

新疆锦龙神雾能源开发有限公司

20 万吨/年二氧化碳捕集项目

安全预评价报告

新疆锦龙神雾能源开发有限公司

2026 年 5 月

编制说明

为了加强危险化学品建设项目安全监督管理，规范新建、改建、扩建危险化学品生产、储存装置和设施，伴有危险化学品产生的化学品生产装置和设施的建设项目安全许可行为，根据《中华人民共和国安全生产法》及《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第45号）（2015修订）要求，危险化学品建设项目在可行性研究阶段需进行安全评价。

为了确保新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，从而最大限度的预防、控制、消除和减弱危险、有害因素，使其处在可接受的范围内，新疆锦龙神雾能源开发有限公司特委托新疆新昊兴安全咨询有限责任公司对其20万吨/年二氧化碳捕集项目进行安全评价，对项目进行危险分析，并提出合理可行的安全对策措施，为建设项目安全设施设计、竣工验收、安全审查提供依据。

新疆新昊兴安全咨询有限责任公司接受委托后，即成立评价小组，于2026年1月对拟建项目选址进行现场勘察，收集资料。回来后，通过分析、整理资料，与企业交换意见，向专家咨询，结合《安全评价通则》AQ8001-2007、《安全预评价导则》AQ8002-2007和《危险化学品建设项目安全评价细则》以及国家相关的法律、法规、规章和标准的要求，最后，形成该拟建项目安全评价报告。

在本项目的现场调研及报告的编制过程中，得到了新疆锦龙神雾能源开发有限公司领导及技术人员的大力支持，在此表示诚挚感谢！

目 录

1 安全评价总则	1
1.1 评价目的	1
1.2 安全评价范围	1
1.3 安全评价重点	2
1.4 评价程序	2
2 建设项目概况	5
2.1 建设单位基本情况	5
2.2 建设项目简介及背景	6
2.3 自然条件	8
2.4 地理位置、周边环境和平面布置	10
2.5 生产规模及产品方案	14
2.6 主要原辅材料	15
2.7 工艺流程	16
2.8 建（构）筑物	20
2.9 主要设备、设施	20
2.10 公用工程	23
2.11 消防	32
2.12 安全管理机构和定员	33
2.13 安全投入	36
3 危险、有害因素辨识与分析	37
3.1 危险、有害因素辨识分析依据说明	37
3.2 物质危险、有害因素辨识与分析结果	38
3.3 生产过程危险有害因素辨识与分析结果	40
3.4 危险化学品重大危险源辨识与分析结果	41
3.5 危险化工工艺辨识	41

4 评价单元划分和评价方法选择	42
4.1 评价单元划分	42
4.2 评价方法选择	42
5 定性、定量评价	43
5.1 安全检查表评价结果	43
5.2 预先危险性分析结果	43
5.3 事故后果模拟分析	43
5.4 多米诺效应分析结果	44
5.5 固有危险程度和定量风险分析结果	44
5.6 外部安全防护距离分析结果	45
5.7 事故案例分析结论	45
6 项目安全条件和安全生产条件分析	46
6.1 建设项目安全条件分析	46
6.2 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性的	49
7 安全对策措施及建议	52
7.1 可研中对策与建议	52
7.2 补充的安全对策与建议	53
8 评价结论	65
8.1 危险、有害因素辨识结果	65
8.2 定性定量评价结果	65
8.3 结论	67
9 与建设单位交换意见的情况和结果	68
附录 F1 危险、有害因素辨识与分析过程	69
F1.1 物质危险、有害因素分析	69

F1.2 周边环境及总平面布置危害因素分析	74
F1.3 工艺过程危险、有害因素辨识与分析	76
F1.4 主要设备的危险性分析	82
F1.5 公用工程及辅助设施危险、有害因素分析	88
F1.6 施工及检修过程中的危险性分析	91
F1.7 自然环境危险因素分析	93
F1.8 管理的不安全因素辨识	94
F1.9 重点监管危险化工工艺辨识和分析结果	95
F1.10 危险化学品重大危险源辨识	95
附录 F2 选用的评价方法简介	96
F2.1 安全检查表法	96
F2.2 预先危险分析方法 (PHA)	96
F2.3 事故后果模拟分析	97
F2.4 多米诺效应风险评估	97
F2.5 外部安全防护距离	98
附录 F3 定性、定量评价过程	99
F3.1 安全检查表分析	99
F3.2 预先危险性分析 (PHA)	102
F3.3 事故后果模拟分析	108
F3.4 多米诺效应风险评估	109
F3.5 外部安全防护距离	110
附录 F4 典型事故案例	112
F4.1 二氧化碳窒息事故	112
F4.2 有限空间作业缺氧窒息事故	113
F4.3 储罐高处坠落事故	114

