

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称： 顺昌 LNG 天然气液化项目

建设单位（盖章）： 榆林顺昌天然气有限公司

编制日期： 二零二二年十二月

中华人民共和国生态环境部制

一、建设项目基本情况

建设项目名称	顺昌 LNG 天然气液化项目		
项目代码	2103-610828-04-01-352379		
建设单位联系人	贾丹晶	联系方式	15529771166
建设地点	陕西省榆林市佳县榆佳经济技术开发区		
地理坐标	(110 度 13 分 45.116 秒, 38 度 16 分 6.4175 秒)		
国民经济行业类别	B07 石油和天然气开采业	建设项目行业类别	五、石油和天然气开采业 8、陆地天然气开采 0721
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	佳县行政审批服务局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	1448.77	环保投资（万元）	134
环保投资占比（%）	9.25	施工工期	7 个月
是否开工建设	<input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是：2021 年 1 月开工，主体已建成，属于未批先建，罚款已缴纳，详见附件 13 和附件 14.	用地（用海）面积（m ² ）	22502.79
专项评价设置情况	环境风险专项评价：根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目涉及风险物质为天然气、重烃等，厂区最大存储量大于其临界量，因此本项目应编制环境风险专项评价。		
规划情况	规划文件名称：《榆佳产业新区总体规划（2011-2030）》 审批机关：榆林市发展和改革委员会 审批文件名称及文号：《关于<榆佳产业新区总体规划>的批复》（榆政发改发〔2012〕936 号）		
规划环境影响评价情况	规划环评名称：《榆佳产业新区总体规划环境影响报告书》 审查机关：榆林市生态环境局 审查文件名称及文号：《关于榆佳产业新区总体规划环境影响报告书审查意见的函》（榆政环函〔2013〕387 号）		

规划及规划环境影响评价符合性分析	项目位于榆佳经济技术开发区，2021年3月9日，榆佳经济技术开发区管理委员会同意该项目入园，入园批复详见附件5，文号为榆佳管委发（2021）12号。本次评价分析项目与《榆佳产业新区总体规划（2011-2030）》及规划环评的符合性，详见下表。				
	表1 项目与园区规划符合性分析				
	规划	类别	内容	本项目	符合性分析
	榆佳产业新区总体规划（2011-2030）	规划布局	总体规划布局为“综合服务基地位于西北侧+工业生产基地位于新区中部及东部”。	本项目为工业生产基地符合园区规划布局。	符合
		产业发展规划	①榆佳产业新区形成“一大三小一特色”五个产业集群；“一大”指大力发展产业规模较大的能源化工产业集群，“三小”指积极发展先进制造业、生产性服务业、房地产业三个产业规模较小的产业集群，“一特色”指加快发展具有特色的工业旅游及文化旅游产业集群； ②大力发展产业规模较大的能源化工产业集群； ③积极发展先进制造业、生产性服务业、房地产三个产业规模较小的产业集群； ④加快发展具有特色的文化旅游产业集群； ⑤最终形成五个产业集群。	本项目为天然气液化项目，属于能源化工行业，在产业布局中属于工业生产基地，符合园区产业发展规划。	符合
表2 项目与规划环境影响报告书的符合性分析					
项目	内容	本项目	符合性分析		
榆佳产业新区总体规划环境影响报告书	控制盐化工、光伏产业中污染源的排气筒数量和污染物排放量，燃煤锅炉必须采取脱硫脱硝措施，有效预防有毒有害气体事故性泄漏，设置大气环境防护距离。	本项目设1台导热油炉为主体工程提供热量，燃料为天然气，安装低氮燃烧器后污染物可实现达标排放，因此，符合规划环评要求。	符合		
	规划新区污水处理厂在工业片区最南侧规划一处污水处理厂，生活区污水经隔油池、化粪池处理后，排入污水处理厂，工业区废水需自行预处理后达到二级以	本项目生活污水经化粪池预处理后排入园区污水管网，进入园区污水处理厂集中处理；浓盐水用于厂区洒水降尘，生	符合		

	上标准排入污水管道，排入污水处理厂。	产废水定期外运处置。	
	选用设备声源低噪设备，并进行减震处理；阻隔声传播途径，受声体防护。	本项目选用低噪声设备，采取基础减振、设备隔声等措施，可实现达标排放，场界周围50m范围内无噪声敏感点。	符合
	一般工业固废应尽量综合利用，不可回收利用的部分送至排渣场，危险废物各企业应自行落实危废处置措施，临时储存场所要规范建设。生活垃圾定点收存，定期送往园区生活垃圾填埋场处置。	本项目生活垃圾交由环卫部门运往生活垃圾填埋场处置；危险废物在厂区危险废物暂存间临时贮存，定期交由有资质单位处置。	符合
	建设集中事故水池，统筹考虑物料贮存、输送，尽可能缩短物料输送距离；制定工业区环境风险应急预案，成立联合应急救援队，定期进行演习；加强宣传，提高周边居民对环境风险影响的防范意识。	本项目建设事故水池，制定本项目建设环境风险应急预案，并与园区风险应急预案进行联合，定期进行演练。	符合

表3 项目与规划环境影响报告书审查意见的符合性分析

项目	内容	本项目	符合性分析
《榆佳产业新区总体规划环境影响评价报告书》审查意见	合理安排建设时序。新区应先行建设给排水管网、集中供热、污水处理、中水回用及渣场等环保基础设施，确保入园项目建设后可依托利用。	项目位于工业生产基地，目前已建成污水管网，可满足本项目生活废水。生活垃圾填埋场已建成使用，本项目生活垃圾可依托。	符合
	规划区采取集中供热、供气，严格限制分散小锅炉建设，燃煤锅炉必须采取脱硫脱硝措施。	园区目前未建设集中供热设施，本项目生产用的热量来自导热油炉，生活供热来自壁挂炉，导热油炉采用天然气，属于清洁能源。	符合
	园区应采用先进的环境管理模式，按照IS14001标准的要求，严把建设项目环境准入关，必须按清洁生产和循环经济的要求明确入区企业的准入条件，按排污总量控制	本项目属于液化天然气（LNG）项目，符合园区的入园规定。	符合

		指标要求，控制入区企业的数量和规模，各单个建设项目均要依据环境影响评价的结论决定是否允许入区。严格落实禁建区、限建区的开发性建设。		
		新区规划充分考虑了大气污染物可能对人体健康的影响，在规划的工业区和居住区之间设置了较大距离的防护带。在规划执行过程中，应严格遵循规划原则，禁止在规划的工业区和居住区之间新建集中居住区；对各项目确定的大气环境保护距离内的居住区应进行迁。	本项目废气均可达标排放。项目位于园区内，周边500m范围内无居民。	符合
		由于佳县煤炭资源缺乏，新区在后续发展过程中不应再引进煤化工项目，只在现状基础上按照国家产业政策或行业要求，进行调整和整合提升。榆佳产业新区土地远期可承载的人口为7万人，规划预测的人口偏高，应加以限制。	本项目属于液化天然气（LNG）项目，符合园区的入园规定。	符合
		评价区目前声学环境质量较好，建设布局应严格按声环境功能区划的要求实施，结合环境保护规划，加强园区功能区区间缓冲区及功能区内不同功能单元间的防护带、绿化隔离带建设，确保功能区噪声达标。	本项目正常工况下噪声达标排放。	符合
		一般工业固废应立足综合利用，不可回收利用的部分送至排渣场，危险废物各企业应自行落实危废处置措施，临时储存场所要规范建设。生活垃圾定点收存，定期送往园区生活垃圾填埋场处置。	本项目生活垃圾交由环卫部门运往生活垃圾填埋场处置；危险废物定期交由有资质单位处置。	符合
		新区应设立环境管理机构，建立污染源和环境质量监测网络。建立环境风险的区域应急机制，制定环境风险应急预案，成立安全及环境风险应急救援队，定期进行演练。加强对企业风险事故的	本项目应制定环境风险应急预案，并与园区进行联合演练。	符合

		防范和应急管理，防止风险事故在企业间产生连锁效应。		
		在规划实施过程中，每隔五年左右进行一次环境影响跟踪评价。规划区出现重大环境事故或其他特殊情况下，可增加频次。在规划修编时应重新编制环境影响报告。	《榆佳经济技术开发区总体规划（2018-2035）环境影响报告书》目前尚未取得审批意见，属于《榆佳产业新区总体规划》的修编规划。	符合
其他符合性分析	一、本项目与“三线一单”的符合性分析			
	表4 “三线一单”符合性分析			
	“三线一单”	本项目		符合性分析
	生态保护红线	本项目位于榆林市佳县榆佳经济技术开发区，根据《榆林市生态保护红线环境准入特别管理办法》，本项目不属于采掘类，项目满足污染控制、环境风险等有关要求。根据本项目液化厂“一张图”控制线检测报告，编号：2022（3403）号，本项目液化厂符合生态红线要求。		符合
	环境质量底线	本项目建成后导热油炉燃料为天然气，采用低氮燃烧措施，确保污染达标排放。本项目生产废水交给有资质单位处置，不外排；硬水用于厂区洒水抑尘。生活废水排入化粪池，经园区污水管网进入污水处理厂，污水处理厂处理后的出水用于园区绿化，不外排。项目运行期产生的固体废物合理处置，不外排。本项目不突破环境质量底线。		符合
	资源利用上线	本项目为天然气液化项目，施工期主要消耗一定量的管材、管件、基建物资等资源，运行期对天然气进行液化，产品为液化天然气，在此过程中使用少量的水、电以及相应的物料，不触及资源利用上线。		符合
	环境准入负面清单	对照《陕西省国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》陕发改规划（2018）213号，本项目不在佳县国家重点生态功能区产业准入负面清单的限制类和禁止类。		符合
二、项目与国家产业政策的符合性分析				

本项目为天然气液化项目，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中鼓励类“七、石油、天然气中3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”，说明本项目的建设符合项目国家产业政策。

三、项目选址“一张图”控制线检测报告符合性分析

表 5 液化厂选址“一张图”控制线检测报告

项目基本情况	项目名称	顺昌 LNG 天然气项目	项目编码	2022 (3403) 号
	建设地点	佳县榆佳经济技术开发区	用地面积	22502.8 m ²
	建设内容及规模	顺昌天然气液化项目 Y37432433.223; X4237583.065，位于佳县榆佳经济技术开发区，包括土建工程、设备安装工程等。		
分析结果			本项目	
建设用地管制区分析	其中占用允许建设地区 1.6266 公顷、占用有条件建设地区 0.6236 公顷			符合
林业规划分析	其中占用非林地 0.0012 公顷、占用林地 2.2491 公顷			符合。目前已取得陕西省和佳县林业局关于本项目的林地文件，并且已缴纳森林植被恢复费。
矿区分析	不占用			符合
生态红线叠加情况	不占用			符合
文物保护线分析	不占用			符合
基本农田保护图斑分析	不占用			符合

四、与《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

2022 年 7 月 15 日陕西省生态环境厅办公室发布《陕西省“三线一单”生态环境分区管控应用技术指南：环境影响评价（试行）》（陕环办发〔2022〕76 号）要求，对本项目进行一图一表一说明分析。本项目位于佳县榆佳经济技术开发区，属于重点管控单位，项目环境管控单元对照分析示意图见附图 4，根据《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案》要求，生态环境管控单位准入清单

见表6。

项目所在区域属于重点管控单位，其空间分布约束和污染物排放管理说明如下：

本项目所在区域属于佳县重点管控单元，属于天然气液化项目。软水制备过程中的产生的浓盐水用于洒水降尘；生产废水收集后定期外运处置；生活废水经化粪池处理后排入园区污水管网，进入园区污水处理厂处理。本项目年用水量较少，达到行业先进水平。导热油炉燃料为天然气，废气污染物主要为烟尘和氮氧化物，本项目采用低氮燃烧设备，可达标排放。项目建成后需要编制环境风险应急预案，做好突发环境事件的风险控制、应急准备、应急处置和事后恢复等工作，并与园区的环境风险应急预案联动。项目满足空间分布约束要求及污染物排放管理要求。

综上所述，项目符合《榆林市“三线一单”生态环境分区管控方案》对项目所在区域管控要求。

五、项目与相关政策及规划的符合性分析

表7 与相关规划符合性分析

序号	文件	要求	本项目	符合性分析
1	《榆林市经济社会发展总体规划》（2016-2030）	做强做精能源化工主导产业，改造提升农业、轻纺、建材三大特色产业，培育壮大新材料、文化旅游、战略性新兴产业、装备四大接续产业，扶持发展现代物流、金融服务、新兴服务、商贸流通、生活服务五大支撑产业，全面构建高端低碳现代产业新体系。	本项目为液化天然气项目，属于能源化工主导产业。	符合
2	《佳县县城总体规划》（2014-2030）》	在县域内规划九处产业集中发展园区，即榆佳工业园、王家砭现代物流园、东方红文化产业园、马家焉红枣产业园、益民现代农业园、东奥现代农业	本项目液化厂位于榆佳经济技术开发区，本项目	符合

		园、兴盛现代农业园、双沟现代农业园和王家砭现代农业园区。将王家砭片区（主要包括王家砭镇区和榆佳工业园）纳入中心城区范围，打造榆佳新城，构建“榆佳新城经济行政核+佳芦文化旅游服务核”的双核引领格局。其中，佳芦城区为县域文化旅游服务中心，主要发展文化旅游和商贸服务业等；远期随着佳县行政中心迁入王家砭，榆佳新城将成为为县域经济和行政中心，主要发展盐化工、光伏产业、现代物流业等。	为 LNG 液化项目。	
3	佳县空间发展分区	佳县空间发展分区按照功能分为生态空间、农业空间和城镇空间。	本项目液化厂为城镇空间。	符合

表 8 相关政策符合性分析

序号	文件	要求	本项目	符合性分析
1	《国务院关 于促进天然 气协调稳定 发展的若干 意见》国发（ 2018）31号	加强产供储销体系建设， 促进天然气供需动态平衡。	本项目为天然 气液化项目，有 助于产供储销 体系建设。	符合
2	《关于加快 储气设施和 完善储气调 峰辅助服务 市场机制的 意见》发改能 源规〔2018〕 637号	积极推行天然气运输、储 存、气化、液化和压缩服 务的合同化管理	本项目作为天 然气液化项目， 与本项目原料 气供应商签订 天然气买卖协 议。	符合
3	《加快推进 天然气利用 的意见》发改 能源〔2017〕 1217号	切实落实大气污染防治行 动计划，限制使用高污染 燃料。	本项目的建设 加快当地使用 清洁能源的使 用，使高污染燃 料使用比重减 少。	符合

		重视天然气产业链上中下游协调，构建从气田开发、国际贸易、接收站转接、管道输配、储气调峰、现期货交易到终端利用各环节发展产业链，以市场化手段为主，做好供需平衡和调峰应急。	本项目建设起到天然气调峰的作用。	符合
		打通天然气利用“最后一公里”。开展天然气下乡试点，鼓励多种主体参与，宜管则管、宜罐则罐，采用管道气、压缩天然气（CNG）、液化天然气（LNG）、液化石油气（LPG）储配站等多种形式，提高偏远及农村地区天然气通达能力。结合新农村建设，引导农村居民因地制宜使用天然气，在有条件的地方大力发展生物天然气（沼气）。	本项目为液化天然气（LNG）项目。	符合
5	榆林市人民政府办公室关于印发蓝天碧水净土保卫战2022年工作方案的通知（榆政办发〔2022〕31号）	榆林市蓝天保卫战2022年工作方案：严格落实施工工地扬尘管控责任，建立施工工地动态管理清单，在工地公示具体防治措施及负责人信息，防治扬尘污染费用纳入工程造价。严格落实工地“六个百分之百”等。	本项目施工产生的料堆和渣土堆及时进行苫盖，施工场地运输车辆进入进行清洗等。	符合
		榆林市碧水保卫战2022年工作方案：加强工业企业和农业农村污染防治，有效控制入河污染物排放。加快工业园区污水集中处理设施建设，严控工业废水未经处理或未有效处理直接排入城镇污水处理系统。	本项目生活污水进入化粪池处理后通过园区的污水管网进入园区污水处理厂。浓盐产生量较少，在厂区洒水降尘，生产废水定期外运处置。	符合

		榆林市净土保卫战2022年工作方案：对涉及有毒有害物质可能造成土壤污染的新改扩建项目，依法进行环境影响评价，提出并落实防腐蚀、防渗漏等土壤污染防治具体措施。	本项目气态污染物达标排放，原料为天然气，辅料为各种冷机，贮存于钢瓶中，危险废物临时贮存于危险废物暂存间，危险废物暂存间按照防腐、防渗要求进行建设管理。	符合
--	--	--	---	----

表9 与环境政策符合性分析

文件		本项目	符合性分析
文件	要求		
《“十四五”挥发性有机物综合治理方案》	加强无组织废气排放控制，含VOCs物料的储存、输送、投料、卸料，涉及VOCs物料的生产及含VOCs产品分装等过程应密闭操作。	本项目原料为天然气，液化全过程实行密闭操作。本项目含挥发性有机物的物质均为密闭容器。	符合
《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》	VOCs污染防治应遵循源头和过程控制与末端治理相结合的综合防治原则。在工业生产中采用清洁生产技术，严格控制含VOCs原料与产品在生产和储运销过程中的VOCs排放，鼓励对资源和能源的回收利用；鼓励在生产和生活中使用不含VOCs的替代产品或低VOCs含量的产品。对于生产装置排放的含VOCs工艺排气宜优先回收利用。	本项目原料为天然气，液化全过程实行密闭操作。闪蒸汽通过回收装置，闪蒸汽回到生产工艺过程，减少废气排放量。	符合
关于印发《重点行业挥发性有机物综合治理方案》的通知	重点对含VOCs物料（包括含VOCs原辅材料、含VOCs产品、含VOCs废料以及有机聚合物材料等）储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等五类排放源实施管控，通过采取设备与场所密闭、工艺改进、废气有效收集等措施，削减VOCs无组织排放。	本项目原料为天然气，液化全过程实行密闭操作。	符合

		遵循“应收尽收、分质收集”的原则，科学设计废气收集系统，将无组织排放转变为有组织排放进行控制。	本项目闪蒸汽通过回收装置，闪蒸汽回到生产工艺过程，不外排；项目非正常工况下的检修废气等进入放散装置进行排放。	
《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)		工艺过程VOCs无组织排放控制要求：VOCs物料卸(出、放)料过程应密闭，卸料废气应排至VOCs废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气应排至VOCs废气收集处理系统。	本项目原料为天然气，液化全过程实行密闭操作。本项目闪蒸汽通过回收装置，闪蒸汽回到生产工艺过程，不外排；项目非正常工况下的检修废气等进入放散装置排放。	符合
		企业中载有气态VOCs物料、液态VOCs物料的设备与管线组件的密封点≥2000个，应开展泄漏检测与修复工作。	本项目设有独立的FGS系统，以实现全厂火灾、气体的泄漏检测报警及安全保护。	符合
		在工艺和安全许可的条件下，泄压设备泄放的气体应接入VOCs废气收集处理系统。	本项目泄压气体排放到放散装置。	符合
		VOCs废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。VOCs废气收集处理系统发生故障或检修时，对应的生产工艺设备应停止运行，待检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能停止运行或不能及时停止运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。	本项目VOCs废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。	符合
		排气筒高度不低于15m（因安全考虑或有特殊工艺要求的除外），具体高度以及与周围建筑物的相对高度关系应根据环境影响评价文件确定。	本项目排气筒高度为15m。	符合

	中共榆林市委办公室榆林市人民政府办公室（榆办字〔2022〕11号）关于印发《榆林开展生态环境保护五十二项攻坚行动方案》的通知	持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战。以榆林中心城区、县市区城区及重点工业园区、乡镇为重点区域，聚焦春季扬尘污染、夏季臭氧及秋冬季细颗粒物污染，持续开展各项大气污染治理专项行动，通过实施涉煤行业扬尘污染整治、建筑工地精细化管控、道路扬尘综合整治、机动车尾气管控等12项行动，构建市县大气污染联防联控体系，形成上下联动、合力推进、协同治理的工作机制，力争年底各县市区空气质量指标全面达标。	项目已基本建设完成，经调查施工期未收到相关环保投诉，未造成环境污染情形。项目运营期废水不排放；废气达标排放，排放量较小；除绿化区域外，全场硬化，危险废物在危废贮存间临时存放，交由有资质单位处置，建设有事故池等措施，本项目对环境的影响较小。	符合
	《佳县2022年生态环境保护三十七项攻坚行动方案》	主要从坚决完成中省环保督察反馈问题整改、持续打好蓝天保卫战、重点打好碧水保卫战、深入打好净土保卫战、全力打好黄河流域高质量发展生态环境保护持久战五大方面入手，涉及兰炭行业整治、能耗管控、地下水超采管控、规范取水许可、防止“二次沙化”、淤地坝排险加固、建筑工地精细化管控、裸露土地治理、臭氧污染监管、联合执法监管、污染天气应急管控、道路扬尘综合整治、机动车尾气管控、非道路移动机械管控、工矿企业油品监管、清洁取暖改造、噪声污染治理、断面水质达标、城市黑臭水体整治、饮用水源保护、入河直排口整治、城镇污水处理能力提升、开展污水处理厂监督检查、雨污分流改造、土壤污染源管控、农业面源污染治理、农用地分类管理、建设用地准入管控、自然保护区（地）强化管控、节能降碳转型、水资源利用管控、工业园区清洁发展、农村人居环境整治、黄河流域清废、地下水污染防治、环境事件应急处置能力建设、医疗行业环保监管、生活和建筑垃圾规范处置、污染隐患排查整治等37项攻坚行动。	项目已基本建设完成，经调查施工期未收到相关环保投诉，未造成环境污染情形。项目运营期废水不排放；废气达标排放，排放量较小；除绿化区域外，全场硬化，危险废物在危废贮存间临时存放，交由有资质单位处置，建设有事故池等措施，本项目对环境的影响较小。	符合
六、项目建设的背景				

(1) 气荒加剧背后的供需失衡

随着国内城市不断扩大使用天然气的规模，城市居民供气的调峰问题也变得越来越重要。近几年，我国许多城市发生了因燃气供应紧张形成的“气荒”，虽然国家能源局表示根本原因是天然气供需失衡，但也暴露出了城市供气体系缺失“调节阀”这一突出问题。加快建设城市液化天然气调峰厂来调节燃气供应，可避免发生因阶段性供需失衡导致的“气荒”。

