燃烧热(kJ/mol)	无资料
临界温度(°C)	无资料	临界压力(MPa)	无资料
辛醇/水分配系数的对数值	无资料		
闪点(°C)	-74	爆炸上限%(V/V)	9.65
引燃温度(°C)	426-537	爆炸下限%(V/V)	2.25
最小点火能(mJ)	无资料	最大爆炸压力(MPa)	无资料
溶解性	无资料		
主要用途	用作燃料。		
第十部分：稳定性和反应活性			
稳定性	正常条件下稳定		
禁配物	金属乙炔化合物、卤素及卤间化合物、卤素的氧化物、硝酸、氧化氮、硝酸盐、亚硝酸盐、卤素含氧酸盐、铬酸盐、高锰酸盐、无机过氧化物、金属氧化物和过氧甲酸。氧化性物质和卤素。		
避免接触的条件			
聚合危害	不聚合		
燃烧(分解)产物	一氧化碳、二氧化碳等。		
第十一部分：毒理学资料			
急性毒性	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料		
亚急性和慢性毒性	无资料		
致突变性	无资料		
生殖毒性	无资料		
致畸性	无资料		
致癌性	无资料		
第十二部分：生态学资料			
生态毒理毒性	无资料		

生物降解性	无资料		
非生物降解性	无资料		
生物富集或生物积累性	无资料		
其它有害作用	该物质对环境可能有危害，对鱼类和水体要给予特别注意。还应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染。		
第十三部分：废弃处置			
废弃物性质	无资料		
废弃处置方法	处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。		
废弃注意事项	无资料		
第十四部分：运输信息			
包装标志	2, 易燃气体	包装分类	II
包装方法	钢质气瓶。		
运输注意事项	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，不可交叉；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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。		

附表 5-2 富乙烷气（参照乙烷）的理化及危险特性

标识	中文名：乙烷	英文名：ethane		
	分子式：C ₂ H ₆	分子量：30.07	UN 编号：1035	
	危险类别：易燃气体	序号：2661	CAS 号：74-84-0	
	包装标志：易燃气体	包装类别：052		
理化性质	外观与性状：无色无臭气体。	溶解性：不溶于水，微溶于乙醇、丙酮，溶于苯。		
	熔点（℃）：-183.3	沸点（℃）：-88.6		
	相对密度（水=1）：0.45	相对密度（空气=1）：1.04		
	饱和蒸气压（kPa）：53.32（-99.7℃）	燃烧热（kJ/mol）：1558.3		
	临界温度（℃）：32.2	临界压力（MPa）：4.87		
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	闪点（℃）：<-50		
	爆炸下限（%）：3	爆炸上限（%）：16		
	引燃温度（℃）：472	最小点火能（mJ）：无资料		
	最大爆炸压力（MPa）：无资料	稳定性：稳定		
	聚合危害：不聚合	燃烧分解产物 CO, CO ₂	禁忌物：强氧化剂、卤素	
	危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。			
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，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	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料 OELs（mg/m ³ ）：MAC：-；PC-TWA：-；PC-STEL：-			
健康危害	侵入途径：吸入。			
	高浓度时，有单纯性窒息作用。空气中浓度大于 6%时，出现眩晕、轻度恶心、麻醉症状；达 40%以上时，可引起惊厥，甚至窒息死亡。			
急救	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	工程控制：生产过程密闭，全面通风。※呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。※眼睛防护：一般不需特殊防护。※身体防护：穿防静电工作服。※手防护：戴一般作业防护手套。※其他：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。			
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。			
储运	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、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。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，不可交叉；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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。			