F4.4 车辆伤害事故	115
F4.5 事故案例小结	117
附录 F5 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	118
F5.1 法律、法规依据	118
F5.2 依据标准及规范	122
F5.3 其它评价依据	125
附录 F6: 资料目录	126
附件	126
附图	126

1 安全评价总则

1.1 评价目的

1) 落实《中华人民共和国安全生产法》“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，以确保拟建设项目的安全设施与主体工程同时设计，同时施工，同时投入生产和使用，确保拟建设项目建成后在安全卫生方面符合国家现行的有关法律、法规和标准、规范的规定要求，为本项目初步设计、施工图设计提供科学依据，为实现本项目的本质安全奠定基础。

2) 根据拟建设项目生产工艺过程、使用的物质、主要设备和设施的操作条件，分析和预测拟建设项目生产过程中固有的或潜在的危险、有害因素，运用安全系统工程的理论和方法，进行定性、定量评价，确定拟建设项目的危险、有害因素产生的条件和引发事故的严重程度，提出消除、预防和降低这些危险、有害因素的最佳技术措施和方案。

3) 提出消除、预防、减弱或隔离危险有害因素的对策与措施，为工程的安全设计提供依据。

4) 为项目安全设施设计专篇提供设计依据，

5) 做出客观、公正的评价结论，为企业安全方面的决策提供建议，为政府应急管理部门实施监察、管理提供依据。

1.2 安全评价范围

评价范围：新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目界区内的工艺设备和管线，对其物料、各工艺单元、工艺条件、安全条件、自然环境等因素进行综合分析和评价。主要包括建设项目的选址、总平面布置、生产工艺装置以及与工艺系统配套的公用工程及辅助工程设施。

序号	装置或设施	子项名称	工程规模/内容	备注
5	公用工程及辅助设施	给排水系统	本项目不新建生活给水系统，依托厂区已建独立的生活给水管网。本项目生产主要用水为生产循环用水、工业水、除盐水。由厂区已设置独立的生产给水管网供给。本项目不新建消防给水系统，依托厂区已建给水系统。	新建+依托
		自控系统	本项目控制室位于电控楼内，设置 DCS 系统。	新建
		供热系统	本项目工艺过程中需要使用蒸汽，由厂区已建蒸汽管网提供。本项目新建蒸汽输送管道。	新建+依托
		供气系统	本项目工艺过程中需要使用压缩空气，来自主厂杂用压缩空气系统主管。本项目新建压缩空气输送管道。	新建+依托
		供配电系统	本项目所需供电电源由电厂提供，引自主厂房 6kV 段。本项目新建电控楼一座，内设 6KV 高压配电室、低压配电室及 UPS 室等。	新建+依托
6	安全管理	安全管理组织机构、劳动定员、人员培训、安全投入、应急管理。		-
7	其他	施工过程、检维修过程、自然条件等。		-

1.3 安全评价重点

安全评价的重点是分析与预测拟建设项目的生产装置生产过程中可能产生的中毒、火灾、爆炸等危险和其他危险、有害因素的分析与防护以及选址条件的评价等，并提出合理可行的安全对策措施及建议。

1.4 评价程序

评价工作程序依据《安全预评价导则》AQ8002-2007 和《安全评价通则》AQ8001-2007 以及《危险化学品建设项目安全评价细则》的要求，本拟建项目评价工作程序如下：

第一阶段为准备阶段：主要收集有关资料，进行类比工程调研，对拟建建设项目可行性研究报告进行认真审阅。

第二阶段为辨识与分析危险、有害因素：辨识、分析拟建项目存在的主要危险、有害物质；预测项目在建设和投产后可能发生的危险、有害因素及严重程度。

第三阶段划分评价单元：根据委托合同要求，在危险、有害因素分析的基础上，结合评价目标和评价方法的需要，将评价系统分成有限的、确定范围的评价单元。

第四阶段选择评价方法：依据评价单元内评价的对象和要达到的评价目

的，选择合适的评价方法。

第五阶段定性、定量评价：依据不同的评价方法，对确定的评价单元进行定性、定量的安全评价，确定评价单元危险、有害程度，给出评价结果。

第六阶段分析安全条件：搜集、调查和整理建设项目的情况，并根据调查情况，分析建设项目与周边单位生产、经营活动或者居民生活的相互影响；自然条件对建设项目投入生产或者使用后的影响；主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性；拟选择的主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施的安全可靠性；拟选择的主要装置、设备或者设施与危险化学品生产或者储存过程的匹配情况；为危险化学品生产或者储存过程配套和辅助工程能否满足安全生产的需要。