(2) 我国天然气消费仍处于快速增长阶段

“十三五”期间，国家层面的能源结构优化和环境污染治理将成为天然气消费最主要的推动力。2013年以来，国家陆续出台了《大气污染防治行动计划》、《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》、《能源行业加强大气污染防治工作方案》等纲领性文件。2014年11月，中美双方在北京发布了应对气候变化的联合声明，首次正式提出2030年中国碳排放达到峰值并努力早日达峰。按照国务院《能源发展战略行动计划

(2014-2020年)》，到2020年天然气在一次能源消费中的比重将提高到10%以上。相较2013年以来的低迷态势，2017年中国LNG市场出现逆转表现。全年LNG量价格飙升。而且，接收站出货量超越工厂，南气北送成为新常态。2017年中国LNG总供应量达到2025万吨，相较2016年的1360万吨增长665万吨，增幅49%。截止2019年11月30日，国内液化天然气总产量为：1057.3万吨，同比增长15.1%。2019年国内液化天然气行情整体表现很淡，价格持续下行。2019年天然气供应较充足，国内LNG以及进口气方面都是较为宽裕，市场整体属于供大于求局面，部分地区可能存在缺口，但是仍是属于可控范围。海气应充足，目前湖南、湖北、河南、江西等地区已基本被海气覆盖。LNG产业作为一门新兴工业正在迅猛发展。LNG技术除了用来解决天然气的储存、运输问题之外，还广泛地应用于燃料气工业、民用调峰

用气和汽车等交通工具的燃料用气。目前，全球约有十多个国家生产 LNG，生产能力超过 14000 万吨/年。LNG 产品已被广泛用于发电、化工原料、新型汽车燃料、民用燃料等领域。LNG 无色、无味、无毒且无腐蚀性，是天然气加工业的重要组成部分。它主要包括天然气的预处理、液化、储存、运输、利用五个系统。一般产工艺过程是将含甲烷 90%以上的天然气，经过脱水、脱重烃、脱酸性气体等净化处理后，采取各种先进的液化制冷工艺，使常压下的甲烷在-162℃变为液体，其体积仅为原来气态的 1/625，重量仅为同体积水的 43%，是优质的工业和民用燃料。LNG 之所以很快走俏市场，是因为 LNG 比汽油、柴油和 LPG 便宜、安全、环保，而且具有能量密度大、运输灵活方便、摆脱了天然气管道的束缚，可方便地作为民用、工业、汽车燃料。

本项目是榆林顺昌天然气有限公司投资开发天然气液化工程。项目位于榆林市佳县王家砭工业园区华创路南侧，具有优越的区位条件和良好的投资环境，为本项目的实施提供了先决条件。公司结合企业综合优势和天然气的资源优势，建设天然气液化项目，将天然气液化后进行储存输送，既符合企业发展需要，又符合国家和地方的产业、环境和能源政策，对提高企业经济效益、增强市场竞争力具有重要意义。

七、本项目原料的来源及产品去向

1. 原料来源

本项目的气源来自中国石油天然气股份有限公司长庆油田油气销售分公司第二采气厂（佳县处理站）本报告中简称“第二采气厂”。第二采气场位于榆林市佳县方塌镇圪劳湾村。本项目的气源为管道气，由第二采气场负责将原料气通过管道输送到园区的输配站点，本项目需配备建设 15m 左右的管道与输配站连接，将气源接至本项目场区。天然气销售合同见附件 15。所提供的气质执行《天然气》（GB17820-2018），天然气组分报告单详

	<p>见附件 9。</p> <p>2. 产品去向</p> <p>由于液化天然气的优异性能和运输的便捷，主要目标市场是佳县及周边城市。</p> <p>本项目的目标市场定位主要有以下几个方向：</p> <p>1) 调峰用气气源</p> <p>利用 LNG 便于大量储存的特点，发挥其调峰作用，保证周边供气稳定。每到冬季用气高峰期，由于管网输送天然气的调峰能力很差，存在用气紧张甚至断气现象，对当地的生活、生产造成极大不便，严重制约经济发展。该项目的建设，可以为佳县及周边城市提供可靠的调峰应急气源，解决峰期的天然气供求矛盾。</p> <p>2) 市政燃气</p> <p>与发达国家相比，我国的民用燃气起步较晚。全国有配气管网的城市本身就少。有配气系统的城市，配送的天然气也仅占全部燃气的 13%。根据市场调研，佳县周边一些地区目前还无法使用管道天然气，而且由于受地理条件限制，在这些城镇铺设管道，施工难度大，不经济，因此用气需求可能长期得不到满足。本项目产品将以液化天然气槽车运输至气化站，经气化后通过管道输送至用户，将 LNG 作为管输气的有效补充，扩大天然气资源在佳县的利用范围，通过多形式的供应手段和保障体系适应佳县不断增长的用气需求。</p> <p>3) 车用燃料</p> <p>本项目建成投产后，能够提供的 LNG 产品，除用作市政燃气外，在非调峰季节还能为 LNG 车辆提供燃料。</p> <p>4) 天然气分布式能源站</p> <p>本项目建成投产后，所提供 LNG 产品还可作为天然气分布式能源站的气源，有效解决管道天然气无法覆盖的地区，并在管</p>
--	--

	<p>道覆盖地区有效降低天然气价格，有利于新型天然气使用方式——天然气分布式能源站的推广。</p> <p>八、项目选址合理性分析</p> <p>项目位于榆佳经济技术开发区，用地范围及周围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区等需要特殊保护的区域，项目地地质结构稳定，周边交通便利。在严格实施环评提出的污染防治措施后，污染物可实现达标排放，对环境影响较小，从环境保护方面及环境影响方面分析，本项目选址较为合理。</p>
--	--

表6 项目范围涉及的生态环境管控单位准入清单

市 (区)	区县	环境管控 单元名称	管控维度	管控单 元分类	管控要求		面积/ 长度
榆林市	佳县	重点管控 单元	4.2 水环境工 业污染重点 管控区	重点管 控单元	空间分 布约束	充分考虑水环境承载能力和水资源开发利用效率，合理确定产业发展布局、结构和规模。	/
					污染物 排放管 理	1.所有排污单位必须依法实现全面达标排放。聚集区内工业废水必须进行经预处理达到集中处理要求后，方可进入污水集中处理设施。 2.建设项目所在水环境单元或断面存在污染物超标的，应严格控制相应污染物的排放量。 3.严控高含盐废水排放。	
					环境风 险防控	1.深入开展重点企业环境风险评估，摸清危险废物产生、贮存、利用和处置情况，推动突发环境事件应急预案编制与修编，严格新（改、扩）建生产有毒有害化学品项目的审批，强化工业园区环境风险管控。 2.加强涉水涉重企业和危险化学品输运等环境风险源的系统治理，降低突发环境事故发生水平。	
					资源利 用效率	提高工业用水重复利用率，强化再生水利用。	
			4.5 大气 高排放重 点管控区	重点管 控单元	污染物 排放管 控	1.完善大气污染防治设施，全面提高污染治理能力。 2.关注氮氧化物和挥发性有机物的一次排放。 3.新建“两高”项目需要依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。大气污染防治重点区域采取增加散煤清洁化治理，为工业腾出指标和容量等措施，不得使用高污染燃料作为煤炭减量替代措施。	/
			4.9 水资 源承载力 重点管控 区	重点管 控单元	污染物 排放管 控	1.新建、改建、扩建项目用水应达到行业先进水平，节水设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。 2.水资源超载地区要制定并实施用水总量削减计划。	/

			总体要求	/	环境 风险 防控	<p>1.坚持预防为主原则，将环境风险纳入常态化管理。各级人民政府及其有关部门和企事业单位，应当依照中华人民共和国突发事件应对法等相关规定，做好突发环境事件的风险控制、应急准备、应急处置和事后恢复等工作。</p> <p>2.加强饮用水水源地环境风险管控。编制水源地突发环境事件应急预案，定期开展环境应急演练，提升应急监管能力。</p> <p>3.禁止在农业生产中使用含重金属、难降解有机污染物的污水以及未经检验和安全处理的污水处理厂污泥、清淤底泥等。严禁将城镇生活垃圾、污泥、工业废物直接用作肥料。加强土壤污染重点监管单位排污许可管理，严格控制有毒有害物质排放，落实土壤污染隐患排查制度。</p> <p>到 2025 年，受污染耕地安全利用率达 95%，重点建设用地安全利用率得到有效保障。</p> <p>4.重点加强化工园区环境风险防控。</p> <p>5.加强危险废物、核与辐射等领域环境风险防控。</p>	/
--	--	--	------	---	----------------	---	---

二、建设项目工程分析

1、项目地理位置

本项目位于陕西省榆林市佳县榆佳经济技术开发区，本项目东侧为玉泉材料科技有限公司，南侧和西侧为空地，北侧为华创路。项目地理位置见附图 1，项目四周现状情况见附图 4。

2、项目组成及建设内容

LNG 天然气液化厂一座，液化厂日处理 6×10^4 立方米天然气，及工艺生产设施配套的公用工程及辅助设施。

项目主要建设内容包括原料气过滤稳压系统、脱酸系统、脱水脱汞系统、冷箱系统、主冷机组、预冷机组、导热油炉等。工程组成见下表：

表 10 液化厂组成一览表

工程类别	工程内容及规模		工程进度	
建设内容	主体工程	工艺装置区	过滤稳压系统：设备有 HPT 立式气液分离器、过滤除尘器等。	已建成
			脱酸系统：脱酸撬 1 套，设备有纯气冷却器、净化气出口罐、贫富胺换热器、吸收塔、再生塔等。	
			脱水脱汞系统：脱水脱汞撬 1 套，设备有脱汞罐、水气分离器、冷凝器、冷却器、干燥器等。	
			冷箱系统：冷箱撬 1 套，设备有换热器、气液分离器、分离罐等。	
			主冷机组撬：主冷机组撬 1 套，设备有油分离器、油冷却器、热交换器、过滤器、储罐等。	
			预冷机组撬：设备有水冷冷凝器、干式蒸发器。	
			导热油炉，1 台，为有机热载体液相炉，额定热功率：0.35MW。	
			BOG 增压机：1 台，设备有分离器，天然气缓冲罐。	
			LNG 装车臂：2 台，为低温流体装卸臂。	
			脱盐水系统：脱盐水机 1 套。	
			重烃回收系统：重烃储罐 1 台，容器容积：30m ³ 。	
		管廊：本项目采用架空管廊。		
辅助工程	辅助用房	布置辅助用房、消防水泵房、循环水设备、导热油撬、辅助用房内设置卫生间、工具间、办公室、高压配电间、低压配电间、控制室、维修间、壁挂炉间、循环水泵房等功能房间位于项目区东侧。本项目员工不在厂区食宿。	已建成	
		导热油	本项目设一台有机热载体液相炉。	已建

		撬		成	
		消防水泵房	规格尺寸 14.1m×9.0m, 占地面积 132.74m ² , 建筑面积 132.74m ² 。	已建成	
		循环水设备	占地面积 36.05m ² 。	已建成	
	储运工程	LNG 装车区	装车区布置有 2 个装车位, 门卫, 化粪池、装车区集液池、消防水池、地磅等。	已建成	
		LNG 储罐区	规格尺寸 14.0m×10.0m, 占地面积 152.25m ² , 新建 1 座容积为 100m ³ 的储罐及配套设施。	已建成	
		重烃贮存系统	重烃储罐 1 台 (30m ³)。重烃脱除后在重烃储罐储存, 槽车定期拉走。	已建成	
	公用工程	供电系统	本项目可考虑从工业园区变电站 (由供电局电力公司确定) 引来两回 10kV 电源, 作为本项目的外供电电源, 站内设发电机房。	已建成	
		供水系统	华创路给水管网向本厂提供给水管网, 供水压力不小于 0.25MPa。	已建成	
		排水系统	雨污分流, 雨水进入雨水管网, 厂区内的办公生活污水, 经化粪池处理后通过园区污水管网进入园区污水处理厂。	已建成	
		供热与制冷系统	采暖系统	辅助用房选用 1 台燃气壁挂炉锅炉进行采暖, 4.5Nm ³ /h, 年运行 3552h, 年耗气量 15984Nm ³ ; 控制室、门卫间、计量间采用分体式空调器制冷, 冬季采暖。	已建成
			工艺用热	导热油炉, 额定热功率为 0.35MW, 年运行 8000h, 年耗气量 320000Nm ³ 。	已建成
	环保工程	废水	施工期: 施工人员不在工地食宿, 仅有少量的盥洗废水。项目采用商品混凝土, 不在施工现场设置拌和站, 养护废水直接蒸发不外排。洗车废水沉淀后回用, 不外排。 运营期: 本项目实行雨污分流。办公人员生活污水经化粪池进入园区污水管网。脱水工序产生的废水交给有资质单位处置, 不外排; 硬水用于厂区洒水抑尘。	/	
		废气	施工期: 物料覆盖, 洒水降尘, 出入车辆冲洗, 道路清扫等措施。 运行期: 液化厂开停车、检修、超压排放等非正常工况废气通过 15m 高的放散管排放。导热油炉废气采用低氮燃烧后通过 15m 高排气筒排放。闪蒸气通过 BOG 缓冲罐回收不外排。脱酸单元废气就地高空排放。	/	
		噪声	施工期: 选择低噪声设备, 合理控制作业时间、运输车辆减速慢行等措施。 运行期: 选用低噪声设备、基础减振、安装隔声罩或消声器等措施减少噪声排放。	/	

	固废	<p>施工期：生活垃圾分类收集存放，交由环卫部门处置；建筑垃圾首先综合利用，不能综合利用的进行填埋处置等。</p> <p>运行期：生产环节产生的危险废物在厂区设置危废暂存间，定期交由有资质单位处置。生活垃圾分类存放，交由环卫部门处置。</p>	/
	生态	<p>施工期：由于液化厂占用林地，本项目通过缴纳森林植被恢复费对损毁的植被进行补偿。</p> <p>运营期：液化厂通过厂区绿化，补偿施工期对植被的破坏。</p>	/
	风险	<p>1.本次修建的事故水池尺寸为 17.5m×8m×4.2m，容积约为 588m³，可以满足事故排水的需要。</p> <p>2.根据《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019），本项目在站内建消防水池一座，分为两格，两格水池的尺寸均为 17.5m×6m×3.2m，总容积为 777m³，有效容积为 672m³。</p> <p>3.100m³罐区建设深 1m，长度 14m，宽 10m，总容积为 140m³的围堰。</p> <p>4.经核算，前 30 分钟的初期雨水量为 88.73m³，借用事故水池，收集的初期雨水送有资质单位处置；事故状态下的雨水进入事故水池，待事故结束后对水质进行监测，送有资质单位处置。</p> <p>5.消防设施如水炮、泡沫灭火系统、消防器材等措施。</p> <p>6.装车区设集液池（规格尺寸 4m×4m）。</p> <p>7.制定建设项目突发环境事件环境风险应急预案，并与园区风险应急预案进行联合，定期进行演练。</p>	

表 11 主要设备一览表

序号	设备名称	技术规格	数量	备注
1	过滤稳压系统			
1.1	HPT 立式气液分离器	容器容积：0.5 m ³ 容器内径：600mm 设计压力：5.5MPa 设计温度：80℃ 主体结构型式：立式 工作介质：水、天然气	1 套	/
1.2	过滤除尘器	/	2 台	/
2	脱酸系统			
2.1	纯气冷却器	换热面积：11.6m ² 容器外径：325mm 容器长：2990mm 壳程设计压力：0.6MPa 管程设计压力：5.5MPa 设计温度：60℃ 主体结构型式：卧式 壳程介质：冷冻水 管程介质：天然气	1 套	/

2.2	净化气出口罐	容器容积：0.6m ³ 容器内径：750mm 容器高：1923mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：100℃ 主体结构型式：立式 壳程介质：天然气、水	1套	/
2.3	贫富液换热器	换热面积：31.5m ² 容器外径：500mm 容器长：3815mm 壳程、管程设计压力：0.6MPa 壳程设计温度：150℃ 管程设计温度：130℃ 主体结构型式：卧式 壳程介质：贫胺液 管程介质：富胺液	1套	/
2.4	吸收塔	容器容积：2.95m ³ 容器内径：630mm 容器高：13280mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：50℃ 主体结构型式：立式 壳程介质：胺液、天然气	1套	/
2.5	吸收塔液位罐	容器容积：0.6m ³ 容器内径：750mm 容器高：1903mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：100℃ 主体结构型式：立式 壳程介质：气水混合物	1套	/
2.6	再生塔	容器容积：2.59m ³ 容器内径：600mm 容器高：7852mm 壳程设计压力：0.23MPa 壳程设计温度：150℃ 主体结构型式：立式	1套	/
2.7	富液槽	/	1个	/
3	脱水脱汞单元			
3.1	干燥器	产品编号：A210700 容器容积：1.06m ³ 容器内径：800mm 容器高（长）：2830mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：350℃ 主体结构型式：单层 工作介质：天然气	1套	/
3.2	干燥器	产品编号：A210701 容器容积：1.06m ³	1套	/

			容器内径：800mm 容器高（长）：2830mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：350℃ 主体结构型式：单层 工作介质：天然气		
3.3	干燥器		产品编号：A210702 设计压力：5.5MPa 设计温度：350℃ 容积：1.06m ³ 工作介质：天然气	1套	/
3.4	干燥器		产品编号：A210703 设计压力：5.5MPa 设计温度：350℃ 容积：1.06m ³ 工作介质：天然气	1套	/
3.5	干燥器		产品编号：A210704 设计压力：5.5MPa 设计温度：350℃ 容积：0.52m ³ 工作介质：天然气	1套	/
3.6	加热器		设计压力：5.5MPa 设计温度：380℃ 容积：0.076m ³ 工作介质：天然气	1套	/
3.7	冷凝器		壳程设计压力：5.5MPa 管程设计压力：0.5MPa 换热面积：6m ² 壳程设计温度：100℃ 管程设计温度：50℃ 工作介质：天然气、水	1套	/
3.8	冷却器		壳程设计压力：5.5MPa 管程设计压力：0.5MPa 换热面积：6m ² 壳程设计温度：300℃ 管程设计温度：90℃ 工作介质：天然气、水	1套	/
3.9	水气分离器		容器容积：0.15m ³ 容器内径：400mm 容器高（长）：1745mm 壳程设计压力：5.5MPa 壳程设计温度：150℃ 壳程介质：甲烷	1套	/
3.10	脱汞罐		设计压力：5.5MPa 设计温度：80℃ 容积：1.5m ³ 工作介质：天然气	1套	/
4	冷箱系统				

4.1	分离罐	容器容积：0.1m ³ 容器内径：247.6mm 容器高（长）：1800mm 主体结构型式：双腔圆筒式	1套	/
4.2	换热器	容器容积：壳程 1.085m ³ ，管程 0.4m ³ 容器内径：1112mm 容器高（长）：2422mm 主体结构型式：立式	1套	/
4.3	气液分离器	容器容积：0.3m ³ 容器外径：500mm 容器高：1670mm 主体结构型式：立式 壳程设计压力：6.4MPa 壳程设计温度：15℃ 壳程介质：重烃	1套	/
4.4	气液分离器	容器容积：0.3m ³ 容器外径：500mm 容器高：1670mm 主体结构型式：立式 壳程设计压力：6.4MPa 壳程设计温度：15℃ 壳程介质：重烃	1套	/
4.5	BC-H-1200/5.5 型 换热器上段	板束体长：2100mm 板束体宽：900mm 板束体厚：747mm 主体结构型式：多腔板翅式	1套	/
4.6	BC-H-2000/5.5 型 换热器中段	板束体长：2400mm 板束体宽：900mm 板束体厚：802mm 主体结构型式：多腔板翅式	1套	/
4.7	BC-H-1700/5.5 型 换热器下段	板束体长：5100mm 板束体宽：600mm 板束体厚：596mm 主体结构型式：多腔板翅式	1套	/
5	主冷压缩机撬			
5.1	储罐	容器容积：3.4m ³ 容器内径：800mm 容器高（长）：6970mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.3MPa 壳程设计温度：105℃ 壳程介质：MR	1套	/
5.2	储罐	容器容积：3.4m ³ 容器内径：800mm 容器高（长）：6970mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.3MPa 壳程设计温度：105℃	1套	/

			壳程介质：MR		
5.3	过滤器		容器容积：0.091m ³ 容器内径：357mm 容器高（长）：1270mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 壳程设计温度：60℃ 壳程介质：MR	1套	/
5.4	热交换器		容器容积：壳程 11m ³ ，管程 0.1m ³ 容器内径：700mm 容器高（长）：2670mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 管程设计压力：1.0MPa 壳程设计温度：105℃ 管程设计温度：50℃ 壳程介质：MR	1套	/
5.5	油分离器		容器容积：3.3m ³ 容器内径：1200mm 容器高（长）：3319mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 壳程设计温度：105℃ 壳程介质：MR、油	1套	/
5.6	油分离器		容器容积：0.7m ³ 容器内径：600mm 容器高（长）：3016mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 壳程设计温度：105℃ 壳程介质：MR、油	1套	/
5.7	油分离器		容器容积：0.7m ³ 容器内径：600mm 容器高（长）：3016mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 壳程设计温度：105℃ 壳程介质：MR、油	1套	/
5.8	油冷却器		容器容积：壳程 11m ³ ，管程 0.43m ³ 容器内径：357mm 容器高（长）：2629mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 管程设计压力：1.0MPa 壳程设计温度：105℃ 管程设计温度：50℃ 壳程介质：MR	1套	/

5.9	油冷却器	容器容积：壳程 11m ³ ，管程 0.43m ³ 容器内径：357mm 容器高（长）：2629mm 主体结构型式：圆筒形 壳程设计压力：2.5MPa 管程设计压力：1.0MPa 壳程设计温度：105℃ 管程设计温度：50℃ 壳程介质：MR	1 套	/
6	预冷机组撬			
6.1	干式蒸发器	换热面积：51.2*2m ² 容器内径：492mm 容器高（长）：4448mm 主体结构型式：单层 壳程设计压力：1.0MPa 管程设计压力：1.4MPa 壳程设计温度：38℃ 管程设计温度：38℃ 壳程介质：水 管程介质：R22	1 套	/
6.2	水冷冷凝器	换热面积：103.6*2m ² 容器内径：492mm 容器高（长）：4616mm 主体结构型式：单层 壳程设计压力：2.4MPa 管程设计压力：1.0MPa 壳程设计温度：80℃ 管程设计温度：60℃ 壳程介质：R22 管程介质：水	1 套	/
7	导热油炉			
7.1	有机热载体液相炉	额定热功率：0.35MW 额定工作压力：0.8MPa 额定工作温度：300℃ 设计热效率：96.28%（98.23%） 额定出油回油温度：300/281℃ 锅炉本体油容积：230L 燃烧方式：室燃 燃料：天然气	1 套	/
8	BOG 增压机			
8.1	天然气缓冲罐	容器容积：1.06m ³ 容器内径：800mm 容器高（长）：2577mm 主体结构型式：立式容器 壳程设计压力：3.5MPa 壳程设计温度：80℃ 壳程介质：天然气	1 台	/