附表 5-3 富甲烷气（参照氢气和甲烷混合物）

第一部分：化学品名称		
化学品中文名称	化学品俗名	化学品英文名称
氢气和甲烷混合物		hydrogen and methane mixtures, compressed
第二部分：成分/组成信息		
有害物成分	含量	CASNo.
氢气	36.3%	74-82-8
甲烷	36.8%	133-74-0
第三部分：危险性概述		
火灾危险性分类	甲类	
侵入途径	吸入	
健康危害	吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。由于本品的物理状态，一般没有危害。在商业/工业场合中，认为本品不太可能进入体内。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。眼睛直接接触 本品可导致暂时不适。	
环境危害	无资料	
燃爆危险	本品极度易燃。	
第四部分：急救措施		
皮肤接触	立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。	
眼睛接触	用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。	
吸入	立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者食入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。	
食入	禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。	
第五部分：消防措施		
危险性	易燃：易被热源、火花或火焰点燃。可与空气形成爆炸性混合物。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物，从而增加火势和/或蒸汽的浓度。蒸汽可能会移动到着火源并回闪。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。	
有害燃烧产物	一氧化碳、二氧化碳。	
灭火方法	消防人员须戴好防毒面具，在安全距离以外，在上风向灭火。灭火剂：水、泡沫、二氧化碳、砂土。	
第六部分：泄漏应急处理		
应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
第七部分：操作处置与储存		
操作注意事项	密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。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。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。	

储存注意事项	保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。		
第八部分：接触控制/个体防护			
中国 MAC (mg/m³)	未制定标准		
前苏联 MAC (mg/m³)	300		
TVL-TWA	未制定标准		
TLV-STEL	未制定标准		
检测方法			
工程控制	生产过程密闭，全面通风。		
呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。		
眼睛防护	一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。		
身体防护	穿防静电工作服。		
手防护	戴一般作业防护手套。		
其他防护	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。		
第九部分：理化特性			
外观与性状	无色气体。		
熔点(°C)	无资料	相对密度(水=1)	无资料
沸点(°C)	>35	相对蒸气密度(空气=1)	无资料
分子式	无资料	分子量	无资料
饱和蒸气压(kPa)	无资料	燃烧热(kJ/mol)	无资料
临界温度(°C)	无资料	临界压力(MPa)	无资料
辛醇/水分配系数的对数值	无资料		
闪点(°C)	-74	爆炸上限%(V/V)	9.65
引燃温度(°C)	426-537	爆炸下限%(V/V)	2.25
最小点火能(mJ)	无资料	最大爆炸压力(MPa)	无资料
溶解性	无资料		
主要用途	用作燃料。		
第十部分：稳定性和反应活性			
稳定性	正常条件下稳定		
禁配物	金属乙炔化合物、卤素及卤间化合物、卤素的氧化物、硝酸、氰化氢、硝酸盐、亚硝酸盐、卤素含氧酸盐、铬酸盐、高锰酸盐、无机过氧化物、金属氧化物和过氧甲酸。氧化性物质和卤素。		
避免接触的条件			
聚合危害	不聚合		
燃烧(分解)产物	一氧化碳、二氧化碳等。		
第十一部分：毒理学资料			
急性毒性	LD ₅₀ : 无资料 LC ₅₀ : 无资料		
亚急性和慢性毒性	无资料		
致突变性	无资料		
生殖毒性	无资料		
致畸性	无资料		
致癌性	无资料		
第十二部分：生态学资料			
生态毒理毒性	无资料		

生物降解性	无资料		
非生物降解性	无资料		
生物富集或生物积累性	无资料		
其它有害作用	该物质对环境可能有危害，对鱼类和水体要给予特别注意。还应特别注意对地表水、土壤、大气和饮用水的污染。		
第十三部分：废弃处置			
废弃物性质	无资料		
废弃处置方法	处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。		
废弃注意事项	无资料		
第十四部分：运输信息			
包装标志	2, 易燃气体	包装分类	II
包装方法	钢质气瓶。		
运输注意事项	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并将瓶口朝同一方向，不可交叉；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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。		