第七阶段提出安全对策措施、建议：依据对评价单元定性、定量评价结果，提出安全对策措施、建议，为设计单位、生产单位在建设项目设计、生产、管理中采取的预防、消除或减弱危险、有害因素提供技术参考。

第八阶段做出安全评价结论：概括评价结果，给出评价对象在评价时的条件下与国家有关法律法规、标准、行政规章、规范的符合性结论，给出危险，有害因素引发各类事故的可能性及其严重程度的预测性结论，明确评价对象建成或实施后能否安全运行的结论。

第九阶段与建设单位交换意见：就建设项目安全评价中各个方面的情况，与建设单位反复、充分交换意见，与建设单位对建设项目安全评价中某些内容达不成一致意见时，评价机构在安全评价报告中应当如实说明建设单位的意见及其理由。

拟建设项目评价程序框图如下。

图 1.4-1 安全评价程序框图

2 建设项目概况

2.1 建设单位基本情况

新疆锦龙电力集团有限公司成立于 1990 年 02 月 22 日，注册地位于新疆伊犁州奎屯市天北新区行知园-天北大道 33 幢 14 层，法定代表人为孔伟。经营范围包括许可项目：输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验；建设工程设计；特种设备安装改造修理；特种设备检验检测；建设工程施工；发电业务、输电业务、供（配）电业务；水力发电；电气安装服务；电线、电缆制造；建设工程勘察；供电业务；供暖服务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）

一般项目：配电开关控制设备制造；风力发电技术服务；电力设施器材制造；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；电力行业高效节能技术研发；供应用仪器仪表销售；电容器及其配套设备销售；电线、电缆经营；机械电气设备制造；配电开关控制设备销售；电工仪器仪表销售；特种设备销售；发电技术服务；工程管理服务；配电开关控制设备研发；智能输配电及控制设备销售；太阳能发电技术服务；电力设施器材销售；电容器及其配套设备制造；机械电气设备销售；热力生产和供应；业务培训（不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训）；新兴能源技术研发；非居住房地产租赁。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

新疆锦龙神雾能源开发有限公司为新疆锦龙电力集团公司下属控股企业，新疆锦龙神雾能源开发有限公司法定代表人贺希海，注册资金陆亿元整，位于新疆胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道 18 号-083 号，主要经营范围为能源投资及管理；新能源开发；电力、热力生产及供应；电力技术推广服务；电力设备制造及维护；电力工程、电力环保工程；煤炭产品的生产及销售；精炼石油产品制造；炼焦。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

表2.1-1 建设单位概况表

企业名称		注册地址	
企业类型		登记机关	
法定代表人		注册资本	
成立日期	1990 年 02 月 22 日	统一社会信用代码	91654003230490594C
经营范围			

2.2 建设项目简介及背景

2.2.1 建设项目简介

项目名称：新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目

项目原备案证：《新疆生产建设兵团投资项目备案证》，备案证号为第七师(能源)备〔2022〕16 号，备案单位为新疆生产建设兵团第七师发展和改革委员会，备案时间为 2022 年 04 月 12 日。

项目变更后备案证：《新疆生产建设兵团投资项目备案证》，备案证号为第七师(能源)备〔2022〕16 号，备案单位为新疆生产建设兵团第七师发展和改革委员会，备案时间为 2026 年 02 月 12 日。

法人单位：新疆锦龙电力集团有限公司

建设地点：第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道 18 号-083 号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内

建设性质：改建

项目投资：22422 万元

资金来源：国拨、银行贷款

槽

疆

疆

疆

2.2.2 建设项目背景

全球变暖和温室效应是由二氧化碳所代表的温室气体造成的。二氧化碳是在化石燃料的燃烧过程中产生的，随着社会经济的快速发展，能源需求不断增加，化石燃料的燃烧量也随之增加，导致二氧化碳的排放量也在增加。

2020 年 9 月 22 日，习总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话：二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。未来电力发展的重心要转向发展非煤电源来进一步推动低碳转型。

火力发电是排放二氧化碳的最大行业。火力发电厂燃烧化石燃料后排放的二氧化碳占全球燃烧同种燃料排放量的 30%。因此，排放二氧化碳最多的燃煤电厂成为最具潜力实施二氧化碳捕集的行业。