8.2	分离器	容器容积：0.036m ³ 设计压力：1.0MPa 设计温度：80℃ 工作介质：天然气	1套	/
9	重烃回收系统			
9.1	重烃储罐	容器容积：30m ³ 容器内径：2400mm 容器高（长）：7274mm 介质：液化石油气（丙烷） 型式：单层卧式	1台	/
10	甲烷缓冲罐			
10.1	甲烷缓冲罐	容器容积：2.77m ³ 容器内径：1200mm 容器高（长）：2666mm 壳程设计压力：0.88MPa 壳程设计温度：50℃ 介质：甲烷 型式：卧式	1套	/
11	液化天然气储罐			
11.1	液化天然气储罐	容器容积：100/42.8（夹层）m ³ 容器内径：2900mm 容器高（长）：17170mm 壳程设计压力：0.84MPa 壳程设计温度：-196℃ 介质：LNG 型式：单层立式	1套	/
12	放空系统			
12.1	放散管	DN100, H=15m, 06Cr19Ni10	1套	/
12.2	放空气化器	介质：低温放空气 设计压力：0.6MPa 处理量：500Nm ³ /h	1套	/
13	脱盐水机			
13.1	脱盐水机	JZ-1T/H 型纯水设备	1套	/
14	LNG 装车臂			
14.1	低温流体装卸臂	/	2台	/

4、原辅材料

(1) 原料气来源及用量

本项目与长庆油田分公司第二采气厂（佳县天然气处理站）已签订供用气合同。项目原辅材料详见下表：

表 12 原辅材料一览表

序号	主要原辅材料	单位	用量	来源	备注
----	--------	----	----	----	----

1	原料气	Nm ³ /d	6×10 ⁴	长庆油田分公司第二采气厂（佳县天然气处理站）	1980×10 ⁴ m ³ /a（0℃，0.101325MPa·G） 其中包含燃料气 32×10 ⁴ m ³ /a
2	活化MDEA	t/a	1.5	初次投入 3t，厂家两年更换一次	N-甲基二乙醇胺（MDEA+活化剂）
3	脱水分子筛	m ³ /a	0.57	初次投入 1.7m ³ ，厂家三年更换一次	
4	脱汞活性炭	m ³ /a	1	初次投入 1m ³ ，厂家一年更换一次	/
5	导热油	m ³ /a	0.6	初次投入 1.8m ³ ，厂家三年更换一次	/
6	乙烯	t/a	0.34	初次投入 0.15t，循环	/
7	乙烷	t/a	0.22	初次投入 0.08t，循环	
8	丙烷	t/a	0.28	初次投入 0.12t，循环	/
9	异丁烷	t/a	0.36	初次投入 0.2t，循环	/
10	氮气	t/a	0.12	初次投入 0.1t，循环	/
11	新鲜水	t/a	3543	/	/
12	电	万 kWh/a	688.34	/	/

原物理化性质：

本项目原料气来自于长庆油田分公司第二采气厂（佳县天然气处理站）。天然气主要由气态低分子烃和非烃气体混合组成。主要用作燃料，也用于制造乙醛、乙炔、氨、碳黑、乙醇、甲醛、烃类燃料、氢化油、甲醇、硝酸、合成气和氯乙烯等化学物的原料。本项目原料气在气源厂已进行了净化处理，气质标准符合《天然气》（GB17820-2018）中二类气体气质要求，为天然气液化项目的建设提供了必要的条件。为保证液化装置不受酸性气体、水、汞等污染物的腐蚀，影响项目运行，本项目在液化工序前设置脱酸、脱水脱汞环节。气源组分表见下表：

表 13 原料气组分表

烃类（摩尔分数，y%）		非烃类（摩尔分数，y%）	
甲烷	93.131	氮	0.042
乙烷	4.554	氢	0.013

丙烷	0.891	氧	0
异丁烷	0.175	氮	0.075
正丁烷	0.177	一氧化碳	0
异戊烷	0.080	二氧化碳	0.661
正戊烷	0.045	硫化氢	-
己烷和更重组分	0.156	水	-
总烃	99.209	总硫	-
相对密度	0.604	密度 (kg/m ³)	0.727
临界温度	198.8	临界压力(MPa)	4.62
高位发热量 (MJ/m ³)		39.2	
低位发热量 (MJ/m ³)		35.4	

(1) 甲烷

甲烷，化学式 CH₄，是最简单的烃，由一个碳和四个氢原子通过 sp³ 杂化的方式组成，因此甲烷分子的结构为正四面体结构，四个键的键长相同键角相等。极难溶于水。在标准状态下甲烷是一无色无味气体。分子量为 16，相对密度为 0.42（空气），饱和蒸汽压为 53.32kpa，熔点为-182.5℃，沸点为-164℃，闪点-188℃，爆炸限值 5.3~15%（V/V）。甲烷易燃，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。甲烷对人基本无毒，但当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速，若不及时远离，可致窒息死亡。

(2) 乙烷

乙烷分子式 C₂H₆，分子量 30。乙烷在某些天然气中的含量为 5%~10%，仅次于甲烷，无色无臭气体。熔点为-183.3℃，沸点为-88.6℃，相对密度为 0.45，饱和蒸汽压为-99.7℃，爆炸限值 3.0~16%(V/V)，不溶于水，微溶于乙醇、丙醇。

(3) 丙烷

丙烷无色气体，纯品无臭。分子量为 44，熔点为-187.6℃，沸点为-42.09℃，相对密度 0.50，饱和蒸汽压为 53.32kpa(-55.6℃)。丙烷在标准状态下是无毒的。

辅料理化性质：

(1) N-甲基二乙醇胺 (MDEA+活化剂)

分子式为 $C_5H_{13}NO_2$ ，本品为无色或微黄色油状液体，相对分子量为 119，凝固点为 $-21^{\circ}C$ ，沸点 $247.2^{\circ}C$ ，相对密度 $1.0377(20.4^{\circ}C)$ ，折射率 1.4678，闪点 $260^{\circ}C$ 。能与水、醇混溶，微溶于醚，无毒。贮存于地下贮槽。

(2) 脱水吸附剂 (4A 分子筛)

4A 分子筛是一种碱金属硅铝酸盐，能吸附水、 NH_3 、 H_2S 、二氧化硫、二氧化碳、 C_2H_5OH 、 C_2H_6 、 C_2H_4 等临界直径不大于 4A 的分子。广泛应用于气体、液体的干燥，也可用于某些气体或液体的精制和提纯，如氩气的制取。是工业上用量最大的分子筛品种之一。贮存于工艺装置的吸收塔内。

(3) 导热油

目前使用的导热油有烷基苯型导热油、烷基萘型导热油、烷基联苯型导热油等类型。导热油具有抗热裂化和化学氧化的性能，传热效率好，散热快，热稳定性很好。导热油作为工业油传热介质具有以下特点：在几乎常压的条件下，可以获得很高的操作温度。即可以大大降低高温加热系统的操作压力和安全要求，提高了系统和设备的可靠性；可以在更宽的温度范围内满足不同温度加热、冷却的工艺需求，或在同一个系统中用同一种导热油同时实现高温加热和低温冷却的工艺要求。导热油在供热系统内部循环使用。贮存于地下贮槽。

(4) 乙烯

最简单的烯烃，分子式 C_2H_4 。少量存在于植物体内，是植物的一种代谢产物，能使植物生长减慢，促进叶落和果实成熟。无色易燃气体。熔点 $-169^{\circ}C$ ，沸点 $-103.7^{\circ}C$ 。几乎不溶于水，难溶于乙醇，易溶于乙醚和丙酮。乙烯贮存于乙烯钢瓶中。

(5) 异丁烷

异丁烷又名 2-甲基丙烷。常温常压下为无色稍有气味的气体。熔点 $-159.6^{\circ}C$ ，沸点 $-11.8^{\circ}C$ 。微溶于水，溶于乙醚、乙醇、氯仿。贮存于异丁烷钢瓶中。

(6) 丙烷

无色气体，分子量为 44，熔点为-187.6℃，沸点为-42.09℃。辅料中的丙烷的主要作用为混合冷剂。贮存于丙烷钢瓶中。

(7) 氮气

通常状况下是一种无色无味的气体，而且一般氮气比空气密度小。氮气占大气总量的 78.08%(体积分数)，是空气的主要成份。在标准大气压下，冷却至-195.8℃时，变成没有颜色的液体，冷却至-209.8℃时，液态氮变成雪状的固体。贮存于氮气钢瓶中。

5、产品方案

本项目产品为液化天然气 LNG，副产品为重烃。

表 14 产品方案表

产品名称	压力	温度	预期产量	
LNG	0.35MpaG	-162℃	41.9t/d	5.82×10 ⁴ Nm ³ /d
重烃	<1600kPaG	45℃	738.24kg/d	/

表 15 LNG 产品规格

产品	组分	单位	要求数值
LNG	CH ₄	Mole%	≥93
	N ₂	Mole%	≤1
	CO ₂	ppmv	≤50
	H ₂ O	ppmv	≤1
	其他	%	平衡

副产品重烃，副产品重烃的正常饱和蒸汽压为 200 ~ 800 kPaG。副产品为天然气低温分离出来的重烃，与商用 LPG 规格不同，且组分含量会由于原料气组分的变化而变化。在原料气组成下，重烃产品状态和规格见下表：

表 16 重烃产品状态和规格

产品	组分	单位	要求数值
重烃	CH ₄	Mole%	≤0.5
	C ₂ H ₆	Mole%	≤2
	其他	%	平衡
	温度	℃	45
	压力	kpaG	<1600
	流量	Kg/h	约 81.1（视原料中重烃含量而定）

6、物料平衡与热平衡

表 17 工艺物料平衡表

进装置			出装置		
物料序号	物料名称	流量 (kg/h)	物料序号	物料名称	流量 (kg/h)
1	原料气	1817.5	1	液化天然气 (LNG)	1782.897875
/	/	/	2	重烃	30.76
/	/	/	3	放空气	2.84
/	/	/	4	H ₂ O	1
			5	无组织废气	0.0015
			6	杂质	0.000625
合计	/	1817.5	/	/	1817.5

表 18 天然气平衡

来气量			用途		
1	来气量	1980×10 ⁴ m ³ /a	1	生产用气量	1948×10 ⁴ m ³ /a
/	/	/	2	燃料用气量	32×10 ⁴ m ³ /a
合计	1980×10 ⁴ m ³ /a		1980×10 ⁴ m ³ /a		

表 19 热平衡表

序号	项目	锅炉热媒负荷				备注
		锅炉热媒参数		负荷	用热性质	
		压力 (Mpa)	温度 (°C)	千瓦 (KW)		
导热油炉供热系统						
1	生产工艺用热	0.5	280/180	300	连续	用于天然气净化
2	管网损失	/	/	15	/	/
3	导热油锅炉产热	1.0	320	350	/	/
4	余量	/	/	35	/	/

7、平面布置合理性分析

本项目液化厂位于榆佳工业园区。总体布置按照功能分区，分为生产区、辅助区、装车区。各区之间分界明确。生产区：布置有液化工艺装置区、放散管、事故水池、污水埋地罐地坑、管廊、储罐区等，位于项目区中间部位靠西侧，按照工艺流程布局紧凑合理。辅助区：布置辅助用房、消防水泵房、循环水设备、导热油撬、辅助用房内设置卫生间、工具间、办公室、高压配电间、低压配电间、控制室、维修间、壁挂炉间、循环水泵房等功能房间位于项目区东侧。装车区位于项目北侧：布置有 2 个装车臂，门卫、装车区集液池、地磅等，车辆从西门进入，装车完毕后从北门驶出。液化厂属于易燃

易爆性生产场所，为了厂区的安全管理，装车区、辅助区和生产区之间采用铁艺围墙分隔。

表 20 天然气液化厂区域布置的防火间距 (m)

名称	建构筑物	安全距离	
		《天然气液化厂设计标准》(GB51261-2019)	本项目
LNG 储罐	华创路(北侧)	20.0	167.3
	玉泉科技公司(相邻企业)	50.0	71.0
	110KV 架空电力线(杆高 40m)	43.0	222.1
	10KV 架空电力线(杆高 9m)	13.5	217.1
液化工 艺装置 区	华创路(北侧)	15.0	67.4
	玉泉科技公司(相邻企业)	38.0	60.4
	110KV 架空电力线(杆高 40m)	43.0	122.2
	10KV 架空电力线(杆高 9m)	13.5	117.2
汽车装 车区	华创路(北侧)	15.0	36.3
	玉泉科技公司(相邻企业)	38.0	89.1
	110KV 架空电力线(杆高 40m)	43.0	91.2
	10KV 架空电力线(杆高 9m)	13.5	86.2
放散管	华创路(北侧)	30.0	93.1
	玉泉科技公司(相邻企业)	40.0	101.5
	110KV 架空电力线(杆高 40m)	40.0	148.0
	10KV 架空电力线(杆高 9m)	40.0	143.0

从工艺流程、地形地貌、防火间距等方面分析，本项目液化厂总体布置合理。

8、公用工程

(1) 通信工程

根据通信业务的不同，厂内通信主要分为 8 部分。主要有无线调度通信系统、电话及网络系统、有线电视系统、视频监控系统、火灾自动报警系统、扩音对讲系统、周界报警系统、门禁系统。

(2) 供配电

本项目拟采用 10kV 电压等级供电，可考虑从工业园区已有 10kV 母线引两回 10kV 电源，作为本项目的外供电电源，应急电源采用由新建发电机组提供。

(3) 给水

本项目厂址位于榆林市佳县，站外华创路给水管网向本厂提供给水管网，供水压力不小于 0.25MPa，水质符合标准。供水主要满足厂区内工作人员的生活用水及部分区域的生产用水。

1) 循环冷却水系统

根据工艺要求及当地气候条件，循环冷却水采用闭式系统。

2) 生活用水

本项目员工不在厂区内食宿，生活用水仅为员工的办公生活用水。

3) 绿化用水

根据工程分析，本项目绿化用水水量为 783.41 m³/a。

4) 浇洒用水

根据工程分析，浇洒用水量为 566.32m³/a。

5) 脱盐水

本项目 MDEA 溶液定期需要补充脱盐水，脱盐水用量为 180t/a，外购。

(4) 排水

厂区排水主要为生活污水排水系统、雨水排水系统、事故废水排水系统。

1) 厂区污水排水系统

①生活污水

根据工程分析，本项目生活废水排放量为 0.816m³/d，269.28m³/a。生活废水经化粪池处理后进入园区污水管网，最终进入园区污水处理厂。

②生产废水

硬水产生量为 1.125m³/d (371.25m³/a)。注：本项目年工作 330 天。含有钙、镁化合物，用于厂区洒水抑尘，不外排。

生产过程中脱水环节产生的废水进入废液收集罐，定期外运有资质单位处置。

2) 厂区雨水排水系统

一般弱降水地表不会产生径流，只有在强降水条件下可形成径流。本项目初期雨水收集池容量确定如下：

初期雨水量采用榆林市暴雨强度公式计算确定，公式如下：

$$i = \frac{8.22(1 + 1.152 \lg P)}{(t + 9.44)^{0.746}}$$

$$Q = \Psi q F$$

i ——暴雨强度,mm/min(与 q 换算关系为 $q=166.67i$)；

q ——暴雨强度，L/(s·ha)；

P ——重现值，年；

t ——降雨历时，min；

Q ——雨水设计流量，L/s 或 m^3/h ；

P 取值 1 年， t 取值 30min， Ψ 取值 0.9， F 为 0.62hm^2 （有效收集雨水面积）经计算，暴雨强度 q 为 $88.34\text{L}/(\text{s}\cdot\text{ha})$ ，汇水面积内的雨水流量 Q 为 $49.3\text{L}/\text{s}$ ，则一次（以 30min 计）强降水厂区收集雨水量为 88.73m^3 。项目初期雨水主要污染物为 SS 和石油类，初期雨水借用事故池（ 588m^3 ）。根据《石化企业水体环境风险防控技术要求》（Q/SH 0729-2018）第 5.5.8 条：“事故池宜单独设置，非事故状态下需占用时，占用容积不得超过 1/3，且具备在事故发生时 30 分钟内紧急排空的设施”。本项目初期雨水量占用事故池约 15%，不超过事故水池容积的 1/3，且环评要求建设单位在建设事故水池时应具备在事故发生时 30 分钟内紧急排空的设施。收集的初期雨水送有资质单位处置。

经过分析可知，本项目初期雨水借用事故水池可行。

降雨后期的雨水进入雨水管网，通过雨水排水管道排出站外华创路雨水排水管道。

3) 厂区事故水排水系统

本次修建的事故水池尺寸为 $17.5\text{m}\times 8\text{m}\times 4.2\text{m}$ ，容积约为 588m^3 的事故水池。待事故结束后对水质进行监测，外运有资质单位处理。

4) 消防给水系统

①消防给水系统组成

消防给水系统由消防水池、消防主泵、稳压泵组、消防给水管网、消防水炮、室外消火栓、泡沫等组成。

②消防水量确定

根据《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019）第 12.2.10 条，装卸区室外消防用水量为 60L/s，消防用水持续时间为 3h，则计算消防水量为 648m³。根据《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019）第 12.4.1 条，液化天然气装卸区移动式高倍数泡沫灭火系统保护面积 16m²，泡沫混合液供给强度 7.2L/min·m²，泡沫混合比 3%，泡沫混合液流量 1.92L/s，给水流量 1.86L/s，持续供水 40min，则消防水量约为 4.5m³。

根据以上计算，本次设计消防总用水量为 652.5m³。

③消防水池

根据《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019），本项目在站内建消防水池一座，分为两格，两格水池的尺寸均为 17.5m×6m×3.2m，总容积为 777m³，有效容积为 672m³。

④消防给水管道及消火栓

厂内消防管网布置成环状，环管管径为 dn250，环状管道的进水管，不少于两条，环状管道用阀门分成若干独立管段。地下消防给水管道，埋设在冰冻线以下 300mm。厂内拟采用地上式消火栓，型号为 SS150/65，生产辅助区和生活区的消火栓保护半径可按 120m 确定；工艺装置区、装卸区的消火栓保护半径按 60m 确定。

⑤水炮设置

由于工艺装置区可燃气体、可燃液体量大，结合实际情况，在工艺区周围设置水炮保护，水炮型号为 PS40。

⑥消防泵房及消防水泵

厂区消防给水采用稳高压消防给水系统，一用一备，消防电泵一台，型号为 XBD8/70-W200，其性能为 Q=80L/s，P=0.80MPa，N=90kW；备用柴油机消防泵一台，型号为 XBC7.5/70-W200，其性能为 Q=70L/s，P=0.80MPa，

N=110.3kW；供水压力 H=0.80MPa，平时由稳压泵维持系统压力，火灾时由消防主泵根据管网压力变化自动向系统加压供水。当出现供电系统故障时，柴油机消防泵投入使用。消防水泵在接到报警后 2min 以内可投入运行，能够满足本次使用要求。

9、采暖通风

本设计主要包括站内工艺设备的用热、门卫及辅助用房采暖两部分。辅助用房选用一台单采暖式冷凝燃气壁挂炉进行采暖。壁挂炉必须采用全封闭式燃烧、平衡式强制排烟型。

10、劳动定员及工作制度

本项目劳动定员共计 34 人，工艺、仪表、电气设备工程师，操作工（班长、内操、外操、装车）等人员均采用四班三倒工作制度，公司其余岗位执行单班制作业。

表 21 运营期项目用排水一览表 单位：m³/d

序号	名称	用水定额	数量	用水量	损耗	废水量	排放去向
1	硬水	/	/	5.625	4.500	1.125	浇洒用水
2	脱盐水用水量	/	/	0.545	0.545	0	/
3	绿化用水	2.0 L/m ² ·d	10731.6m ² , 10天浇洒一次, 年浇洒 36.5次	2.146	2.146	0	蒸发
4	浇洒用水	2.5 L/m ² ·d	6206.25 m ² , 10天浇洒一次, 年洒水 36.5次	1.552	1.552	0	蒸发
5	生活用水	30L/(人·d)	34人	1.020	0.204	0.816	园区污水处理厂
6	天然气脱水	/	/	/	/	1.0	排入污水收集罐, 外运至有资质单位处置
7	总水量	/	/	10.888	8.943	2.941	2.941 中的 1.0 为天然气脱水, 排入污水收集罐, 外运至有资质单位处置