附表5-4 凝缩油（参照正戊烷）

标识	中文名：正戊烷；1-戊烷	英文名：n-pentane	
	分子式：C ₅ H ₁₂	分子量：72.15	UN 编号：1265
	危险类别：易燃液体	序号：2796	CAS 号：109-66-0
	包装标志：易燃液体	包装类别：I 类	
理化性质	外观与性状：无色液体，有微弱的薄荷香味。		
	溶解性：不溶于水，溶于乙醇、乙醚、丙酮、苯、氯仿等大多数有机溶剂。		
	熔点（℃）：-129.8	沸点（℃）：36.1	
	相对密度（水=1）：0.63	相对密度（空气=1）：2.48	
	饱和蒸气压（kPa）：53.32（18.5℃）	燃烧热（kJ/mol）：3506.1	
	临界温度（℃）：235.5	临界压力（MPa）：4.72	
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	闪点（℃）：-40	
	爆炸下限（%）：1.7	爆炸上限（%）：9.8	
	引燃温度（℃）：260	最小点火能（mJ）：0.51	
	最大爆炸压力（MPa）：0.813	稳定性：稳定	
	聚合危害：不聚合	燃烧分解产物：CO，CO ₂	
	禁忌物：强氧化剂。		
	危险特性：极易燃，其蒸气能与空气形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂接触发生强烈反应，甚至引起燃烧。液体比水轻，不溶于水，可随水漂流扩散到远处，遇明火即引起燃烧。在火场中，受热的容器有爆炸危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。		
灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。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：泡沫、干粉、二氧化碳、干粉、砂土。用水灭火无效。			
毒性	LD ₅₀ ：446mg/kg（小鼠静脉）；LC ₅₀ ：无资料 OELs（mg/m ³ ）：MAC：-；PC-TWA：500；PC-STEL：1000		
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收。		
	高浓度可引起眼与呼吸道粘膜轻度刺激症状和麻醉状态，甚至意识丧失。慢性作用为眼和呼吸道的轻度刺激。可引起轻度皮炎。		
急救	皮肤接触：脱去被污染的衣着，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。※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。		
防护	工程控制：生产过程密闭，全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。※呼吸系统防护：一般不需特殊防护。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：必要时，戴化学安全防护眼镜。※身体防护：穿防静电工作服。※手防护：戴防苯耐油手套。※其他：工作现场严禁吸烟，注意个人清洁卫生，避免长期反复接触。		
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员到安全区，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附或吸收。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。		
储运	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓内温度不宜超过 30℃。防止阳光直射。保持容器密封。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。桶装堆垛不可过大，应留墙距、顶距、柱距及必要的防火检查走道。若是储罐存放，储罐区域要有禁火标志和防火防爆技术措施。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。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，防止包装及容器破损。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。		

附表5-5 氮气的理化及危险特性

标识	中文名：氮；氮气	英文名：nitrogen	
	分子式：N ₂	分子量：28.01	UN 编号：1066
	序号：172	PTECS：	CAS 号：7727-37-9
理化性质	性状 无色无臭气体		
	熔点/°C -209.8	溶解性：微溶于水、乙醇。	
	沸点/°C -195.6	相对密度（水=1）0.81（-196°C）	
	饱和蒸气压/kPa 1026.42（-173°C）	相对密度（空气=1）0.97	
	临界温度/°C -147	燃烧热（kJ·mol ⁻¹ ）无意义	
	临界压力/MPa 3.40	最小引燃能量/mJ 无意义	
燃烧爆炸危险性	燃烧性：本品不燃。		燃烧分解产物 氮气。
	闪点/°C 无意义		聚合危害 无资料
	爆炸极限（%） 无意义		稳定性 无资料
	自燃温度/°C 无意义		禁忌物 无资料
	危险特性 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	爆炸性气体的分类、分级、分组		
	灭火方法 本品不燃。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。		
毒性	LD ₅₀ ：无资料；LC ₅₀ ：无资料 OELs（mg/m ³ ）：MAC：-；PC-TWA：-；PC-STEL：-		
健康危害	空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。潜水员深替时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。		
急救	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。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。		
防护	•工程控制 密闭操作。提供良好的自然通风条件。•呼吸系统防护 一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。•眼睛防护 一般不需特殊防护。•身体防护 穿一般作业工作服。•手防护 戴一般作业防护手套。•其它 避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。		
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。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。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。		
储运	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30°C。储区应备有泄漏应急处理设备。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；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。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。		