建设二氧化碳捕集规模化生产项目，对于煤电行业参与温室气体减排、防止全球气候变暖具有十分重要的示范意义。

新疆锦龙神雾能源开发有限公司作为区域内煤机装机容量较高的发电企业，积极响应国家政策需要和推动火电机组节能降耗改造工作，实施二氧化碳捕集与综合利用改造，加快推进区内电力低碳、清洁、绿色转型。

本项目专门为捕集锦龙神雾能源开发有限公司厂区内热电联产装置锅炉燃烧过程中产生的二氧化碳，二氧化碳捕集装置能力达到 20 万吨/年。

2.3 自然条件

2.3.1 气象条件

项目地处亚欧大陆腹地，属于典型的温带大陆性干旱气候，其特点是降水稀少，气候干旱，光照充足，蒸发强烈，夏季炎热，冬季严寒，温差较大。春季升温缓慢，秋季降温迅速，灾害性天气主要是干旱、干热风、冻害、霜冻。资料来源于伊犁州奎屯市气象局，近年来的气象数据见下表。

2.3-1 项目区气象资料统计表

气象资料	数据	气象资料	数据
年均气温	7.3℃	年蒸发量	1754.8mm

气象资料	数据	气象资料	数据
极端最高气温	38.8℃	年均日照数	2598.1h
极端最低气温	-29℃	日照率	58%
最热月（7月）月平均气温	26℃	最大冻土深度	1500mm
最冷月（1月）月平均气温	-16.1℃	常年主导风向	西南风
年均地温	9.2℃	常年平均风速	1.3m/s
年降水量	103.2mm	年雷暴日数	31d
全年最小风频	南风		

2.3.2 工程地质

根据《新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目岩土工程勘察报告》可知：

1) 地层

根据勘探揭露、野外观察，本次勘察在勘探深度 35.0m 范围内，场地地层主要为第①层粉土、第②层粉砂、第③层粉土现自上而下分述如下：

第①层粉土：土黄色，层厚 1.5~3.5m。摇振反应中等，无光泽反应，干强度、韧性低，具有中等压缩性。该层在场地内均有分布。

第②层粉砂：灰褐色~青灰色，层顶埋深为 1.5~3.5m，层顶高程为 317.42-320.06m，层底高程为 316.42-318.00m，厚度 1.0-2.8m，母岩成分主要为石英、长石，含有少量云母及暗色矿物等，级配不良。局部夹有薄层粉土，该层在整个场地内均有分布。

第③层粉土：土黄色，层顶埋深 4.0-15.2m，层顶高程为 316.42-318.00m，最大揭露厚度 31.0m，该层未揭穿，无明显层理，稍有光泽，摇振反应中等，干强度低、韧性较低。局部夹有薄层粉砂，该层在场地内连续分布。

2) 场地土对建筑材料腐蚀性

勘察场区地基土对混凝土结构具有中等腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有中腐蚀性；对钢结构具有微腐蚀性。

3) 场地、地基地震效应

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本地区地震烈度为 7 度，地震加速度为 0.10g，第三组。

4) 场地的稳定性和适宜性

拟建场地地形平坦、开阔，不存在岩溶、滑坡、泥石流、崩塌等不良地质作用。

2.3.3 水文条件

根据《新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目岩土工程勘察报告》可知：勘察期间，勘察深度范围内有地下水出露，揭露稳定水位埋深4.9~6.0m。该场地地下水埋藏深度位于基础底面以下，在设计 and 施工时一般可不考虑地下水对拟建物基础的影响；当采用桩基础或地基处理时应考虑地下水的影响，考虑后期绿化用水及地表水下渗对建筑物的影响，建议采取相应防水措施。

2.4 地理位置、周边环境和平面布置

2.4.1 建设项目所在地地理位置

本项目位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道18号-083号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内，位于第七师胡杨河经济技术开发区化工园区南园区规划范围内。

化工园区南园区位于胡杨河市东北侧，规划用地面积26.48km²，四至范围为：东至天北大道，西至奎克高速，南至高新二路，北至北环路。

化工园区南园区西侧为奎阿高速G3014，为南园区主要对外交通通道。奎克高速G3014公路全长135km，为双向四车道高速公路，于2012年8月建成通车。该路途经的奎屯、七师胡杨河市、五五新镇及克拉玛依是新疆石油、煤盐矿产资源储量丰富和农牧业发达的主要区域之一。

化工园区南园区西北部为国道G217，为南园区次要对外交通通道。国道G217全程1753km，该路途经的奎屯、独山子、阿勒泰、和田等地区，为新疆境内的一条重要交通干线，贯穿南北疆。