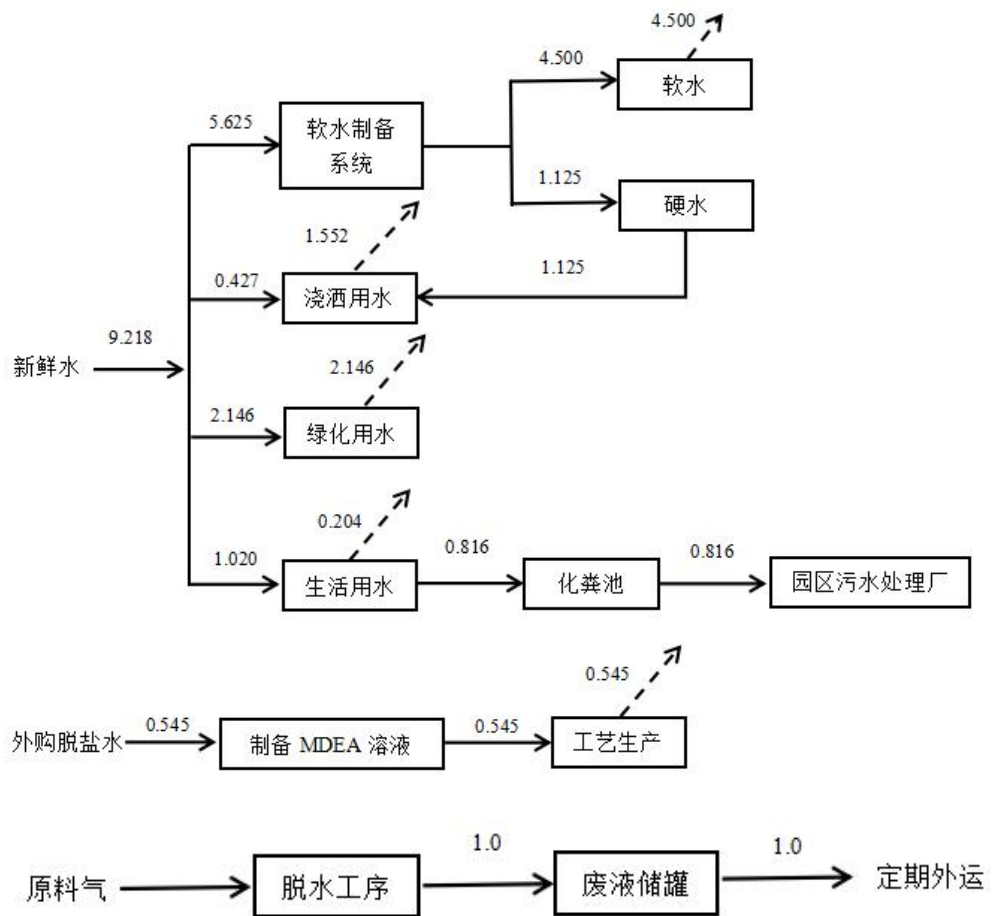


图 1 运营期水平衡图 单位: m³/d

工艺流程和产排污环节

一、施工期

本项目施工期的污染主要为工程建设产生的扬尘、噪声、废水、固废等污染物，本项目工程量较小，施工期相对较短，由于本项目已基本建成，在影响分析章节对施工期的影响进行回顾性分析，本节不再赘述。

二、运营期

1. 工艺流程及产排污节点图

本项目的工艺过程包括预处理（净化）、液化、装车及辅助系统等，主要工艺流程包括天然气净化和液化工艺。全厂总工艺流程及产排污节点图见下图：

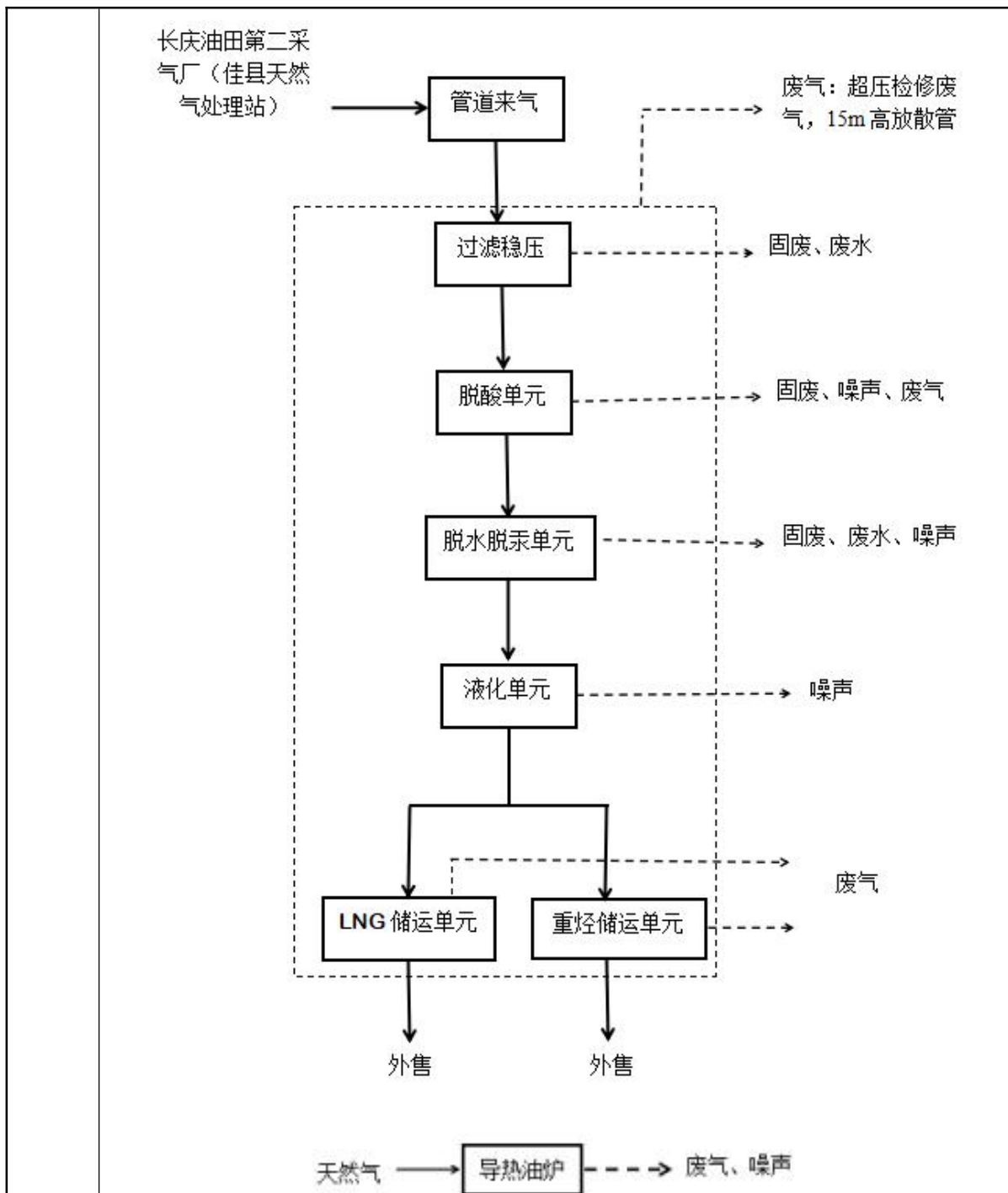


图2 全厂总工艺流程及产排污节点图

2.工艺流程简述:

本项目主要生产工艺为：净化系统采用 N-甲基二乙醇胺吸收法（即 MDEA）脱原料气中的 CO₂ 组分，分子筛吸附剂干燥脱水、吸附脱汞和低温分离脱重烃；液化系统采用混合冷剂制冷工艺。

1) 原料气净化系统

①过滤稳压

来自上游的原料天然气经过调压撬内的减压阀进行减压至 5.0MPa。经调压后的天然气进入 HPT 立式气液分离器，在其中分离出析出的气经除尘过滤器后进入脱酸撬。

产污节点：

固废：除尘过滤器产生的杂质，主要为上游管道中以及原料气中的极少量的杂质，按照危险废物处置。

废水：气液分离器产生的废水，主要为原料气中携带的少量水，此部分水进入脱水脱汞单元的废液收集罐。

② 脱酸

来自过滤稳压单元的原料首先进入脱酸装置，根据原料气可知，本项目原料气中不含硫元素，故本项目主要脱除原料气中含有的二氧化碳。

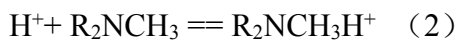
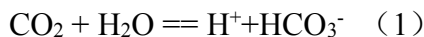
根据天然气成份和净化气产品质量要求，本净化工艺采用湿法脱除天然气中的 CO₂，选用 MDEA（N-甲基二乙醇胺）为化学脱除剂，一段吸收，一段再生，MDEA 溶液循环使用。使净化气中 CO₂ 含量在 50ppm 以下。

注：MDEA 溶液的配制浓度初定为 40%，视具体的配方而定。

该工艺流程包括 MDEA 吸收和再生两个工序。

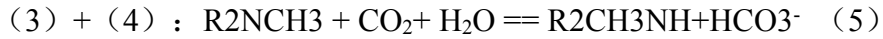
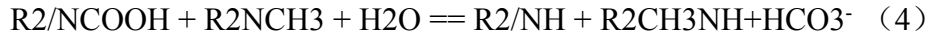
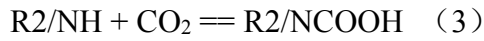
反应原理如下：

MDEA(N-Methyldiethanolamine)即 N-甲基二乙醇胺，分子式 CH₃-N(CH₂CH₂OH)₂，分子量 119.2，沸点 246-248℃，闪点 260℃，凝固点-21℃，汽化潜热 519.16KJ/Kg，能与水和醇混溶，微溶于醚。在一定条件下，对二氧化碳等酸性气体有很强的吸收能力，而且反应热小，解吸温度低，化学性质稳定，无毒不降解。纯 MDEA 溶液与 CO₂ 不发生反应，但其水溶液与 CO₂ 可按下式反应：



式（1）受液膜控制，反应速率极慢，式（2）则为瞬间可逆反应，因此

式（1）为 MDEA 吸收 CO₂ 的控制步骤，为加快吸收速率，在 MDEA 溶液中加入 1-5% 的活化剂 DEA（R₂/NH）后，反应按下式进行：



由式（3）-（5）可知，活化剂吸收了 CO₂，向液相传递 CO₂，大大加快了反应速度，而 MDEA 又被再生。MDEA 分子含有一个叔胺基团，吸收 CO₂ 后生成碳酸氢盐，加热再生时远比伯仲胺生成的氨基甲酸盐所需的热量低得多。

MDEA 溶液在与 CO₂ 发生化学反应的同时，也有部分 CO₂ 溶解于溶液中，该部分 CO₂ 在再生时也随之释放出来。

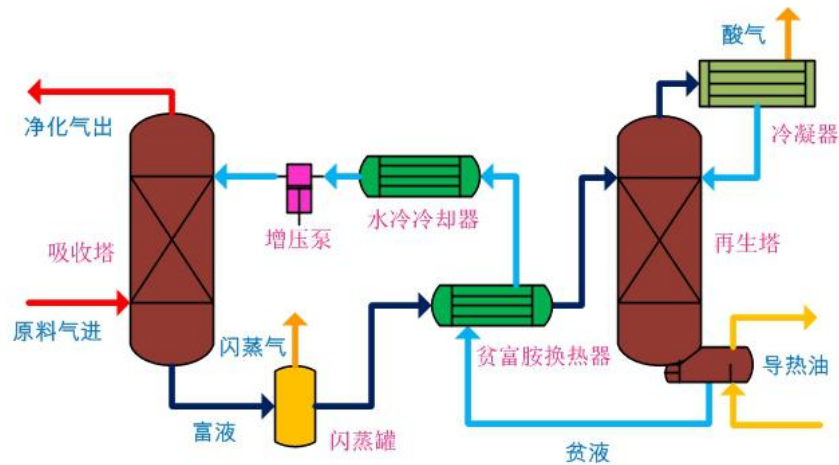


图3 MDEA脱酸流程图

如上图，来自调压后的原料气从吸收塔下部进入，自下而上通过吸收塔；再生后的 MDEA 贫液从吸收塔上部进入，自上而下通过吸收塔，逆向流动的复合胺溶液和天然气在吸收塔内充分接触，气体中的 CO₂ 被吸收而进入液相，未被吸收的组份从吸收塔顶部引出，被吸收塔进气冷却至 40℃ 以下，随后进入纯气冷却器。分离的气体送往脱水脱汞工序，冷凝液去富液槽。

吸收了酸气的复合胺溶液称为富液，降压后进入富液槽，二氧化碳和水气高点排出，然后与再生塔底部流出的高温贫液换热后，升温到 80℃ 后进入再生塔上部，在再生塔内进行汽提再生，直至达到贫液的控制指标。出再生塔的贫液经过贫富液换热器和贫富胺换热器，被冷却到 40~55℃，之后经贫

液泵，后从吸收塔上部进入，完成循环。

再生塔顶部的气体进入塔顶冷凝器后，分离的气体送往界区外，冷凝液由塔上部回到再生塔。

再生塔重沸器的热源由导热油提供。

产污节点：

废气：脱酸单位会产生酸性废气，主要成分是 CO_2 ，经安全泄压系统后高点放空。

噪声：贫液泵和富液泵等。

固废：废 MDEA 溶液，除尘过滤器产生的杂质。

③ 脱水脱汞

尽管原料气中汞的含量极微，但在天然气制冷过程中，金属汞会在铝材质（多为铝合金板翅式换热器、铝管路等）表面上生成铝汞齐（类似长毛），随后形成粉末状腐蚀产物，加快腐蚀进度，进而造成金属脆化，出现裂缝，发现气体泄漏。因此，必须进行脱除。

来自脱酸单元的净化后原料气首先进入脱水脱汞单元的脱汞罐，脱汞罐中装有活性炭吸附剂，可将原料气中携带的汞脱除。吸附剂饱和后需更换再生，设计工作时间大于8000小时。

干燥脱水系统由三台干燥器（两台主干燥器和一台辅助干燥器，主干燥器由两台干燥器组合而成，辅助干燥器为单独的一台干燥器）、一台加热器、一台冷却器、一台分离器等组成。主干燥器干燥及再生交替进行，再生分加热和冷却两个步骤，经干燥后的产品气体露点低于 -65°C 。

等压干燥系统的工艺过程如下：

混合气首先经流量调节阀分成两路。其中一路直接去干燥器，其中装填的干燥剂将气体中水分吸附下来，使气体得以干燥。在两台干燥器处于干燥的状态下，另一台干燥器处于再生过程。

干燥器的再生过程包括再生和吹冷两个步骤。在加热过程中，另一路混合气体首先经预干燥器进行干燥，然后经加热器升温后冲洗需要再生的干燥器，使吸附剂升温，其中的水分得以解析出来，解析气经冷却和分液后回到

干燥器的入口。

在吹冷过程中，再生气体直接去处于再生状态的干燥器，将干燥器温度降至常温，然后再经加热器加热后去预干燥器，对预干燥器中的干燥剂进行加热干燥，然后经冷却器和分液后回到吸收塔的入口。

产污节点：

废水：脱水单元脱除的废水。

固废：脱水单元产生的废分子筛，脱汞单元产生的废活性炭。

噪声：电加热器、空压机等。

2) 液化系统

液化系统选用一套处理量为 60000Sm³/d 的液化装置。

经脱碳、脱汞及脱水净化后的天然气进入液化冷箱中，预冷机组的冷却水在换热器中同时将混合制冷剂及净化后的原料气冷却，在经过中间级换热器后被冷却至-35℃，中间级换热器 HX1~2 下设有混烃分离罐，混烃分离罐分离出的液态混烃从罐底部流出冷箱，干气进入深冷换热器 HX3 进一步冷却至-150℃，液化成为 LNG，流出冷箱。

混合制冷剂经压缩机由 0.325MPa（G）增压至 1.85MPa（G），经 X1 换热器由预冷机组冷却水冷却，进入 X2 换热器。气体制冷剂经多级换热器冷却后逐步将制冷剂由气态转换为液体制冷剂，再经节流阀节流后温度进一步降低，之后反向流过各级板翅式换热器，在其中吸收原料天然气及高压制冷剂的热量，复热后返回制冷剂压缩机。其原理是利用返流液态制冷的气化潜热，吸收原料天然气及正流制冷剂的热量，使其液化。从冷箱出来的 LNG 经节流阀减压至 0.05MPa（G），进入 LNG 储罐储存。另外，从储罐过来的 BOG（闪蒸气）在冷箱换热器内回收冷量。

产污节点：

噪声：压缩机、泵等设备产生的机械噪声。

3) LNG 储运系统

本项目设一台容积为 100 m³ 的 LNG 真空粉末绝热储罐，液化天然气通过管道输送到 LNG 储罐。本设施主要满足 LNG 产品的装车配置需求，包括

1 台装车撬（含 2 台装车臂）。

产污节点：

废气：LNG 在储罐储存过程和装车过程中会产生少量闪蒸气，回收至天然气缓冲罐，不排放。

4) 重烃储运系统

重烃储存于重烃储罐，本项目设有一台容积为 30m³ 的卧式重烃储罐，定期由槽车外运。

产污节点：

废气：重烃在储罐储存过程和装车过程中会产生少量闪蒸气，回收至天然气缓冲罐。

5) BOG 回收系统

来自冷箱经过换热后的 BOG 约 0.03MPa.G 吸入 BOG 压缩机的吸入口增压至 0.3MPa.G 进入脱水脱汞撬。

产污节点：

噪声：压缩机、风机等。

6) 放空系统

放空系统设有 1 套放空气化器和 1 套直径 100mm，高 15m 的放散管。项目在非正常工况下的废气进入放空系统排放。

产污节点：

噪声：放散管噪声

废气：总烃、非甲烷总烃等。

7) 导热油炉

燃料气来自脱水撬再生气汇聚在 BOG 缓冲罐后，给导热油炉及发电机组供气，燃料气可由 BOG 缓冲罐提供，也可以由脱水脱汞撬后的原料气经调压至 0.3~0.35MPa.G 后作为燃料气给下游用气点供气。

产污节点：

噪声：引风机、循环油泵等。

废气：烟尘、氮氧化物等。

	固废：废导热油。
与项目有关的原有环境污染问题	本项目为新建项目，无原有环境污染问题。

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域 环境 质量 现状	1、环境空气质量现状					
	(1) 基本污染物					
	<p>本项目位于榆林市佳县，根据大气功能区划，本项目所在地为二类功能区，环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。根据陕西省生态环境厅办公室环保快报可知，佳县环境空气质量如下表：</p>					
	表 22 2021 年佳县基本污染物环境空气质量状况统计表					
	污染物	年评价指标	现状浓度/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 /%	达标情况
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	27	35	77.1	达标
	PM ₁₀	年平均质量浓度	55	70	78.6	达标
	SO ₂	年平均质量浓度	12	60	20.0	达标
	NO ₂	年平均质量浓度	23	40	57.5	达标
	CO	第 95 百分位 24 小时平均浓度	1.2	4	30.0	达标
O ₃	第 95 百分位 8 小时平均浓度	154	160	96.3	达标	
<p>根据上表的监测统计结果可以看出，佳县 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 年平均质量浓度、O₃8 小时平均质量浓度、CO24 小时平均浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求，佳县属于达标区。</p>						
(2) 其他污染物						
<p>本项目的特征污染物为总烃和非甲烷总烃。根据可知，其他污染物可收集评价范围内近 3 年与项目排放的其他污染物有关的历史监测资料。本项目收集到榆佳经济技术开发区佳县中宏工贸有限公司日产 15 万方管道气液化项目的监测结果，其与本项目排放的其他污染物相同，其监测时间为 2021 年 8 月，与本项目的距离为 760m，满足引用条件。佳县中宏工贸有限公司日产 15 万方管道气液化项目大气监测结果如下：</p>						
①监测布点						
布设 1 个监测点位。						
②监测时间与频次						

大气监测日期为 2021 年 8 月 26 日~8 月 28 日，连续监测 3 天。

③采样及分析方法

监测采样和分析方法见表。

表 23 环境空气质量现状监测项目及采样分析方法

污染物	方法来源	检测仪器	检出限
总烃	《环境空气总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定直接进样-气相色谱法》(HJ604-2017)	GC9790 II 气相色谱仪 (TYJC-YQ-001)	0.06mg/m ³
非甲烷总烃			0.07mg/m ³

④监测结果

表 24 监测结果一览表 单位: mg/m³

监测因子	样品数	浓度范围 (1 次值)	标准限值
总烃	3×4	2.20~2.38	5.0
非甲烷总烃	3×4	0.82~0.96	2.0

根据现状监测结果，项目所在地环境空气中非甲烷总烃浓度满足《大气污染物综合排放标准详解》中的标准限值；总烃浓度参照以色列相关标准，满足标准要求。

环境保护目标

- 1.大气环境。本项目厂界 500m 范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域等保护目标。
- 2.声环境。本项目厂界外 50m 范围内无声环境保护目标。
- 3.地下水环境。本项目厂界外 500m 范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源。
- 4.生态环境。根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（污染影响类）（试行）可知：产业园区外建设项目新增用地且用地范围内含有生态环境保护目标时，应进行生态现状调查。本项目位于产业园区内，可不对生态环境敏感目标进行调查。

污染物排放控制标准

- 1.废气
运营期非甲烷总烃企业边界处 1h 平均浓度值执行《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）；总烃参照以色列标准。厂界内监控点处 1h 平均浓度值《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）。导热油炉废气中的烟尘和颗粒物执行《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018），林格曼黑度执行《锅炉大气污染物排放标

准》（GB13271-2014）。

表 25 运营期工艺区大气污染物排放限值

标准名称及级（类）别	污染因子	标准值	
		单位	限值
《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）	非甲烷总烃	mg/m ³	4.0（无组织监控浓度值）
《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）			10.0（监控点处 1h 平均浓度值）

表 26 导热油炉排放标准

污染物	排放浓度限值（mg/m ³ ）	监控位置	标准
颗粒物	10	烟囱排放口	《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）
氮氧化物（以二氧化氮计）	50		
林格曼黑度	≤1		

2、废水

生活污水排入园区污水管网执行《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 A 级标准；生产废水经处理后回用不外排。

表 27 项目废水污染物排放标准一览表

项目	污染物名称	标准名称	标准值（mg/L）
生活污水	TP	污水排入城市下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 A 级标准	8
	COD		500
	BOD ₅		350
	SS		400
	氨氮		45

3、噪声

运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

表 28 项目噪声排放标准一览表

时期	监测点	执行标准	标准限值 dB（A）	
			昼间	夜间
运营期	厂界	《工业企业环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准	65	55

4、固废

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）有关要求；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单中有关要求。

总量控制指标	<p>本项目生活废水排入园区污水处理厂，废水排放的 COD、氨氮纳入园区污水处理厂，本项目不单独申请废水 COD、氨氮的总量。项目废气污染物总量控制指标为：NO_x: 0.2016t/a; VOCs: 0.012t/a。</p>
--------	--