附表5-6 富乙烷气（参照乙烷）的安全措施和事故应急处置原则

特别警示	极易燃气体。
理化特性	无色无臭气体。微溶于水和丙酮，溶于苯。分子量 30.08，熔点-183.3℃，沸点-88.6℃，气体密度 1.36g/L，相对密度（水=1）0.45，相对蒸气密度（空气=1）1.05，临界压力 4.87MPa，临界温度 32.2℃，饱和蒸气压 3850kPa(20℃)，爆炸极限 3.0%~16.0%（体积比），自燃温度 472℃，最小点火能 0.31mJ。 主要用途：主要用于制乙烯、氯乙烯、氯乙烷、冷冻剂等。
危害信息	<p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸危险。</p> <p>【活性反应】 与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。</p> <p>【健康危害】 高浓度有窒息和轻度麻醉作用。空气中浓度大于 6%时，出现眩晕、恶心和轻度麻醉作用。</p>
安全措施	<p>【一般要求】 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。生产过程密闭。全面通风。工作现场严禁吸烟。 设置固定式可燃气体报警器，或配备便携式可燃气体报警器，使用防爆型通风系统和设备。高浓度环境中，佩戴供气式呼吸器。戴化学安全防护眼镜。穿工作服。戴防护手套。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。 储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。 避免与强氧化剂、卤化物接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。</p> <p>【特殊要求】</p> <p>【操作安全】 (1) 严禁用铁器敲击管道与阀体，以免引起火花。 (2) 防止气体泄漏到工作场所空气中。</p> <p>【储存安全】 (1) 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库房内温度不宜超过 30℃。 (2) 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。储存区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>【运输安全】 (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。 (2) 采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。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。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝车辆行驶的右方向，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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。高温季节应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源，勿在居民区和人口稠密区停留。 (3) 输送管道不应靠近热源敷设；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；管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的管道下面，不得修建与管道无关的建筑物和堆放易燃物品；管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定。</p>
应急处置	<p>【急救措施】 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p>

置 原 则	<p>【灭火方法】 切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】 消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议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。防止气体向下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。</p>
-------------	--

附表5-7 甲烷的安全措施和事故应急处置原则

特别 警示	极易燃气体。
理化 特性	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。主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。
危害 信息	<p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸危险。</p> <p>【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其他强氧化剂剧烈反应。</p> <p>【健康危害】 纯甲烷对人基本无毒，只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。天然气主要组分为甲烷，其毒性因其他化学组成的不同而异。</p>
安全 措施	<p>【一般要求】 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。在生产、使用、贮存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。 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>【特殊要求】 【操作安全】</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： ——含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪； ——重点监测区应设置醒目的标志；</p>

	<p>——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；</p> <p>——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。</p> <p>(5) 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。</p> <p>【储存安全】</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> <p>——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；</p> <p>——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；</p> <p>——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。</p> <p>【运输安全】</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> <p>——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；</p> <p>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；</p> <p>——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；</p> <p>——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。</p>
<p>应急 处 置 原 则</p>	<p>【急救措施】</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。</p> <p>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>【灭火方法】</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。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</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>