四、主要环境影响和保护措施

施工 期环 境保 护措 施	<p>本项目液化厂已基本建成。施工期为2021年1月至2021年7月。根据向建设单位和施工单位了解可知，施工期采取了相应的环境保护措施，根据项目特点，对施工期的环境保护措施进行回顾性分析，主要从施工期所采取的环境保护措施、产生的环境影响、存在的环保问题以及整改措施等方面进行分析。</p> <p>一、施工期采取的环境保护措施</p> <p>1、废气</p> <p>施工期废气主要有施工扬尘、道路扬尘、物料堆场扬尘、施工车辆尾气等。采取的环境保护措施有：</p> <ul style="list-style-type: none">①对物料进行苫盖、施工现场洒水抑尘；②运输车辆出场冲洗，车辆全覆盖，防止车辆带泥上路；③定期对车辆行驶的道路进行清扫；④本项目使用商品混凝土，现场不设混凝土搅拌站，减少扬尘排放等。 <p>2、废水</p> <p>施工期废水主要有施工废水和生活废水。采取的环境保护措施有：</p> <ul style="list-style-type: none">①施工废水经临时沉淀池（防渗）处理后全部回用于施工道路及场地洒水降尘，不外排；②施工人员盥洗废水用于施工场地洒水抑尘，生活废水设临时旱厕收集，定期清掏外运作农肥。 <p>3、噪声</p> <p>施工期噪声主要为交通噪声和施工作业噪声。采取的环境保护措施有：</p> <ul style="list-style-type: none">①车辆减速慢行，禁止鸣笛；②选用低噪声设备，加强机械设备的保养与维修，保证设备正常运转。 <p>4、固体废物</p> <p>本项目施工期的固体废物有建筑垃圾、生活垃圾。采取的环境保护措施有：</p> <ul style="list-style-type: none">①生活垃圾分类收集，交由环卫部门处置；②建筑垃圾充分综合利用，无法利用的送往城建部门指定的建筑垃圾处理
---------------------------	--

场处置。

5、生态环境

本项目施工期对环境的影响主要为施工挖损对植被的影响。

佳县林业局关于榆林顺昌天然气有限公司新建顺昌 LNG 天然气液化项目使用林地的审核意见，同意榆林顺昌天然气有限公司新建顺昌 LNG 天然气液化项目使用佳县林地总面积 0.6243 公顷，具体为王家砭镇王家砭村集体林地 0.6243 公顷。按照林地类型分为防护林林地 0.0473 公顷，其他林林地 0.577 公顷；按照森林类别分，为地方公益林地 0.6243 公顷；按照林地地类分，国家特别规定灌木林地 0.0473 公顷，以柠条、沙蒿和其他草本为主，灌木或草本呈带状或丛状分布，树高 0.5-1.1 米之间，平均盖度 35%，灌木分布相对均匀，长势一般，天然更新能力较差，草本植被生长茂密，不涉及活力木蓄积。未成林造林地 0.577 公顷，以柠条为主，平均树高 0.8-1.1 米，长势一般，天然更新能力较差，无活力木蓄积。该项目拟使用林地不涉及自然保护区，不涉及重点保护的野生动植物，不涉及古树名木，不涉及湿地公园，不涉及风景名胜，不涉及森林公园，不涉及沙化封禁区，不涉及退耕还林地，不占用基本农田等。本项目已于 2022 年 2 月 15 日向佳县林业局缴纳了森林植被恢复费 199776 元，专款用于占用林地的恢复。采取的环境保护措施有：

①严格按照建设项目工程规划许可证上批复的面积和红线进行建设，临时施工场地全部设置在厂界占地范围内，无厂界外占地的现象；

②本项目占用的林地已按照要求缴纳了森林植被恢复费，专款用于对本项目占用林地的补偿。

二、施工期的环境影响

经调查可知，施工期废水产生量较少，收集后全部回用，不外排，未对环境产生影响。采取的废气环境保护措施基本可行，无周边居民投诉的情况。本项目厂界 50 米范围内无噪声敏感点，在采取了一定的噪声防治措施后，对周边的环境的影响不大，施工期无居民噪声投诉现象。厂界周边无固体废物乱堆乱放的现象。本项目施工期前大部分为沙土地，局部分布有草本和木本植被，覆盖率较低，通过减缓和补偿措施，减缓施工期对生态环境的影响。

总体来说，施工期采取的措施基本可行，对环境的影响不大，施工期废水、废气、噪声、固废的影响已结束，生态环境影响可通过运营期厂区绿化来进一步减少施工对植被的破坏。通过采取上述措施，施工期的环境影响整体较小。

三、施工期存在的环保问题

根据现场调查可知，已建工程施工期存在的环保问题有以下几点：

- ①地表开挖，厂界内的植被遭到破坏，目前厂区内部分区域尚未平整硬化，雨天存在水土流失现象。
- ②目前场界内尚有遗留的建筑工具以及少量的建筑物料散乱堆放于场地内。
- ③厂界内目前尚未硬化，由于大量沙土堆积，大风天容易起尘，加剧当地扬尘现象。



图4 厂区存在的环保问题

四、整改措施

- ①取得环评批复后，尽快施工，对厂区其余其余进行平整硬化。取得环评批复前，采用防风抑尘网对厂区内的物料，裸露地面进行覆盖。
- ②对厂界内的建筑工具以及建筑物料进行归置，苫盖，防止扬尘产生。
- ③取得环评批复后按照本报告和环评批复的要求对运营期期的污染防治措施进行建设。

运营 期环 境影 响和 保护 措施	<p>一、废水</p> <p>1、废水产生和排放情况分析</p> <p>A.用水量</p> <p>本项目运营期主要用水为循环冷却水，生活用水，绿化用水、浇洒用水等。</p> <p>1) 循环冷却水</p> <p>本项目拟采用一台 JZ-1T/H 型纯水设备制备本项目所需的脱盐水，所采用的的纯水制备设备的主要工艺为原水→过滤器→反渗透系统→纯水。本项目为间断补水，每天补水约 4.5 小时，每日的补水量为 4.5 m³/d。软化水通过软化水箱补入循环系统。废水按照 20%的产生率进行计算，本项目制备软化水需水量为 5.625m³/d (1856.25m³/a)，硬水产生量为 1.125m³/d (371.25m³/a)。注：本项目年工作 330 天。</p> <p>2) 脱盐水用水量</p> <p>本项目 MDEA 溶液定期需要补充脱盐水，所需脱盐水量为 0.5t/h，因间断使用，故采用外购方式，日用水量按照 1t/d 计，使用天数按照 180 天计，脱盐水年使用量为 180t/a。</p> <p>3) 绿化用水量</p> <p>本项目设计绿化面积 10731.6m²，浇洒水量为 2.0L/m²·次，平均 10 天浇洒一次，年用水量为 783.41m³/a。</p> <p>4) 浇洒用水量</p> <p>本项目设计道路及硬化面积约为 6206.25 m²，洒水量为 2.5 L/m²·次，10 天一次，年用水量为 566.32m³/a。</p> <p>5) 生活用水</p> <p>根据本项目设计资料可知，本项目劳动定员 34 人，根据《陕西省行业用水定额》(DB61/T943-2020)，陕北地区农村居民生活用水定额 65L/(人·d)，本项目员工不在厂区内食宿，生活废水仅为办公生活用水，结合本项目实际，本次水量定额按照进行 30L/(人·d)计算。经计算，本项目用水量为 1.02m³/d，</p>
----------------------------------	--

总用水量为 336.6m³/a (项目年运行 330 天)。按照 0.8 的排水系数进行计算,项目排水量为 0.816m³/d, 269.28m³/a。依据典型生活污水水质类比,并结合本项目特点,确定本项目污染物产生种类分别为: COD、BOD₅、SS、氨氮、总磷等。生活废水经化粪池处理后进入园区污水管网,最终进入园区污水处理厂。

B.废水量

1) 生活废水

按照 0.8 的排水系数进行计算,项目排水量为 0.816m³/d, 269.28m³/a。依据典型生活污水水质类比,并结合本项目特点,确定本项目污染物产生种类分别为: COD、BOD₅、SS、氨氮等,生活废水经化粪池处理后进入园区污水管网,最终进入园区污水处理厂。

2) 生产废水

本项目生产废水主要有脱水单元产生的废水以及软水制备系统产生的硬水,即浓盐水。

来自脱水单元的废水产生量约为 1m³/d,排入污水收集罐,外运至有资质单位处置。类比同类型项目,脱水环节产生的废水主要的污染物为石油类、COD、SS 等,其成分较为简单但是根据原料气成分不同,成分和污染物的含量会有所区别,本项目在生产区设有污水收集罐 1 台,容积为 24m³,为地埋式污水罐。

软水制备系统废水产生量硬水产生量为 1.125m³/d (371.25m³/a),含有钙、镁化合物,即为我们常说的浓盐水,用于场地洒水降尘。

2、废水处理措施可行性分析

1) 生活污水

园区目前有污水处理厂 1 座,由陕西蔚蓝节能环境科技集团有限责任公司经营管理。其位于王家砭镇佳芦河北 1.0km 处(榆佳五路与榆佳十一路交界处),占地面积 17500m²,2018 年 11 月建成投运。收水范围为榆佳经济技术开发区的生活污水,本项目位于园区内,设计处理规模污水厂设计水量

近期为 3200m³/d（包含 200m³/d 的 MBR 一体化污水处理设备），远期为 6000m³/d。采用粗格栅+细格栅+调节池+水解酸化+（A/O）n 池+二沉池+混凝沉淀+滤布滤池+消毒工艺（包含近期 200m³/d 的 MBR 处理工艺）处理生活污水，处理后的污水水质均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准和《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）后用于榆佳经济技术开发区绿化、道路浇洒、冲厕及部分工业用水等，不外排。

因园区进驻企业较少，且各企业生产废水综合利用，均不外排；污水处理厂目前仅处理园区企业、管委会等产生的生活污水，实际处理量为 150m³/d 左右。污水处理厂处理后的尾水储存于蓄水池，综合利用用于园区绿化、洒水抑尘等，不外排。

依托可行性分析：

地理位置：本项目位于榆佳经济技术开发区，在污水管网收水范围之内。

处理水量：园区污水处理厂设计处理规模污水厂设计水量近期为 3200m³/d（包含 200m³/d 的 MBR 一体化污水处理设备），远期为 6000m³/d，近期由于入住企业较少，实际处理量为 150m³/d，而本项目废水产生量为 0.816m³/d，从水量上分析，具有依托可行性。

水质：园区污水处理厂接纳水质为生活污水，本项目排放的废水全部为生活废水，从水质上分析，具有依托可行性。

园区污水处理厂废水去向：处理之后的废水用于园区内绿化，不外排。

污水处理厂排放指标如下：

表 29 污水处理厂出水指标

序号	基本控制项目	单位	控制指标
1	COD	mg/L	50
2	BOD ₅	mg/L	50
3	SS	mg/L	10
4	动植物油	mg/L	1
5	氨氮	mg/L	5
6	总磷	mg/L	0.5

7	色度	mg/L	30
8	pH	/	6-9

表 30 生活污水产排情况

生活污水	主要污染物					废水产生量 (m ³ /a)
	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP	SS	
产生浓度 (mg/L)	350	200	35	4.50	200	269.28 m ³ /a
产生量 (t/a)	0.094	0.054	0.009	0.001	0.054	
处理方式及效率:化粪池处理	15%	10%	3%	10%	30%	
排放浓度 (mg/L)	297.50	180.00	33.95	4.05	140.00	
《污水排入城镇下水道水质标准 (GB/T31962-2015)表 1 中 A 级标准。	500	350	45	8	400	
是否满足接管标准	满足	满足	满足	满足	满足	
处理方式及效率:厌氧-好氧处理	85%	87%	82%	75%	90%	
排放浓度 (mg/L)	44.63	23.40	6.11	1.01	14.00	
排放量 (kg/a)	12.02	6.30	1.65	0.27	3.80	
污水处理厂控制指标	50	50	5	0.5	10	
是否达标	达标	达标	达标	达标	达标	

2) 生产废水

①脱水单元产生的废水

来自脱水单元的废水产生量约为 1m³/d，排入污水收集罐，外运至有资质单位处置。本项目在生产区设有污水收集罐 1 台，容积为 24m³，可满足废水 24 天的产生量，从水量分析，容积为 24m³ 的污水收集罐可行。类比同类型项目，脱水环节产生的废水主要的污染物为石油类、COD、SS 等，其成分较为简单但是根据原料气成分不同，成分和污染物的含量会有所区别，废水定期外运处置，不直接排放，对环境的影响较小。

②浓盐水

浓盐水主要有钙、镁化合物，用于场地洒水降尘。根据《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)，道路清扫用水对钙、镁化合

物无相关限值要求，说明其水质符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）用水标准。根据工程分析可知，本项目的浇洒用水量水量为 1.552m³/d，浓盐水的产生量为 1.125m³/d，全部的浓盐水可用于场地浇洒用水，从水量分析，浓盐水用于浇洒用水可行。

二、废气

1、源强计算

本项目废气污染物主要有脱酸工序产生的酸性气体，放散管排放废气，闪蒸气，装置区无组织排放废气，导热油炉废气等。

1) 脱酸工序产生的酸性气体

天然气中含有的酸性气体会造成金属腐蚀、污染环境，并在低温环境下产生冰冻而堵塞管道和设备。此外，CO₂ 含量过高，会降低天然气的热值。因此，必须严格控制天然气中酸性组分的含量，以达到工艺和 LNG 产品质量的要求。本装置选择甲基二乙醇胺（MDEA）作为脱除酸性气体的溶剂。根据项目原料气检测报告中的气质组分，本项目原料气中不含有 H₂S，故本项目脱酸产生的酸气主要为 CO₂，CO₂ 不属于大气污染物，是空气中的正常组分，在空气中稀释扩散、被自然界中植物光合作用进一步转化吸收，不会对环境空气造成破坏，可高空直接排放。本项目产生酸性气体在脱酸装置顶部高空排放。

2) 放散管排放废气

本项目主体工程正常工况下不排放废气，非正常工况如设备检修和安全阀排放气，进入放空系统。根据《天然气液化工厂设计标准》（51261-2019）中“9.1.6 泄压装置事故紧急排放、工艺设备或管道正常生产及检修排放的可燃气体，应排入全厂可燃气体排放系统或其他安全放空系统”，条文说明中“9.2.1 全厂可燃气体排放系统包括两部分：全厂可燃气体排放管网、火炬设施或全厂可燃气体放散设施”，“9.5.12 集中放散管管口高度应高出距其 25m 内的建（构）筑物 2m 以上，且距地面不应小于 15m，并满足安全和环境保护的国家现行标准的有关规定。”根据本项目可行性研究报告和设计资料可知，放散管位置满足要求，配套设有放空气化器，放散管高度为 15m，直径

为 100mm。本项目在根据建设单位提供的原料天然气组分表可知，原料气中的烃类物质的摩尔分数为 99.209%（其中甲烷 93.131%）；非烃类物质的摩尔分数为 0.791%（其中硫化氢、水、总硫未检出）。放散管排放气体的主要成分为甲烷。废气的产生与检修次数，设备运行状况等有关。

根据类比站场运营经验，每年排放 3~5 次，每次不超过 5min，本项目按 5 次计算。根据可研报告参数以及同类型项目实际运行情况可知，排放量不超过 50m³/次，本次评价按最大释放量（50m³/次）计算，天然气密度为 0.727kg/Nm³，则散出的天然气的最大量为 36.35kg/次，即 181.75kg/a。根据本项目天然气组分表可知，本项目天然气中甲烷的体积百分比为 93.131%，非甲烷总烃含量约占 6.869%。由此可知检修废气中，非甲烷总烃排放量为 2.497kg/次（12.485kg/a）。换算可知，非甲烷总烃的排放速率约为 30kg/h，为非正常工况排放。此外，由于本项目原料气硫化氢和总硫未检出，说明原料气中不含硫元素，对环境的影响较小。

3) 闪蒸气 (BOG)

LNG 液相工艺管道，由于漏热而自然蒸发一定量的气体，生产运行中由于装车，LNG 槽车内的气体，LNG 储罐，这些气体统称为 BOG 气体，当 BOG 气体压力过高时需要进行回收或安全放散。

本项目对闪蒸气进行回收。回收后的闪蒸气一部分经换热、升温供厂区内的燃料气使用，一部分返回生产工序再液化。本项目闪蒸汽不直接进入环境空气，经过燃料气燃烧后的产物为 NO_x 和烟尘等，本项目采用低氮燃烧设备，可实现达标排放，对环境空气的影响不大。

4) 装置区无组织排放废气

本项目工艺流程为密闭系统，从物料的投入到物料的输出始终在一个由装置和管道组成的密闭系统，被加工的物料始终在受控条件下（安全状态下）工作，无组织排放量极少，对环境空气的影响不大。本项目无组织废气主要为装置区无组织产生的 VOC_s（以非甲烷总烃计），主要来自制冷剂蒸发，装置阀门、法兰、管道等连接处的损失量，正常情况下漏损量很少。本项目设有 1 台 20m³ 的冷剂回收罐，用于装置开、停车的冷剂回收。1 个 40L 的

乙烯钢瓶，1个40L的乙烷钢瓶，1个118L的丙烷钢瓶，1个118L的异丁烷钢瓶。根据本项目设计资料以及实际建设情况，冷剂消耗总量为1.2t/a，无组织排放量约为原料补充量的1%，则无组织废气排放量为0.012t/a，本项目年生产8000h，则排放速率约为0.0015kg/h。

5) 导热油炉废气

本项目导热油炉采用本项目原料气和部分闪蒸汽，原料气组分中无硫化氢，导热油炉采用低氮燃烧设备，本项目的燃烧产物主要为氮氧化物及烟尘。

根据《纳入排污许可管理的火电等17个行业污染物实际排放量计算方法（含排污系数、物料衡算方法）（试行）》附录B工业锅炉表B.3燃气工业锅炉的废气产排污系数计算项目工业废气量及烟尘产生量。由于项目原料气为已初步净化过的管道气，导热油炉燃料气采用在厂内经过滤、计量、调压后的天然气，且项目导热油炉烟气安装低氮燃烧器，NO_x产生量参考《环境保护实用数据手册》（机械工业出版社，胡名操主编）第69页，表2-63中天然气燃烧时二氧化氮的产生量为6.3kg/万m³。项目导热油炉烟气经15m高排气筒排放。

表 31 天然气消耗表

序号	名称	规格	单位	消耗定额	消耗量	
					运行小时	每年耗 Nm ³
1	导热油炉	15~20kpa	Nm ³	40Nm ³ /h	8000	320000

表 32 项目导热油炉烟气中污染物产排情况一览表

项目	产污系数	产生量	产生浓度 (mg/m ³)	排放量	排放浓度 (mg/m ³)	DB61/122 6-2018 (mg/m ³)
废气	136259.17 标 m ³ /万 m ³ -天然气	4.36×10 ⁶ m ³ /a	/	4.36×10 ⁶ m ³ /a	/	/
烟尘	103.9mg/m ³ -天然气	0.0332t/a	7.62	0.0332t/a	7.62	10
氮氧化物	6.3kg/万 m ³ -天然气	0.2016t/a	46.24	0.2016t/a	46.24	50

表 33 导热油炉相关参数

编号	名称	排气筒底部中心坐标	排气筒底部海拔高度/m	排气筒高度/m	排气筒出口内径/m	烟气流速/(m/s)	烟气温度/℃	年排放小时数/h	排放工况

DA001	导热油炉	110°13'4 6.642"	38°16'7 .3059"	1142	15	0.4	1.21	58	8000	连续
-------	------	--------------------	-------------------	------	----	-----	------	----	------	----

由上表可知，导热油炉烟气中产生污染物浓度满足《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）表3燃气锅炉大气污染物排放浓度限值（颗粒物≤10mg/m³；氮氧化物（以二氧化氮计）≤50mg/m³）。

2、污染物排放量核算

表 34 大气污染物有组织排放量核算表

序号	排放口编号	污染物	核算排放浓度/ (ug/m ³)	核算排放速率/ (kg/h)	核算年排放量 (t/a)
一般排放口					
1	DA001(导热油炉)	颗粒物	/	/	0.0332
2		NO _x	/	/	0.2016
一般排放口合计		颗粒物	/	/	0.0332
		NO _x	/	/	0.2016
有组织排放总计		颗粒物	/	/	0.0332
		NO _x	/	/	0.2016

表 35 大气污染物无组织排放量核算表

序号	排放口编号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量 (t/a)
					标准名称	浓度限值 (ug/m ³)	
1	/	工艺装置区	非甲烷总烃	密闭装置	《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）	4000（无组织监控浓度值）	0.012
					《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）	10000（监控点处1h平均浓度值）	
无组织排放总计							
无组织排放总计				非甲烷总烃		0.012	

表 36 项目大气污染物年排放量核算

序号	污染物	年排放量 (t/a)
1	颗粒物	0.0332
2	NO _x	0.2016
3	非甲烷总烃	0.012

3、大气环境保护距离计算

根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018），当存在污染物无组织排放情况时，应采用推荐模式中的大气环境防护距离模式计算无组织源的大气防护距离。计算出的距离以污染源中心点为起点的控制距离，并结合场区平面布置图，确定控制距离范围，超出场界以外的范围，即为项目大气防护距离。

经计算，本项目无组织废气场界不存在超标点，不需设置大气防护距离。

4、防治措施可行性分析

①本项目导热油炉采用低氮燃烧技术，废气可满足《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）和《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）排放限值。在运营期应保证导热油炉正常运行，确保天然气燃烧废气达标排放。

②项目所有生产装置均为密闭系统。非正常工况如设备检修和安全阀排放气，进入放空系统，废气逸散到空气中，经空气对流稀释，对环境影响较小。保证项目工艺区正常运行，减少放散废气的排放量。

③本项目脱酸系统产生的 CO₂ 是空气中的正常组分，在空气中稀释扩散、被自然界中植物光合作用进一步转化吸收，不会对环境空气造成破坏。

④本项目 BOG 回收系统采用 BOG 缓冲罐对闪蒸气进行回收。闪蒸汽不进入环境空气，不会对环境产生影响。

三、噪声

1、噪声源统计

本项目产生噪声的设备主要为为各类撬体、机组、放散管等，噪声产生的相关参数见下表：

表37 噪声污染源统计表

位置	产噪装置	产噪设备	数量	治理前声压级	治理措施（室内还是室外）	排放规律	治理后声压级
主体工程	脱酸撬	贫液泵	2（1开1备）	85	基础减振、隔声罩	连续	70
		富液泵	2（1开1备）	80	基础减振、隔声罩	连续	65
	脱水、脱汞撬	电加热器	2（1开1备）	85	基础减振、隔声罩	连续	70

		空压机	2 (1开1备)	85	基础减振、隔声罩	连续	70
	主冷机组	主冷机组压缩机	2(同时开)	95	基础减振、隔声罩	连续	80
		油泵	2 (1开1备)	75	基础减振	连续	65
	预冷机组及预冷水箱	预冷压缩机	2(同时开)	90	基础减振、隔声罩	连续	75
		水泵	2 (1开1备)	85	基础减振、隔声罩	连续	70
	BOG 增压机	压缩机	1	87	基础减振、隔声罩	连续	72
		风机	1	75	基础减振	连续	65
		加热器	1	75	基础减振	连续	65
	放空系统	放散管	1	110	加装消声器	偶发, 不计	95
辅助工程	导热油撬	引风机	1	75	基础减振	连续	65
		循环油泵	2 (1用1备)	80	基础减振, 隔声罩	连续	65
	循环水系统	水泵	3 (2用1备)	85	基础减振, 隔声罩	连续	70
		风机	2 (1开1备)	80	基础减振、隔声罩	连续	65
		喷淋泵	4 (2用2备)	75	基础减振	连续	60

本项目的噪声源分布在工艺装置区和辅助工程区, 噪声源主要分布在场中间和场地东侧。

2、噪声预测

(1) 预测模式

按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 中推荐的模式进行预测。某个噪声源在预测点的 A 声级为:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)$$

式中: $L_A(r)$ —距离声源 r 处的 A 声级, dB(A);

$L_A(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级, dB(A);

r_0 —参考位置距离声源的距离，m；

r —预测点距离声源的距离，m；

对预测点多源声影响及背景噪声的叠加：

$$L_A(r) = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_A(r)}{10}} + 10^{\frac{L_A(r_0)}{10}} \right]$$

式中：N 为声源个数；

$L_A(r_0)$ 为预测点的噪声背景值（dB(A)）；

$L_A(r)$ 为预测点的噪声声压级（dB(A)）预测值。

（2）预测点位

噪声影响评价主要预测项目厂区内的设备噪声对厂界的影响，并对该影响作出评价。噪声预测选择在站址厂界四周，东南西北各 1 个点，将各噪声源强叠加到一个点来进行预测。

（3）预测参数

表 38 本项目主要噪声设备与厂界的距离

产噪装置	产噪设备	治理后声压级	与厂界的距离（m）			
			东	南	西	北
脱酸撬	贫液泵	70	77.9	106.9	30.0	61.7
	富液泵	65				
脱水、脱汞撬	空压机	70	77.9	111.6	31.5	56.7
	电加热器	70				
主冷机组	主冷压缩机	83	59.9	93.1	47.5	53.7
	油泵	65				
预冷机组及预冷水箱	预冷压缩机	78	61.5	111.6	49.5	56.7
	水泵	70				
BOG增压机	压缩机	72	59.9	106.9	49.5	61.7
	风机	65				
	加热器	65				
导热油撬	引风机	65	15.0	74.5	100.5	98.3
	循环油泵	65				
循环水系统	水泵	73	14.0	93.1	101.5	75.1
	风机	65				
	喷淋泵	63				

（4）预测结果

表 39 本项目预测结果表 单位：dB (A)

位置	贡献值	标准值	评价结果
厂界东	54.11	昼间：65 夜间：55	达标
厂界南	46.12		达标
厂界西	52.25		达标
厂界北	51.52		达标

(5) 评价结论

本项目的设备较多，噪声较大的设备如空压机、压缩机、泵等设备也较多。本项目的噪声源主要分布在厂区中心的工艺装置区和东侧的辅助用房区域，由预测结果可知，由于高噪声距离厂区东侧和西侧距离较近，厂界噪声较大。

正常工况下，产噪设备通过隔声、基础减振、距离衰减等措施后，厂界贡献值均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类区标准。本项目周边 50 米范围内噪声敏感点，由此可见，本项目建成运行后，对周围声环境影响不大。

3、噪声环境保护措施

由于本项目高噪声设备较多，为进一步控制噪声排放要求，环评要求：

①本项目高噪声设备较多，部分设备距离厂界较近，建设单位严格按照环评提出的环保措施进行建设，防止噪声超标；

②加强设备的维护管理，减少产生偶发高噪声的频次；

③保证设备正常运行，减少放散管排气次数；

④尽量避免夜间排气；

⑤在排气前与周边企业及时沟通，取得周边企业职工的谅解，降低放空噪声对周围环境的影响。

采取以上措施，本项目对周边环境的影响较小。

四、固废

1、固体废物产生量核算

本项目产生的固体废物有过滤稳压环节和脱酸环节过滤产生的极少量的杂质；脱酸环节产生的废 MDEA 溶液，脱水环节产生的废 4A 分子筛，脱汞单元产生的废活性炭，生活垃圾等。

1) 过滤杂质

本项目产生的固体废物有过滤稳压环节和脱酸环节过滤产生的极少量的杂质；杂质的主要成分为管道中的铁屑、原料气中的杂质等。由于本项目原料气已经在上游经过净化，经过与设计单位沟通，本项目的杂质产生量极少，产生量约为 0.005t/a。杂质按照危险废物进行处置，危废代码为 HW49 其他废物 900-041-49。

2) 废 MDEA 溶液

本项目选用活化 MDEA 作为脱酸环节的吸收剂，吸收天然气中的酸性气体。废 MDEA 溶液属于危险废物，危废代码为 HW49 其他废物 900-041-49。

3) 废脱水吸附剂（4A 分子筛）

本项目选用 4A 分子筛作为脱水吸附剂。分子筛是一种人工合成的、具有微孔型立方晶格的硅铝酸盐，不含有毒物质。依据其晶体内部孔穴的大小而吸附或排斥不同物质的分子，因而被称为“分子筛”。分子直径小于分子筛晶体孔穴直径的物质可以进入分子筛晶体，从而被吸附，否则，被排斥。4A 分子筛是孔径为 4A，吸附水、甲醇、乙醇、硫化氢、二氧化碳、乙烯、丙烯，不吸附直径大于 4A 的任何分子，对水的选择吸附性能高于任何其他分子。广泛应用于气体和液体的干燥。根据可行性研究报告提供资料，本项目废 4A 分子筛初次投入 1.7m³，废 4A 分子筛由厂家三年更换一次，合计约 0.57m³/a，属于危险废物，危废代码为 HW49 其他废物 900-041-49。

4) 脱汞环节废活性炭

本项目脱汞剂选用活性炭，根据项目设计文件，本项目废活性炭初次投入 1m³，一年一换。废活性炭属于危险废物，危废代码为 HW29 含汞废物 072-002-29。

5) 废导热油

根据可研资料，本项目导热油初次投入量为 1.8m³，三年更换一次，废导热油的产生量为 1.8m³/次，合计 0.6m³/a。废导热油属于危险废物，危废代码为 HW08 废矿物油与含矿物油废物 900-249-08。

6) 废机油

本项目设备检修产生的废机油产生量约为 0.05t/a。废机油属于危险废物，危废代码为 HW08 废矿物油与含矿物油废物 900-214-08。

7) 生活垃圾

本项目定员 34 人，生活垃圾产生量每人每天按照 0.5kg/ d 进行计算，则生活垃圾产生量为 17kg/d，5.61t/a（年生产 330 天）。

表 40 固废产排情况一览表

序号	名称	产生环节	主要成分	废物类别	产生量	去向
1	过滤杂质	过滤稳压环节和脱酸环节	铁屑、原料气中的杂质	危险废物：HW49 其他废物 900-041-49	0.005t/a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
2	废 MDEA 溶液	脱酸环节	甲基二乙醇胺	危险废物：HW49 其他废物 900-041-49	1.5 t/a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
3	废 4A 分子筛	脱水环节	硅铝酸盐	危险废物：HW49 其他废物 900-041-49	0.57m ³ /a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
4	脱汞环节废活性炭	脱汞环节	活性炭、汞	危险废物：HW29 含汞废物 072-002-29	1m ³ /a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
5	废导热油	导热油炉	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃等	危险废物：HW08 废矿物油与含矿物油废物 900-249-08	0.6m ³ /a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
6	废机油	设备维修保养	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃等	危险废物：HW08 废矿物油与含矿物油废物 900-214-08	0.05t/a	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
7	生活垃圾	职工生活	/	生活垃圾	5.61t/a	环卫部门

表 41 危险废物汇总表

序号	危险废物	危险废物类别	危险废物代码	产生量	产生工序	形态	主要成分	产废周期	危险性	污染防治措施
1	过滤杂质	其他废物	HW49-900-04 1-49	0.005 t/a	过滤稳压环节和脱酸环节	固态	铁屑、原料气中的杂质	一年	T,In	暂存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置
2	废MDEA溶液	其他废物	HW49-900-04 1-49	1.5 t/a	脱酸环节	液态	甲基二乙醇胺	二年	T,In	
3	废4A分子筛	其他废物	HW49-900-04 1-49	0.57 m ³ /a	脱水环节	固态	硅铝酸盐	三年	T,In	
4	脱汞环节废活性炭	含汞废物	HW29-071-00 2-29	1m ³ /a	脱汞环节	固态	活性炭、汞	一年	T	
5	废导热油	废矿物油与含矿物油废物	HW08-900-24 9-08	0.6m ³ /a	导热油炉	液态	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃等	三年	T,I	
6	废机油	废矿物油与含矿物油废物	HW08-900-24 9-08	0.05t/a	设备维修保养	液态	烷烃、环烷烃、芳烃、环烷基芳烃等	一年	T,I	

2、固体废物管理要求

1) 危险废物暂存间建设要求:

依据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单中的有关规定建设危险废物暂存间，具体要求如下:

a.危废暂存间做到防渗、防风、防雨、防晒。

b.基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其它人工材料(渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s)。

c.地面与裙角要用坚固、防渗的材料制造，建筑材料必须与危险废物兼容。

d.危废暂存间内要有安全照明设施和观察窗口。

e.用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无缝隙，必须有泄漏液体导排收集设施。

f.应设计堵截泄漏的裙角，地面与裙角所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5。

g.危险废物临时贮存、处置场设有图形标志。

h.危废暂存间外围周边贴挂明显的标示标牌，注明主要暂存危废的种类、数量、危废编号等信息。

2) 危险废物管理要求

a.由于本项目设备集成化程度高，危险废物更换由厂家定期进行更换，更换的危险废物临时储存于危险废物暂存间，交由有资质单位处置。

b.在厂家更换危险废物过程中，需要严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中的要求进行，不得随意抛洒。

c.危险废物在更换过程中应采取防雨、防晒、防风措施，要防止出现跑冒滴漏现象。

d.临时更换的危险废物禁止与厂区的一般固废进行混合存放，临时更换的危险废物应分类存放。按照《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）附录 B 填写《危险废物厂内转运记录表》。

e.危险废物转移应按《危险废物转移联单管理办法》的规定建立危险废物转移联单制度。将危险废物定期交由有资质单位处理处置，填写转运联单，必须交由资质的单位承运。。

由此可见，本项目在收集、储运固体废物等环节严格执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单、《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）《危险废物转移联单管理办法》等相关文件后，项目产生的固废均能合理有效处置，对周边环境的影响较小。

五、土壤环境

本项目大气污染主要为导热油炉以及生产工艺区无组织废气，废气主要污染物为颗粒物、氮氧化物以及非甲烷总烃，颗粒物为天然气燃烧产生，主要为细颗粒物，悬浮于空中，氮氧化物和非甲烷总烃属于气态污染物，且达标排放，由此可知，本项目大气污染物对土壤环境的影响较小。厂区内的生活废水经化粪池排入污水管网，生产废水采用收集罐收集后定期外运处置。生活垃圾分类贮存于垃圾桶，定期交由环卫部门处置，本项目产生的危险种类较多，分别按不同类别暂存于危险废物暂存间，危险废物暂存间按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中的防渗要求和管理要求进行设计并投入运行。由此可见，项目正常运行时，不会对土壤产生影响。

危险废物在更换、临时贮存等过程中发生泄漏、化粪池破损、事故状态下的事故池水泄漏等非正常工况和事故工况下，由于地表径流和垂直入渗可能对土壤环境产生影响。项目生产区设有一座 588m³ 事故池，污水泄漏后可通过导流系统汇入事故池，不会漫流至场外。当发生火灾事故时，消防废水经导流系统收集至消防水池，不会漫流至场外。

LNG 罐区设有钢筋混凝土围堰，当储罐发生泄漏时，LNG 流至围堰内，短时间内就会发生气化，且围堰采取了防渗措施，厂区设有监控设施，发生泄漏后可及时发现并处理收集；LNG 装车区设有积液池，当发生泄漏时可将泄漏液体引至集液池内使其安全气化。

由此可见，本项目对土壤环境的影响不大。在运行过程中，建设单位应做到：

- ①定期对化粪池、废水收集罐、工艺装置区的储罐、设备等进行检查，发现有跑冒滴漏等现象及时处置；
- ②加强对员工的培训教育，确保项目正常生产，减少事故工况的概率；
- ③危险废物在更换过程中应做好防渗工作，防治污染土壤；
- ④生活垃圾分类存放，定期交由环卫部门处置，不得在厂区内随意堆放，防止生活垃圾进入土壤；
- ⑤厂区防渗是将土壤和污染隔离的主要途径，本项目厂区内应分区防渗，尤其是各类储罐、钢瓶等区域应进行重点防渗。

通过以上措施，可以有效减少土壤污染。

六、地下水

1、本项目对地下水的影响

液化厂内对地下水可能产生影响的因素主要有生活污水和脱水环节产生的生产废水以及浓盐水。根据建设单位提供资料可知，本项目化粪池共一座，采用玻璃钢化粪池，有效容积为 9m³。生产废水产生量为 1m³/d，排入 24m³ 废液收集罐。项目正常工况下废水不会对地下水产生影响。本项目生活废水产生量较少，玻璃钢化粪池的是国家积极推广的复合材料产品，其质量轻、强度高、韧性好、耐腐蚀、色彩鲜艳等。远远超过了陶瓷、硬塑、钢铁等材料的同类产品，可见其安全可靠较高。因此，本项目化粪池渗漏污染地下水的可行性较小。

2、地下水防护措施

本项目地下水污染防治措施应按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应进行控制。

(1) 源头控制

本项目在原料，工艺设计等环节从源头减少有毒有害物质的使用，本项目集成化程度高，危险废物产生量相对较少，定期交由有资质单位处置。废水产生量较少，厂区内不设置住宿，不产生餐饮废水；生活垃圾分类收集在垃圾桶中，禁止随意丢弃掩埋。

(2) 分区防控

本项目应对 LNG 储罐及围堰区、LNG 装车区及集液池、事故池、危废暂存间、生产废水收集罐区、冷剂储存区等按照重点防渗区进行处理。对化粪池、工艺装置区进行一般防渗处理。其余地面按照简单防渗处理。

表 42 项目地下水污染防渗区分区表

防渗分区	防渗区域	防渗技术要求
重点防渗区	LNG 储罐及围堰区、LNG 装车区及集液池、事故池、危废暂存间、生产废水收集罐区、冷剂储存区等	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m， K≤1×10 ⁻⁷ cm/s；或参照 GB18598 执行
一般防渗区	工艺装置区、化粪池	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m， K≤1×10 ⁻⁷ cm/s；或参照 GB16889 执行
简单防渗	其余地面	一般地面硬化

区							
<p>(3) 污染监控</p> <p>本项目自控系统作为生产装置的重要组成部分,能有效地监控 LNG 生产装置的生产过程,而本项目辅料均分布在生产装置中,当辅料容器或者装置发生泄漏,均可通过监控观察到,工作人员可立即进行处理。</p> <p>(4) 应急响应</p> <p>当本项目发生重大事故或严重火灾报警信号触发,本项目会关闭所有的有效设备,停止运行。如化粪池出现泄漏,应立即将化粪池中的污水抽出运往污水处理厂处置,防止废水继续排放,对化粪池进行修复后继续运营。</p> <p>七、环境风险</p> <p>本项目主要涉及的危险物质为天然气、导热油、重烃、各类冷剂等,主要风险因素为泄漏、火灾、爆炸。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),本项目涉及的主要风险物质为天然气,最大存储量大于其临界量,因此本项目编制了环境风险专项评价。对环境风险的分析详见环境风险专章。</p> <p>八、生态环境</p> <p>本项目位于园区内,建设期对园区内的植被有一定的挖损,通过缴纳森林植被恢复费,绿化等措施可补偿施工期对生态环境的影响,运营期本项目应加强对园区内植被的绿化,可有效减少生态环境影响。</p> <p>九、环保投资</p> <p>项目总投资 1448.77 万元,其中环境保护投入 134 万元,占工程投资的 9.25%。</p>							
表 43 环境保护投资估算(调查)表							
项目	时段	费用名称		治理措施	数量	费用(万元)	备注
液化厂	施工期	废气	餐饮油烟	油烟净化器	1 台	/	依托租赁场所
			扬尘	遮挡、覆盖	/	2	新建,治理措施和费用金额为施工方提供
				洗车台+沉淀池	1 套	3	

		废水	生产废水 (洗车废水)	洗车台+沉淀池	1套	/	在废气治理措施中已统计,不再重复	
			生活废水	旱厕、定期清掏用于肥田	1	2	新建,治理措施和费用为施工方提供	
		噪声	施工机械	选用低噪声设备,远离居民,车辆减速慢行,合理安排作业时间等		/		2
				固废	生活垃圾	垃圾桶		/
		建筑垃圾	运往填埋场		/	1		
		绿化	液化厂绿化	森林植被恢复费+绿化	/	25		
	运营期	废气	放散废气	放散汽化器+15米高放散管	1座	5	新建	
			闪蒸(BOG)	回收系统	1套	20	新建	
			导热油炉废气	低氮燃烧机,15米高排气筒	1座	8	新建	
		废水	生产废水	废液收集罐	1座	8	新建	
			生活污水	化粪池	1座	1.5	新建	
			事故废水	事故水池	1座	10	新建	
		噪声	设备	采用低噪声设备、基础减振、加装隔声罩等措施,减少放散管排气次数等		/	10	新建
		固废	生活垃圾	垃圾桶	若干	1	新建	
			危险废物	危废暂存间	1座	5	新建	
风险		消防水池、围堰、水炮、泡沫灭火系统、消防器材等		/	30	新建		
合计	环境保护总投资				134	/		

十、环境监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017)、《排污单位自行监测技术指南火力发电锅炉》(HJ820-2017)和《排污单位自行监测技术指南陆上石油天然气开采业》(HJ1248-2022)中的要求,并结合本项目实际情况,提出运行期污染源监测计划如下:

表 44 环境监测计划表

类型	位置	监测因子	监测频次	执行标准
废气	导热油炉排气筒出口	NOx	1次/月	《锅炉大气污染物排放标准》(DB61/1226-2018)
		颗粒物	1次/年	
		林格曼黑度	1次/年	《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)
	无组织监控点, 上风向1个, 下风向3个	非甲烷总烃	1次/季度	《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》(GB39728-2020)
厂界噪声	东、南、西、北厂界外1m处	等效连续A声级	1次/季度, 昼、夜各一次	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的3类标准

环境管理要求:

① 项目的所有环保设备必须为正规厂家生产, 有相关的产品质量合格证书, 安装后经过试运行, 并经检验合格后, 方可正式运行。

② 运行期的环保设施运行, 例行监测, 危险废物贮存间的管理等环保事项由建设单位指定人员负责。

③ 建设单位必须保证所有环保设备的正常运行, 并保证各类污染物达到国家的排放标准和当地环保部门的管理要求, 禁止私设暗管偷排漏排。

十一、项目竣工环保验收管理

项目竣工后, 建设单位应当按照要求进行对环境保护设施、生态环境恢复情况进行验收, 验收合格后方可投产使用。营运期环保设施竣工验收建议清单见下表:

表 45 营运期环境保护设施验收建议清单

项目	名称	治理措施	数量	处理效果
液化厂	放散废气	放散汽化器+15米高放散管	1座	/
	无组织排放废气	加强检修, 减少无组织排放	/	《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)、《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》(GB39728-2020)
	闪蒸气(BOG)	回收系统	1套	/
	导热油炉废气	低氮燃烧设备, 15米高排气筒	1座	《锅炉大气污染物排放标准》(DB61/1226-2018)

						和《锅炉大气污染物排放标准》 (GB13271-2014)
	废水	生产废水	污水收集罐	1座	/	
		生活污水	化粪池	1座		依托园区污水处理厂
		事故废水	事故水池	1座		
	噪声	设备	采用低噪声设备、基础减振、消声器，减少放散管排气次数等	/		《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB123148-2008) 3类标准要求
	固废	生活垃圾	垃圾桶	若干		100%合理处置
		危险废物	危险废物暂存间	1座		
		风险	消防水池、围堰、水炮、泡沫灭火系统、消防器材等	/	/	/

五、环境保护措施监督检查清单

内容 要素	排放口(编号、名称)/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	脱酸工序	CO ₂	高空排放	/
	导热油炉	烟尘、NO _x 、林格曼黑度	低氮燃烧器设备+15m排气筒	陕西省《锅炉大气污染物排放标准》(DB61/226-2018)和《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)
	BOG 闪蒸气	烃类物质	BOG 回收系统	/
	无组织	总烃、非甲烷总烃	/	《挥发性有机物排放控制标准》(GB37822-2019)和《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》(GB39728-2020)
	放散管	总烃、非甲烷总烃	放散汽化器+15米高放散管	/
地表水环境	生活污水	COD、SS、BOD ₅ 、氨氮等	经化粪池预处理后排入园区污水管网，进入园区污水处理厂集中处理。	《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)表1中A级标准
	浓盐水	无机盐类	场区浇洒	不外排
	脱水单元废水	COD、SS、石油类等	委外处置	
声环境	噪声设备	设备噪声	选用低噪声设备，基础减振、隔声罩等措施	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准
固体废物	主体工程	废MDEA溶液、废脱水吸附剂(4A分子筛)、	危险废物暂存间	《危险废物贮存污染控制标准》

		脱汞废活性炭等		(GB18597-2001)及2013年修改单
	辅助工程	废导热油		
	设备检修	废机油		
	职工生活	生活垃圾	垃圾桶	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)
土壤及地下水污染防治措施	<p>①建设事故应急池,发生泄漏或火灾事故产生的废水应全部收集至事故池,不得漫流至厂外。</p> <p>②LNG储罐及围堰区、LNG装车区及集液池、事故池、危废暂存间、生产废水收集罐区等按照重点防渗区进行处理;工艺装置区、化粪池按一般防渗区建设。</p> <p>③定期对化粪池、废水收集罐、工艺装置区的储罐、钢瓶、设备等进行检查,发现有跑冒滴漏等现象及时处置。</p> <p>④生活垃圾分类存放,定期交由环卫部门处置,不得在厂区内随意堆放,防止生活垃圾进入土壤。</p> <p>⑤危险废物在更换过程中应做好防渗工作,防治污染土壤。</p> <p>⑥加强对员工的培训教育,确保项目正常生产,减少事故工况的概率等。</p>			
生态保护措施	厂区绿化,运营期应加强维护,保证成活率。			
环境风险防范措施	<p>①本次修建的事故水池尺寸为17.5m×8m×4.2m,容积约为588m³,可以满足事故排水的需要。</p> <p>②根据《天然气液化工厂设计标准》(GB 51261-2019),本项目在站内建消防水池一座,分为两格,两格水池的尺寸均为17.5m×6m×3.2m,总容积为777m³,有效容积为672m³。</p> <p>③100m³罐区建设深1m,长度14m,宽10m,总容积为140m³的围堰。</p> <p>④经核算,前30分钟的初期雨水量为88.73m³,借用事故水池,收集的初期雨水送有资质单位处置;事故状态下的雨水进入事故水池,待事故结束后对水质进行监测,送有资质单位处置。</p> <p>⑤消防设施如水炮、泡沫灭火系统、消防器材等措施。</p> <p>⑥装车区设集液池(规格尺寸4m×4m)。</p> <p>⑦制定建设项目突发环境事件环境风险应急预案,并与园区风险应急预案进行联合,定期进行演练。</p>			
其他环境管理要求	/			