附表5-8 氢气的安全措施和事故应急处置原则

特别警示	极易燃气体。
理化特性	<p>无色、无臭的气体。很难液化。液态氢无色透明。极易扩散和渗透。微溶于水，不溶于乙醇、乙醚。分子量 2.02，熔点-259.2℃，沸点-252.8℃，气体密度 0.0899g/L，相对密度（水=1）0.07（-252℃），相对蒸气密度（空气=1）0.07，临界压力 1.30MPa，临界温度-240℃，饱和蒸气压 13.33kPa（-257.9℃），爆炸极限 4%~75%（体积比），自燃温度 500℃，最小点火能 0.019mJ，最大爆炸压力 0.720MPa。</p> <p>主要用途：主要用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及作火箭燃料。</p>
危害信息	<p>【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即发生爆炸。比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。在空气中燃烧时，火焰呈蓝色，不易被发现。</p> <p>【活性反应】 与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。</p> <p>【健康危害】 为单纯性窒息性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起缺氧性窒息。在很高的分压下，呈现出麻醉作用。</p>
安全措施	<p>【一般要求】 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，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。避免与氧化剂、卤素接触。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。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>【特殊要求】</p> <p>【操作安全】</p> <p>（1）氢气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。制氢和充灌人员工作时，不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业，以免产生静电和撞击起火。</p> <p>（2）当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时，每台（组）用氢设备的支管上应设阻火器。因生产需要，必须在现场（室内）使用氢气瓶时，其数量不得超过 5 瓶，并且氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于 8m，与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于 20m。</p> <p>（3）管道、阀门和水封装置冻结时，只能用热水或蒸汽加热解冻，严禁使用明火烘烤。不准在室内排放氢气。吹洗置换，应立即切断气源，进行通风，不得进行可能发生火花的一切操作。</p> <p>（4）使用氢气瓶时注意以下事项： ——必须使用专用的减压器，开启时，操作者应站在阀口的侧后方，动作要轻缓； ——气瓶的阀门或减压器泄漏时，不得继续使用。阀门损坏时，严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门； ——气瓶禁止敲击、碰撞，不得靠近热源，夏季应防止曝晒； ——瓶内气体严禁用尽，应留有 0.5MPa 的剩余压力。</p> <p>【储存安全】</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、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。储存区应备有泄漏应急处理设备。储存室内必须通风良好，保证空气</p>

	<p>中氢气最高含量不超过 1%（体积比）。储存室建筑物顶部或外墙的上部设气窗或排气孔。排气孔应朝向安全地带，室内换气次数每小时不得小于 3 次，事故通风每小时换气次数不得小于 7 次。</p> <p>（3）氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于 8m；与空调装置、空气压缩机或通风设备等吸风口的间距不应小于 20m；与明火或普通电气设备的间距不应小于 10m。</p> <p>【运输安全】</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）槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器（火星熄灭器）必须完好。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；要有遮阳措施，防止阳光直射。</p> <p>（3）在使用汽车、手推车运输氢气瓶时，应轻装轻卸。严禁抛、滑、滚、碰。严禁用电磁起重机和链绳吊装搬运。装运时，应妥善固定。汽车装运时，氢气瓶头部应朝向同一方向，装车高度不得超过车厢高度，直立排放时，车厢高度不得低于瓶高的 2/3。不能和氧化剂、卤素等同车混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。</p> <p>（4）氢气管道输送时，管道敷设应符合下列要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——氢气管道宜采用架空敷设，其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上； ——氢气管道与燃气管道、氧气管道平行敷设时，中间宜有不燃物料管道隔开，或净距不小于 250mm。分层敷设时，氢气管道应位于上方。氢气管道与建筑物、构筑物或其他管线的最小净距可参照有关规定执行； ——室内管道不应敷设在地沟中或直接埋地，室外地沟敷设的管道，应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。埋地敷设的管道埋深不宜小于 0.7m。含湿氢气的管道应敷设在冰冻层以下； ——管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等，必须穿过时应设套管保护； ——氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定。
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">应急处置原则</p>	<p>【急救措施】</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。</p> <p>【灭火方法】</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。</p> <p>氢火焰肉眼不易察觉，消防人员应佩戴自给式呼吸器，穿防静电服进入现场，注意防止外露皮肤烧伤。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p> <p>【泄漏应急处置】</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、上风向撤离至安全区。建议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。尽可能切断泄漏源。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。若泄漏发生在室内，宜采用吸风系统或将泄漏的钢瓶移至室外，以避免氢气四处扩散。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>