六、结论

本项目建设符合国家产业政策、选址基本合理、污染物的防治措施在技术上和经济上可行,能实现达标排放。项目在建设过程中应严格认真执行环境保护“三同时”制度,切实落实本报告表的各项污染防治措施和环境管理措施,确保污染物稳定达标排放。从满足环境质量目标要求分析,项目建设可行。

附表

建设项目污染物排放量汇总表 单位：t/a

分类 \ 项目	污染物名称	现有工程 排放量(固体废物 产生量) ①	现有工程 许可排放量 ②	在建工程 排放量(固体废物 产生量) ③	本项目 排放量(固体废物 产生量) ④	以新带老削减量 (新建项目不填) ⑤	本项目建成后 全厂排放量(固体废物产 生量) ⑥	变化量 ⑦
废气	颗粒物	/	/	/	0.0332	/	0.0332	/
	NO _x	/	/	/	0.2016	/	0.2016	/
	非甲烷总烃	/	/	/	0.012	/	0.012	/
废水	生活废水	/	/	/	269.28	/	269.28	/
	生产废水	/	/	/	/	/	/	/
一般工业 固体废物	生活垃圾	/	/	/	5.61	/	5.61	/
危险废物	过滤杂质	/	/	/	0.005	/	0.005	/
	废 MDEA 溶液	/	/	/	1.5	/	1.5	/
	废 4A 分子筛	/	/	/	0.57m ³ / a	/	0.57m ³ / a	/
	脱汞环节废活 性炭	/	/	/	1m ³ /a	/	1m ³ /a	/
	废导热油	/	/	/	0.6	/	0.6	/
	废机油	/	/	/	0.05	/	0.05	/

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①

环境风险专项评价

1、评价目的及重点

环境风险评价的目的是分析和预测项目存在的潜在危险、有害因素，项目运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境的影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响可防可控。

本次环境风险评价主要通过对生产过程中生产装置、贮运系统等全过程风险事故污染的调查，分析本项目运行过程中可能发生的风险事故，以及最大可信事故对环境的影响程度和范围，并评估其可能对人身安全与环境造成的影响和损害，提出相应的环境风险防范措施和应急预案，以使本项目事故、损失和环境影响达到可防控水平，最大限度地降低其环境污染和风险。

2、评价等级判定

2.1 环境风险潜势

1) 危险物质数量与临界量比值(Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，当存在多种危险物质时，按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：当存在多种危险物质时，按照下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots q_n/Q_n$$

式中： $q_1, q_2 \dots q_n$ --每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2 \dots Q_n$ --每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：

(1) $1 \leq Q < 10$ ；

(2) $10 \leq Q < 100$ ；

(3) $Q \geq 100$ 。

表 1 危险物质数量与临界量比值

序号	危险单元	危险源	危险物质名称	用途	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值	
1	冷剂储配系统	乙烯钢瓶	乙烯	制冷剂	74-85-1	0.15	10	0.015	
2		乙烷钢瓶	乙烷	制冷剂	74-84-0	0.08	10	0.008	
3		丙烷钢瓶	丙烷	制冷剂	74-98-6	0.15	10	0.015	
4		异丁烷钢瓶	异丁烷	制冷剂	75-28-5	0.2	10	0.020	
5	导热油炉	导热油储罐	导热油	导热油系统	/	0.5m ³ (0.445t)	2500	0.000178	
6		燃料气缓冲罐	天然气	提供燃料	74-82-8	0.01	10	0.001	
7	工艺装置区	装置区管道及设备储量	原料气(天然气)	原料	74-82-8	0.07	10	0.007	
8		装置区管道及设备储量	液化气(天然气)	产品	74-82-8	1	10	0.1	
9	天然气储罐	100m ³ 天然气储罐	液化气(天然气)	产品	74-82-8	40.5	10	4.05	
10	重烃储罐	30m ³ 重烃储罐	重烃	副产品	/	23.7	2500	0.00948	
11	危险废物暂存间	危险废物	废导热油、废机油等危险废物	/	/	2.855	50	0.0571	
12	合计								4.282758

注：

1.本项目液化天然气(LNG)储罐几何容积为100m³，液位到达罐容的90%时储罐的进液阀关闭，实际容积为90m³，天然气液态密度为450.0kg/m³，则本项目液化天然气LNG最大储存量约为40.5t；

2.导热油的密度为860-890kg/m³，本次评价按照890kg/m³，进行计算；

3.重烃平均密度为0.74-0.79g/cm³，本次评价按照0.79g/cm³进行计算；

4.本项目的危险废物有废机油、废导热油、废脱汞剂等，最大存在量约为2.855t，2.855t为各种危险废物年产生量的加和。

5.工艺装置中的MDEA溶液、异丁烷、氮气、脱水吸附剂、脱汞剂等临界量按照表B.2其他危险物质临界量推荐值——健康危险急性毒性物质(类别2，类别3)50t进行计算。

经计算：

液化厂危险物质数量与临界量比值为： $1 \leq Q < 10$ 。

2) 行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录C表C1评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将M划分为(1) $M > 20$ ；(2) $10 < M \leq 20$ ；(3) $5 < M \leq 10$ ；(4) $M = 5$ ，分别以M1、M2、M3、M4如下表：

表2 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺(氯碱)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解(裂化)工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 ^a 、危险物质贮存罐区	5/套(罐区)
管道、港口/码头	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采(含净化)，气库(不含加气站的气库)，油库(不含加气站的油库)、油气管线 ^b (不含城镇燃气管线)	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5
^a 高温指工艺温度 $\geq 300^\circ\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力(P) $\geq 10.0\text{MPa}$ ； ^b 长输管道运输项目应按照站场、管线分段进行评价。		

本项目液化厂分值为10分，由此可知液化厂为M3。

3) 根据危险物质及工艺系统危险性 (P)

分级根据危险物质数量与临界量(Q)和行业及生产工艺(M)按照下表确定危险物质及工艺系统危险性等级(P)，分别以P1、P2、P3、P4表示。

表3 危险物质以工艺系统危险性等级判断 (P)

危险物质数量与临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

由上表可知，本项目液化厂的危险物质以工艺系统危险性等级为P4。

4) 环境敏感程度 (E) 的分级

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，环境敏感程度 (E) 分级包括大气环境、地表水环境、地下水环境，本项目应该按照各环境要素分别进行判定。

(1) 大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及其人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表：

表 4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5 km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5 km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500 m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5 km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500 m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

液化厂周边 500m 范围内人口总数小于 500 人，根据上表可知，本项目液化厂的大气环境敏感程度分级为 E3。

(2) 地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见下表。

表 5 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 6 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入接纳河流最大流速时，

	24 h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为 III 类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24 h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上游地区之外的其他地区

表 7 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游(顺水流向) 10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下的一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区(包括一级保护区、二级保护区及准保护区)；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜區；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游(顺水流向) 10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下的一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游(顺水流向)10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

本项目的液化厂运营期无废水排放，事故状态下危险物质泄漏不会进入地表水体，且项目所在地地表水下游 10km 范围内无上述环境敏感目标，判定本项目为低敏感 F3，环境敏感目标为 S3，本项目液化厂地表水环境敏感程度为 E3。

(3) 地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 D.5.其中地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见表 D.6 和表 D.7。当同一建设项目涉及两个 G 分区或 D 分级及以上时，取相对高值。

表 8 地下水环境敏感程度分级

包气带防污性能	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E2	E3	E3

表 9 地下水功能敏感性分区

敏感性	地下水环境敏感特征
-----	-----------

敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区
a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区	

表 10 包气带防污性能分级

分级	包气带岩土渗透性能
D3	$Mb \geq 1.0m$, $K \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$, 且分布连续、稳定
D2	$0.5m \leq Mb < 1.0m$, $K \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$, 且分布连续、稳定 $Mb \geq 1.0m$, $1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s} < K \leq 1.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$, 且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb: 岩土层单层厚度。 K: 渗透系数。	

本项目液化厂地下水功能敏感性分区为不敏感 G3，根据园区现状调查结果可知， $K=5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，本项目包气带防污性能为 D1，本项目地下水环境敏感程度分级为 E2。

5) 环境风险潜势分析

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照下表确定环境风险潜势。

表 11 环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中毒危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I
注：IV ⁺ 为极高环境风险				

P 的分级确定：

分析建设项目生产、使用、储存过程中涉及的有毒有害、易燃易爆物质，参见附录 B 确定危险物质的临界量。定量分析危险物质数量与临界量的比值(Q)和所属行业及生产工艺特点(M)，按附录 C 对危险物质及工艺系统危险性(P)等级进行判断。本项目为 P4。

E 的分级确定：

分析危险物质在事故情形下的环境影响途径，如大气、地表水、地下水等，按照附录 D 对建设项目各要素环境敏感程度(E)等级进行判断。

本项目各要素风险潜势见下表：

表 12 各要素环境风险潜势表

环境要素	环境敏感区	危险物质及工艺系统危险性	环境风险潜势
大气	E3	P4	I
地表水	E3		I
地下水	E2		II

根据风险评价工作等级划分表可知：

表 13 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措等方面给出定性的说明。

表 14 环境风险评价工作等级

环境要素	环境风险潜势	评价等级
大气	I	简单分析
地表水	I	简单分析
地下水	II	三

6) 评价范围的确定

液化厂大气环境风险评价范围为厂界范围内；

液化厂地表水环境风险评价范围为厂界范围内；

液化厂地下水环境风险评价范围为 6km²。

3、风险识别

本次风险识别范围包括生产设施和风险物质识别。

(1) 物质危险性识别

表 15 甲烷理化性质

类别	物质	甲烷
理化性质	分子式	CH ₄
	颜色	无色
	气味	无味
	密度	相对蒸气密度 0.56 (空气=1)
	溶解性	微溶于水, 溶于醇、乙醚
	熔点/沸点	-182.5/-161.5
毒理特性	毒性	属微毒类。允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。有单纯性窒息作用, 在高浓度时因缺氧窒息而引起中毒。空气中达到 25%~30% 出现头昏、呼吸加速、运动失调。急性毒性: 小鼠吸入 42% 浓度×60 分钟, 麻醉作用; 兔吸入 42% 浓度浓度×60 分钟, 麻醉作用 60 分钟, 麻醉作用。
	健康危害	甲烷对人基本无毒, 但浓度过高时, 使空气中氧含量明显降低, 使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30% 时, 可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离, 可致窒息死亡。皮肤接触液化本品, 可致冻伤。
燃烧爆炸危险性	闪点/引燃温度 (°C)	-188/538°C
	稳定性	稳定
	爆炸极限 (vol)	爆炸上限 15% (V/V); 爆炸下限 5% (V/V)
	危险特性	易燃, 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。燃烧(分解)产物: 一氧化碳、二氧化碳。
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源, 则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
泄漏处置		迅速撤离泄漏污染区人员至, 上风处, 并进行隔离, 严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风, 加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能, 将漏出气用排风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。漏气容器妥善处理修复检验后再用。

表 16 液化天然气 (LNG) 的理化性质

项目	性质分类	特性
LNG 的一般性质	组成	LNG 是以甲烷为主要组分的烃类混合物, 其中含有通常存在于天然气中少量的乙烷、丙烷、氮等其他组分。
	密度	LNG 的密度取决于其组分, 通常在 430kg/m ³ ~470kg/m ³ 之间, 但是在某些情况下可达 520kg/m ³ 。密度还是液体温度的函数, 其变化梯度约为 1.35kg/m ³ °C。
	温度	LNG 的沸腾温度取决于其组分, 在大气压力下通常在 -166°C 到 -157°C 之间。沸腾温度随蒸气压力的变化梯度约为 1.25×10 ⁻⁴ °C/Pa

LNG 蒸发气的物理性质	LNG 作为一种沸腾液体大量的储存于绝热储罐中。任何传导至储罐中的热量都会导致一些液体蒸发为气体，这种气体称为蒸发气。其组分与液体的组分有关。一般情况下，蒸发气包括 20% 的氮，80% 的甲烷和微量的乙烷。其含氮量是液体 LNG 中含氮量的 20 倍。当 LNG 蒸发时，氮和甲烷首先从液体中气化，剩余的液体中较高相对分子质量的烃类组分增大。对于蒸发气体，不论是温度低于-113℃的纯甲烷，还是温度低于-85℃含 20% 氮的甲烷，它们都比周围的空气重。在标准条件下，这些蒸发气体的密度大约是空气的 0.6 倍。
LNG 的溢出特征	当 LNG 倾倒入地面上时(例如事故溢出)，最初会猛烈沸腾，然后蒸发速率将迅速衰减至一个固定值，该值取决于地面的热性质和周围空气供热情况。当溢出发生时，少量液体能产生大量气体，通常条件下 1 个体积的液体将产生 600 个体积的气体。当溢出发生在水上时，水中的对流非常强烈，足以使所涉及范围内的蒸发速率保持不变。LNG 的溢出范围将不断扩展，直到气体的蒸发总量等于泄漏产生的液态气体总量。
着火和爆炸	对于天然气 / 空气的云团，当天然气的体积浓度为 5%-15% 时就可以被引燃和引爆。
包容	天然气在常温下不能通过加压液化，实际上，必须将温度降低到约-80℃ 以下才能在任意压力下液化。这意味着包容任何数量的 LNG，例如在两个阀门之间或无孔容器中，都有可能随着温度的提高使压力增加，直到导致包容系统遭到破坏。因此，成套装置和设备都应设计有适当尺寸的排放孔或泄压阀。
其他物理现象	翻滚 在储存 LNG 的容器中可能存在两个稳定的分层或单元，这是由于新注入的 LNG 与密度不同的底部 LNG 混合不充分造成的。在每个单元内部密度是均匀的，但是底部单元液体的密度不大于上部单元液体的密度。随后，由于热量输入到容器中而产生单元间的传热、传质及液体表面的蒸发，单元之间的密度将达到均衡并且最终混为一体。这种自发的混合称之为翻滚，而且与经常出现的情况一样，如果底部单元液体的温度过高（相对于容器蒸汽空间的压力而言），翻滚将伴随着蒸汽逸出的增加，有时这种增加速度快且量大。在有些情况下，容器内部的压力增加到一定程度将引起泄压阀的开启。
	快速相变 当温度不同的两种液体在一定条件下接触时，可产生爆炸力。当 LNG 与水接触时，这种称为快速相变的现象就会发生。尽管不发生燃烧，但是这种现象具有爆炸的所有其他特征。
	沸腾液体膨胀蒸气爆炸 沸腾液体膨胀蒸气爆炸在 LNG 装置上发生的可能性极小。这是由于储存 LNG 的容器将在低压下发生破坏，而且蒸气产生速率很低；或者是由于 LNG 是在绝热的压力容器和管道中储存和输送，这类容器和管道具有内在的防火保护能力。
健康危害	窒息 天然气是一种窒息剂。氧气通常占空气体积的 20.9%。大气中的氧气含量低于 18% 时，会引起窒息。在空气中含高浓度天然气时由于缺氧会产生恶心和头晕。然而一旦从暴露环境中撤离，则症状会很快消失。
	冷灼伤 LNG 接触到皮肤时，可造成与烧伤类似的起疱灼伤。从 LNG 中漏出的气体也非常冷，并且能致灼伤。如暴露于这种寒冷气体中，即使时间很短，不足以影响面部和手部的皮肤，但是，象眼睛一类脆弱的组织仍会受到伤害。人体未受保护的部分不允许接触装有 LNG 而未经隔离的管道和容器，这种极冷的金属会粘住皮肉而且拉开时将会将其撕裂。
	冻伤 严重或长时间地暴露在寒冷的蒸气和气体中能引起冻伤。局部疼痛经常给出冻伤的警示，但有时会感觉不到疼痛。

表 17 乙烯理化性质

物质	乙烯
----	----

理化性质	CAS 号	74-85-1
	分子式	C ₂ H ₄
	沸点	-103.9℃
	相对水密度	0.61
	相对蒸气密度	0.98
	溶解性	不溶于水，微溶于乙醇、酮、苯；溶于醚
危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火，高热或氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。	
燃烧爆炸危险性	特征	易燃
	引燃温度	425℃
	爆炸上下限	2.7-36%
	禁配物	强氧化剂、卤素

表 18 乙烷理化性质

物质		乙烷
理化性质	CAS 号	74-84-0
	分子式	C ₂ H ₆
	沸点	-88.6℃
	相对水密度	0.45
	相对蒸气密度	1.04
	溶解性	不溶于水，微溶于乙醇、丙酮，溶于苯
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。	
燃烧爆炸危险性	特征	易燃
	引燃温度	515℃
	爆炸上下限	2.9-13.0%

表 19 丙烷理化性质

物质		丙烷
理化性质	CAS 号	74-98-6
	分子式	C ₃ H ₈
	沸点	42.1℃
	闪点	-104℃
	相对水密度	0.58
	相对蒸气密度	1.56
	溶解性	微溶于水，微溶于乙醇、乙醚

危险特性	易燃气体，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，与氧化剂接触猛烈反应，气体比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。	
燃烧爆炸危险性	特征	易燃
	引燃温度	450℃
	爆炸上下限	2.1-9.5%
	禁配物	强氧化剂

表 20 异丁烷理化性质

物质		异丁烷
理化性质	CAS 号	75-28-5
	分子式	C ₄ H ₁₀
	沸点	-11.8℃
	闪点	-82.8℃
	相对水密度	0.56
	相对蒸气密度	2.01
	溶解性	微溶于水，溶于乙醚
危险特性	易燃气体，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。与氧化剂接触发生猛烈反应。蒸汽比空气重，沿地面扩散并易积存于低洼处，遇火源会着火回燃。	
燃烧爆炸危险性	特征	GB2.1 类易燃气体
	引燃温度	460℃
	爆炸上下限	1.4-8.5%
	禁配物	强氧化剂、强酸、强碱、卤素

表 21 一氧化碳理化性质及危害特性表

标识	中文名：一氧化碳		英文名：carbon monoxide
	分子式：CO		分子量：28
	危规号：21005	UN编号：1016	CAS号：630-08-0
理化性质	外观与形状：无色无臭气体		溶解性：微溶于水，溶于乙醇、苯等大多数有机溶剂
	熔点(℃)：-199.1		沸点(℃)：-191.4
	相对密度：(水=1)0.79(252℃)		相对密度：(空气=1) 0.97
	饱和蒸汽压(kPa)：13.33(-257.9℃)		禁忌物：强氧化剂、碱类
	临界压力(Mpa)：3.50		临界温度(℃)：-140.2
	LC ₅₀ ：2069mg/m ³ (人吸入1小时)		LD ₅₀ ：
燃烧爆炸	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合
	危险性类别：第2.1类易燃气体		燃烧性：易燃
	引燃温度(℃)：610		闪点(℃)：<-50
爆炸下限(%)：12.5		爆炸上限(%)：74.2	

炸 危 险 性	最小点火能(MJ): 0.3~0.4	最大爆炸压力(MPa): 0.720
	燃烧热(J/mol): 285624	燃烧(分解)产物: 二氧化碳
	危险特性: 属易燃易爆气体, 与空气混合形成爆炸性混合物, 遇明火、高位引起燃烧爆炸。	
	灭火方法: 切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭正在燃烧的气体, 喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。	
健 康 危 害	灭火剂: 泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。	
	侵入途径: 吸入	
	健康危害: CO在血液中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。 急性中毒: 轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力, 血液碳氧血红蛋白浓度可高于10%; 中度中毒者除上述症状外, 还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷, 血液碳氧血红蛋白浓度可高于30%; 重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、肺水肿、严重心肌损害等, 血液碳氧血红蛋白可高于50%。部分患者昏迷苏醒后, 又可能出现迟发性脑病, 以意识精神障碍、锥体系或锥体外系损害为主。慢性影响: 能否造成慢性中毒及对心血管影响无定论。	
	工作场所最高允许浓度: 中国 MAC=30mg/m ³	
急救	吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道畅通。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。	
泄 漏 处 理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并立即隔离150m, 严格限制出入。切断火源, 建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器, 穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风, 加强扩散。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适当喷头烧掉。也可以用管路导致炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理、修复、检验后再用。	
储 运	储运于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、氧化剂等分开存放。切忌混储混	

表 22 导热油理化性质

物质	导热油	
理化性质	外观特性	琥珀色, 室温下呈液体
	稳定性	稳定
	初沸点	280℃
	闪点	216℃
	蒸气密度	大于 1
	自然温度	大于 320℃
	临界温度	-82.3℃
危险特性	在正常条件下使用不应会成为健康危险源。长期或持续接触皮肤而不适当清洗可能阻塞皮肤毛孔。未被评价为可燃物, 但会燃烧。未归类为环境有害物。	
泄漏处理	导热油逸散到环境中时, 应立即进行清理, 可采用砂、泥土或其他材料进行拦堵, 防治扩散。	

(2) 装置危险识别

A、LNG 储罐

本项目设置 1 台 100m² LNG 真空粉末储罐，储罐结构受损直接导致的后果为泄漏，即储罐不能继续保持正常的存储状态。储罐一般有相对较高的安全性，但一旦储罐失去维持正常存储状态的能力，液化天然气的冷能和化学能将不受控制的释放，将造成极为严重的后果，主要表现在：

1) 泄漏导致火灾爆炸主要火灾爆炸类型包括喷射火、沸腾液体扩展蒸汽爆炸、池火、闪燃和蒸汽云爆炸。

①喷射火与沸腾液体扩展蒸气爆炸

LNG 具有较强的挥发性，升温气化，当温度高于-107C 时，气化后的密度低于空气，将上升并在空气中快速扩散，因此如果泄漏量小，泄漏的少量能够迅速向上空扩散，相对比较安全。但若在内部压力作用下，气体大量泄漏、闪蒸，如果立即被点燃，将发生喷射火，若火焰在储罐周围持续加热将发生沸腾液体扩展蒸气爆炸。

②池火

如果储罐发生大量液相泄漏,泄漏的液体来不及蒸发并积聚形成液池,延迟或远处点燃则发生池火。

③闪燃与蒸气云爆炸

当从低温容器中大量泄漏时，其扩散有一个过程，在其最初由液态变成气态时密度大于周围空气，这时在泄漏的液相上方就形成了天然气的蒸气云，蒸气云将随风抵达泄漏位置的下风侧，在地面附近形成预混气体，极有可能遇到明火后发生闪燃，若蒸气云达到爆炸极限后遇到火源，则直接发生蒸气云爆炸，若燃烧气体回到泄漏位置，可能导致罐体爆炸。蒸气云爆炸形成的冲击波还可造成更远距离外建筑设施破坏及人员伤亡。

2) 泄漏低温介质导致的破坏

相比其易燃易爆性能够引起火灾、爆炸事故，其超低温存储状态若发生冷能泄漏的后果同样不能忽视低温条件能使不耐低温的普通钢质材料结构或设备发生脆性断裂，同时由于超低温的接触传热导致的局部冷却还将产生热应力；地基土壤、混凝土结构等还有冷冻胀的危险。超低温对暴露在内的无防护人员可造成严重的冻伤；

若保温措施不足，长时间处在低下的环境下，人体会有低温麻醉的危险，体温的下降将导致生理功能和智力活动的下降，严重将导致心脏衰竭死亡。

3) 冷爆炸

LNG 泄漏还将引起快速相变，快速相变也称冷爆炸，是一种物理性的爆炸。其产生原因是当在大量泄漏过程中遇到水时，由于其密度小于水，会浮在水面上，又因水与间的热传递速率非常高，导致天然气在水与的接触面上激烈地蒸发，使得压力迅速升高而发生冷爆炸。

如果冷爆炸发生在储罐内部，在泄漏过程中应急措施不正确或其他导致水倒罐至储罐中），水会迅速下沉，并在下沉过程中与发生热传递，冷爆炸现象将在储罐内部发生，其升压速度将导致储罐破坏和泄漏加剧，造成事故后果的进一步扩大。

4) 储罐内 LNG 产生分层与翻腾

由于底部 LNG 的温度高于上部 LNG 温度，混合后温度低的 LNG 被底下翻上来的温度较高的 LNG 加热而蒸发加剧，底部温度较高的 LNG 翻上来以后，失去了上面 LNG 重力的作用，压力降低，成为过热的 LNG，也将产生剧烈的蒸发。因此，平衡被破坏以后，液体“翻滚”引起 LNG 蒸发率剧增。如来不及排出大量的 LNG 蒸发气体，储罐内压力将超过设计工作压力，对 LNG 的安全储存非常不利。

B.LNG 槽车

LNG 槽车的 LNG 储槽危险性与 LNG 储罐类似，一般装车时间控制在 1 小时左右，时间短，每天装车次数约 2~3 次，装车间隔时间长，容易引起操作人员思想上的麻痹大意。故要求装车时操作人员在现场严格管理,以降低可能发生事故的几率。另外该项目 LNG 槽车为机动车辆，运输过以降低可能发生事故的几率。另外该项目 LNG 槽车为机动车辆，运输过程中也存在车辆伤害。

C.装车系统

装车作业时，易产生静电，此外违章操作也容易造成安全事故，例如工作人员违章穿钉子鞋、化纤服，也易造成事故。在装车时槽车不按照规定停车及静电接地，为生产安全埋下了重大隐患。

①接地线连接不牢或松动断开，电阻严重超标，使接地电阻时大时小，甚至无穷大，产生放电，遇泄漏的气体易发生火灾爆炸事故。

②操作员不按规定对充装的 LNG 槽车仪表、阀门、管道进行安全检查，查看其是否在使用期限内。

③操作员在作业时没有观察 LNG 槽车液位，在装车过程中发生 LNG 严重泄漏时，没有及时关闭槽车紧急切断阀，现场没有紧急关闭按钮，没有把 LNG 泄漏控制在最小范围内。

④装车装置的危险性

装车臂与槽车连接，受槽车意外滑动，装车臂被拉断，引起低温液体对人的冻伤及产生爆炸性气体。

D.工艺液相管道

①保冷失效

LNG 液相管道为低温深冷管道，采用绝热材料绝热，但当绝热性能下降时，液相管道压力剧增，此时安全阀自动开启，可以降低管道内的压力，若压力表指示不明，安全阀失效等可造成严重事故。

②液击现象

在 LNG 的输送管道中，装置反复开停，液相管道内的液体流速发生突然变化，有时是十分剧烈的变化，液体流速的变化使液体的动量改变，突然升压严重时，可使管道破裂造成泄漏。

③管道中的两相流

在 LNG 的液相管道中，管内液体在流动的同时，由于吸热、磨擦及泵内加压等原因，势必有一部分液体要气化为气体，当气体流速增大时，气泡随之增大，其截面可增至接近管径液体与气体在管道中串联排列形成所谓的“液节流”引起管道振动，尤其是弯头处，容易使管道连接处或管道阀门连接处造成泄漏。

④管道中的“间歇泉”现象

管道中受热产生的气体不能及时上升到液面，随着其体积的逐渐增加，气体有可能污染喷发，如果未及时将气体放散处管道，有可能造成管道超压破裂，天然气泄漏。

E.阀门、管件及仪表等

站区管道及阀门若平时缺少维护保养，设备管道及配件等在运行中由于腐蚀、疲劳损伤等因素，强度降低，承受能力降低从而发生炸裂和接头松脱，产生泄漏，遇明火发生火灾及爆炸事故。

(3) 途径识别

本项目的危险物质主要为天然气，其次还有乙烯、乙烷、丙烷、异丁烷、导热油等。储存设施一旦发生泄漏，危险物质就会直接进入环境空气当中，会环境空气质量产生影响。当危险物质的浓度升高时，遇高温，明火就有火灾爆炸的可能性，火灾产生的浓烟以及大量的有害物质以及造成的缺氧环境会使人呼吸困难，活动能力减弱，严重时晕倒窒息，当人体吸入大量的一氧化碳时，可能导致人员死亡。

4、风险事故情形分析

(一) 风险事故情形

生产过程发生的事故一般分为重大事故及一般事故。国际上一般将重大事故的标准定义为：导致反应装置及其它经济损失超过 2.5 万美元，或者造成严重人员伤亡，生产过程中的火灾、爆炸等事故常常属于此类事故。一般事故是指那些没有造成重大经济损失和人员伤亡的事故，但此类事故如处置不当，将对环境产生不利影响。

本项目的涉及的危险物质发生火灾、爆炸及泄漏事故。

(二) 源项分析

1) 源项分析的方法

源项分析应基于风险事故情形的设定，合理估算源强。

2) 事故源强的确定

本项目以火灾、爆炸等突发性事故伴生/次生的污染物释放为主，故本项目选择经验估算法。

3) 物质泄漏量的计算

天然气储罐

(1) 计算方法

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 F 事故源强计算方法。

液体泄漏速率 Q_L 用伯努利方程计算（限制条件为液体在喷口内不应有急骤蒸发）：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh} \quad (\text{F.1})$$

式中： Q_L ——液体泄漏速率，kg/s；
 P ——容器内介质压力，Pa；
 P_0 ——环境压力，Pa；
 ρ ——泄漏液体密度，kg/m³；
 g ——重力加速度，9.81 m/s²；
 h ——裂口之上液位高度，m；
 C_d ——液体泄漏系数，按表 F.1 选取；
 A ——裂口面积，m²。

(2) 本项目参数的选取

- ①P 设计压力为 0.84MPa。
- ②P₀ 环境压力为 0.1MPa。
- ③ρ 泄漏液体密度为 450.0kg/m³。
- ④g 重力加速度为 9.81m/s²。
- ⑤h，裂口之上液位高度，8m。
- ⑥C_d，液体泄漏系数，0.65。
- ⑦A，裂口面积 0.000314m²，泄漏孔径 2cm。

(3) 计算结果

经计算，本项目液体泄漏速率为 5.39kg/s。

(4) CO 产生量

天然气在燃烧时伴生 CO 的产生量根据《建设项目环境风险评价技术导则 HJ169-2018》附录 F 中火灾伴生/次生污染物产生量估算一氧化碳产生的计算公式计算可知：

油品火灾伴生/次生一氧化碳产生量按下式计算：

$$G_{\text{一氧化碳}} = 2330qCQ$$

式中： $G_{\text{一氧化碳}}$ ——一氧化碳的产生量，kg/s；
 C ——物质中碳的含量，取 85%；
 q ——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%；
 Q ——参与燃烧的物质质量，t/s。

本项目 q 取值 5.0%，

经计算， $G_{\text{一氧化碳}}$ 产生量为 0.534kg/s。

泄漏世间按照 10 分钟进行计算， $G_{\text{一氧化碳}}$ 产生量为 0.3204t。

5、风险预测与评价

（一）大气环境风险预测

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），大气环境风险三级评价应进行定性分析说明大气环境影响后果。本项目液化厂为简单分析，对液化厂进行定性分析评价。

本项目液化厂主要的危险物质为天然气、重烃、各种冷剂、导热油等，对大气环境的主要影响为泄漏，火灾、爆炸，以及产生的次生灾害对周边居民的影响。天然气泄漏后，其浓度迅速升高，由于其比空气轻，很快散发，短时间内会对厂区附近的大气环境造成影响。本项目在 LNG 储罐区建设有深 1m，长度 14m，宽 10m，总容积为 140m³ 的围堰，及时收集泄漏的 LNG 以及切断污染源，并经大气扩散稀释后，对区域大气环境影响不大。天然气泄漏遇到明火，燃烧产生大量烟气，主要成分为水和二氧化碳，不充分燃烧会有少量一氧化碳产生，对大气环境的影响不大。在严格按照操作流程规范作业，产生的爆照的可能性很小。本项目位于工业园区，周边的居民距离本项目较远且相对较分散，最近的敏感点为南侧 1200m 的康家崖窑村，故本项目对周边居民的影响不大。

（二）地表水环境风险预测

正常工况下，液化厂废水不直接排放，生活废水进入园区污水处理厂，生产废水处理用于厂区洒水降尘，不外排。事故状态下的废水均流入事故水池内，待事故结束后对水质进行监测，外运有资质单位处理。本项目液化厂距离佳芦河较远，不会进入地表水体，对地表水的影响不大。

（三）地下水环境影响

LNG 天然气泄漏不溶于水，泄漏后会急速闪蒸为气态进入大气，不会对地下水产生影响。本项目要求重烃储罐区按照重点防渗区进行设计施工，一般情况下，重烃存储于储罐中，发生泄漏时，重烃进入事故池，发现泄漏后，立即对重烃进行收集处理，减少其直接进入地下水的途径。危险废物临时贮存在危险废物暂存间，危险废物暂存

间按照重点防渗区进行防渗，阻断了危险废物污染地下水的途径。事故状态下的废水进入事故水池，事故水池按照重点防渗区进行防渗，防止事故废水进入地下水。

6、环境风险管理

1) 环境风险防范措施

(1) 设计

①设计阶段，严格按照国家、地方相关标准要求和法律法规，合理建设，尤其是防护距离的设置，一定要满足相关标准。

②设备、设施的选取的采用国际、国内安全可靠技术。

③设备、管材的密封件、阀门等采用先进可靠的密封技术，可有效防止原辅材料的泄漏。

④全厂采用集中监视、分散控制的方式。采用基于总线技术的集散控制系统（DCS）和安全仪表系统（SIS），提供工艺变量控制、阀门切断、监视装置运行状态、条件、报警和记录，保证装置的整体高度安全和工艺性能。

⑤本项目主要生产介质为天然气，属于易燃易爆的介质，由于其生产工艺流程复杂，为适应安全和环保的要求，根据国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770-2013 规定，本工程采用独立的具有安全等级认证的（SIS）安全仪表系统，系统的安全完整性等级应达到 SIL2。

⑥本项目设置独立的 FGS 系统，以实现全厂火灾、气体的泄漏检测、报警（一级和二级报警）及安全保护。本项目 FGS 系统由现场设置的可燃气体探测器、火焰探测器、手动报警按钮、低温探测器、声光报警器与安装于控制室的报警控制系统等组成。

⑦在生产岗位设置事故柜和急救器材、救生器防护面罩、护目镜、胶皮手套、耳塞等防护、急救用具、用品。

(2) 施工

①选择有资质的施工单位，确保本项目施工的质量与进度。

②严格按照设计要求进行规范建设，尤其是各类储罐、池子的建设，需要按照防渗要求达到相应的防渗等级。

(3) 运营

①建立完善的生产责任制，将岗位责任落实到个人，并且定期对职工进行培训教

育，采用合理可行的管理办法，加强职工的教育培训。

②职工要有高度的安全生产责任心，并且要熟悉相应的业务，有熟练的操作技能，具备有关物料、设备、设施、工艺参数变动及泄漏等的危险、危害知识，在紧急情况下能采取正确的应急方法。

③建立企业级《危险化学品管理制度和操作流程》，该制度及规程中应体现危险化学品操作规程、管理制度、进出厂情况登记及用量台账、规范运输及应急防范措施。

④制定台账管理制度，按班次对员工进行要求，将责任落实到个人。编制企业应急预案，并且定期演练，与园区联合演练。

⑤对易发生泄漏的部位实行定期的巡检制度，及时发现问题，尽快解决。严格执行防火、防爆、防雷击、防毒害等各项要求。

(4) 风险防范措施

1.本次修建的事故水池尺寸为 17.5m×8m×4.2m，容积约为 588m³，可以满足事故排水的需要。

2.根据《天然气液化工厂设计标准》（GB 51261-2019），本项目在站内建消防水池一座，分为两格，两格水池的尺寸均为 17.5m×6m×3.2m，总容积为 777m³，有效容积为 672m³。

3.100m³罐区建设深 1m，长度 14m，宽 10m，总容积为 140m³的围堰。

4.经核算，前 30 分钟的初期雨水量为 88.73m³，借用事故水池，收集的初期雨水送有资质单位处置；事故状态下的雨水进入事故水池，待事故结束后对水质进行监测，送有资质单位处置。

5.消防设施如水炮、泡沫灭火系统、消防器材等措施。

6.装车区设集液池（规格尺寸 4m×4m）。

本项目的风险防范措施已与主体工程同时建设，建设内容完全按照设计文件的相关要求，运营期应加强对池体、储罐、围堰等维护管理，确保项目正常良性运行。

2) 突发环境事件应急预案编制要求

根据《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》要求，通过对事故的风险评价，生产运营企业在投产前，应制定详细的防止重大环境污染事故发生应急预案、消除事故隐患的措施及应急处理办法。

2010 年国家环境保护部发布了《石油化工企业环境应急预案编制指南》，参照该

编制指南，项目可能造成环境风险的突发性事故应急预案内容及要求见下表。

表 23 突发环境事件应急预案内容

项目		内容及要求
总则	编制目的	明确预案编制的目的、要达到的目标和作用等。
	编制依据	明确预案编制所依据的国家法律法规、规章制度，部门文件，有关行业技术规范标准，以及企业关于应急工作的有关制度和管理办法等。
	适用范围	规定应急预案适用的对象、范围，以及环境污染事件的类型、级别等。
	事件分级	参照《国家突发环境事件应急预案》。
	工作原则	明确应急工作应遵循预防为主、减少危害，统一领导、分级负责，企业自救、属地管理，整合资源、联动处置等原则。
	应急预案关系说明	明确应急预案与内部企业应急预案和外部其他应急预案的关系，并辅相应的关系图，表述预案之间的横向关联及上下衔接关系。
组织机构与职责	组织机构	明确应急组织机构的构成。
	职责	规定应急组织体系中各部门的应急工作职责、协调管理范畴、负责解决的主要问题和具体操作步骤等。
预防与预警	危险源监控	明确对区域内容易引发重大突发环境事件的危险源、危险区域进行调查登记、风险评估，组织进行检查、监控，并采取安全防范措施，对突发环境事件进行预防。
	预防与应急准备	明确应急组织机构成员根据自己的职责需开展的预防和应急准备工作。
	监测与预警	1.应按照早发现、早报告、早处置的原则，对重点排污口进行例行监测。 2.根据企业应急能力情况及可能发生的突发环境事件级别，有针对性地开展应急监测工作。
应急响应	响应流程	根据所编制预案的类型和特点，明确应急响应的流程和步骤，并以流程图表示。
	分级响应	根据事件紧急和危害程度，对应急响应进行分级。
	启动条件	明确不同级别预案的启动条件。
	信息报告与处置	明确 24 小时应急值守电话、内部信息报告的形式和要求，以及事件信息的通报流程；明确事件信息上报的部门、方式、内容和时限等内容；明确事件发生后向可能遭受事件影响的单位，以及向请求援助单位发出有关信息的方式、方法。
	应急准备	明确应急行动开展之前的准备工作，包括下达启动预案命令、召开应急会议、各应急组织成员的联席会议等。
应急监测	明确紧急情况下企业应按事发地人民政府环保部门要求，配合开展工作明确应急监测方案，包括污染现场、实验室应急监测方法、仪器、药剂突发环境事件发生时企业环境监测机构要立即开展应急监测，在政府部门到达后，则配合政府部门相关机构进行监测。	
应急响应	现场处置	1. 水环境污染事件现场处置 根据污染物的性质及事件类型、可控性、严重程度、影响范围及水环境状况等，需确定以下内容： (1) 可能受影响水体情况说明，包括水体规模、水文情况、水体功能、水质现状等； (2) 制定监测方案，开展应急监测； (3) 事件发生后，切断污染源的有效方法及泄漏至外环境的污染物控制消减技术方法说明； (4) 制定水中毒事件预防措施，中毒人员救治措施； (5) 需要其他措施的说明(如其他企业污染物限排、停排，调水，污染水体疏导，自来水厂的应急措施等)； (6) 跨界污染事件应急处置措施说明；

	<p>(7) 其他说明</p> <p>2. 有毒气体扩散事件现场处置 根据污染物的性质及事件类型，事件可控性、严重程度和影响范围以及风向、风速和地形条件等，需确定以下内容： (1) 切断污染源的有效措施； (2) 制定气体泄漏事件所采取的现场洗消措施或其他处置措施； (3) 明确可能受影响区域及区域环境状况； (4) 制定监测方案，开展应急监测； (5) 可能受影响区域企业、单位、社区人员疏散的方式和路线、基本保护措施和个人防护方法； (6) 临时安置场所； (7) 周边道路隔离或交通疏导方案； (8) 其他说明</p> <p>3. 危险化学品及危险废物污染事件现场处置 根据危险化学品和危险废物的性质、污染严重程度和影响范围，需确定以下内容： (1) 切断污染源的有效措施； (2) 制定防止发生次生环境污染事件的处置措施； (3) 明确可能受影响区域及区域环境状况； (4) 制定监测方案，开展应急监测； (5) 可能受影响区域人员疏散的方式和路线、基本保护措施和个人防护方法 (6) 临时安置场所 (7) 周边道路隔离或交通疏导方案； (8) 其他说明</p> <p>4. 受伤人员现场救护、救治与医院救治 受伤人员现场救护、救治与医院救治依据事件分类、分级，附近疾病控制与医疗救治机构的设置和处理能力，制订具有可操作性的处置方案，应包括以下内容： (1) 可用的急救资源列表，如急救中心、医院、疾控中心、救护车和急救人员 (2) 应急抢救中心、毒物控制中心的列表； (3) 国家中毒急救网络； (4) 伤员的现场急救常识</p>
安全防护	<p>应急人员的安全防护：明确事件现场的保护措施；</p> <p>受灾群众的安全防护：制定群众安全防护措施、疏散措施及患者医疗救护方案等。防止人员中毒或引发次生环境事件</p>
次生灾害防护	制定次生灾害防范措施，现场监测方案，现场人员撤离方案
应急状态解除	<p>(1) 明确应急终止的条件；</p> <p>(2) 明确应急终止的程序；</p> <p>(3) 明确应急状态终止后，继续进行跟踪环境监测和评估的方案</p>
善后处置	明确受灾人员的安置及损失赔偿方案；配合有关部门对环境污染事件中的长期环境影响进行评估；明确开展环境恢复与重建工作的内容和程序
应急保障	应急保障计划、应急资源、应急物资和装备保障、应急通讯、应急技术、其他保障
预案管理	预案培训、预案演练、预案修订、预案备案
附则	预案的签署和解释；预案的实施

7、评价结论与建议

(1) 项目危险因素

本项目危险因素包括泄漏、火灾、爆炸事故风险。

(2) 环境敏感性及事故环境影响

本项目周边 1.2km 范围内无民宅及其他环境敏感目标,液化厂周边也无地表水体。项目发生泄漏事故时,将通过导流系统排入企业事故池不会直接流出厂外。

(3) 环境风险防范措施和应急预案

评价对项目可能发生的环境风险提出了防范措施,重点在于加强环境风险管理及储罐区防渗等措施。评价要求企业应编制突发环境事件应急预案,完善企业环境风险防范体系,在发生环境风险事故时,应立即启动应急程序。

(4) 环境风险评价结论与建议

本项目主要涉及的危险物质为天然气、重烃、冷剂和危险废物等,主要风险因素为泄漏、火灾、爆炸的影响,在认真落实风险防范措施、环境风险应急预案后,其发生事故的的概率降低,环境危害也是较小的,环境风险达到可以防控水平,因而从环境风险角度分析,本项目建设可行。

表 24 建设项目环境风险简单分析内容表

建设项目名称	顺昌 LNG 天然气液化项目			
建设地点	陕西省	榆林市		佳县
地理坐标	经度	E110°13'43.185"	纬度	N38°16'6.881"
主要危险物质及分布	危险物质:天然气、乙烯、乙烷、丙烷、异丁烷、胺液、燃料气、导热油等。乙烯、乙烷、丙烷、异丁烷钢瓶;燃料气、导热油储罐以及燃料气储罐,装置区等。			
环境影响途径及危害后果	泄漏、火灾、爆炸,产生的烟尘、有害物质污染环境空气,对人体健康及生命健康造成危害。			
风险防范措施要求	按照设计文件进行规范建设,按照要求建设各项预防措施包括消防水池,应急物资等,建立健全应急预案体系、环保管理机制和各项环保规章制度落实到位等。			