化工园区南园区地理位置优越、交通便利。本项目地理位置见图2.4-1。

· 锦 雾 发

图 2.4-1 本项目地理意图

2.4.2 周边环境

本项目位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道18号-083号新 锦龙神雾能源开发有限公司厂区内。以厂区已建围墙为界，目前本项目厂区周边情况如下：

东侧 10m 处为东环路，200m 内为空地；

南侧 70m 处为前山西路，86m 处为新 鼎浩昇环保科技有限公司围墙；

西侧 200m 内为空地；

北侧 17m 为五五新路，200m 内为空地。

本项目厂区周围 1km 范围内无居民区、村镇及重要公共建筑物。

本项目厂区周边情况如图2.4-2和表2.4-1。

表 2.4-1 周边环境一览表

项目名称	方位	相邻工厂及设施	实际距离(m)	标准规范距离(m)	查看依据	是否符合
新疆锦龙神雾能源开发有限公司 (以所在厂区已建围墙为界)	北侧	五五新路	17	5	《公路安全保护条例》 第十一条	符合
		前山西路	70	5		符合
	南侧	本项目冷却塔至新疆鼎浩昇环保科技有限公司自保温生产车间（戊类、二级）	490	20	《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）表5.3.9	符合

空地

工艺楼布置有碱槽、凝结水槽、除盐水槽、循环水膨胀箱、循环水增压泵、深度净化塔、级间冷却泵、级间冷却槽、富液泵、贫液泵、地下槽、补液泵。

工艺楼东侧布置有溶液储槽、再生气气液分离器、贫富液换热器、再生塔、溶液煮沸器、深度净化塔。

电控楼为三层结构，其中一层为 6KV 高压配电室、电子设备间和控制室，二层为电缆夹层，三层为低压配电室及 UPS 室等。

本项目胺溶剂储罐布置在碳捕集区域的东北角，再生塔的北侧。

（2）压缩液化区

压缩液化区布置于本项目中部，设压缩机房一座，压缩机房布置有压缩机、分离器、预冷器。压缩机房西侧布置干燥撬一座，干燥撬单独设封闭间。

（3）储运区

储运区位于本项目西侧，从北到南分别为装车转运区域、产品罐区及装置设施。

（4）冷却塔区

冷却塔区位于本项目南侧，从东到西分别为冷却塔组和蒸发池。

（5）本项目建设结合厂内原有交通路网，规划本项目内部道路，主要采用环形网的形式设置，路面宽为 4m，转弯半径不小于 9m，净高大于 5m，满足交通、消防的要求。将各车间的主要进出口安排在主要道路两侧，各出口彼此连通。

2）竖向设计

厂址用地自然地形地势走向为南高北低，整体坡度较为平缓，地面坡度 1%左右。拟建设项目竖向设计采用平坡式布置方式，厂区内场地设计标高根据自然地面标高，并结合周边道路标高合理确定，充分满足装置布置、管线联系、厂内外道路衔接和场地排雨水要求。

厂区及功能分区内各项设施的布置紧凑协调、外形规整划一，总体符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平

面设计规范》（GB 50187-2012）等规范的要求。

表 2.4-2 主要建筑、设施之间的安全间距表

建(构)筑物及设施名称	方位	相邻建(构)筑物名称	规划距离(m)	规范要求距离(m)	检查依据	结论
工艺楼（丙类，二级）	南	冷却塔（戊类，二级）	20	20	《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）表5.3.9	符合
	北	含煤废水车间（戊类，二级）	36	10	《建筑设计防火规范》（2018年版）》（GB 50016-2014）表3.4.1	符合
		输煤综合楼（丙类，二级）	36	10		符合
	西	压缩机房（戊类，二级）	10	10		符合
	东	间冷塔（已建，戊类，二级）	63.5	20	《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）表5.3.9	符合
压缩机房（戊类，二级）	东	工艺楼（丙类，二级）	10	10	《建筑设计防火规范》（2018年版）》（GB 50016-2014）表3.4.1	符合
	北	含煤废水车间（戊类，二级）	35	10		符合
		输煤综合楼（丙类，二级）	39	10		符合
	南	冷却塔（戊类，二级）	20	20	《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）表5.3.9	符合
冷却塔（戊类，二级）	北	工艺楼（丙类，二级）	20	20	《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）表5.3.9	符合
		压缩机房（戊类，二级）	20	20		符合

详细布置情况见总平面布置图。

2.5 生产规模及产品方案

2.5.1 生产规模

新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目的生产规模为：捕集二氧化碳 20 万吨/年。

2.5.2 产品方案

本项目产品为纯度为 99%的工业级二氧化碳。具体产品方案如表 2.5-1。

表 2.5-1 本项目产品方案一览表

序号	产品名称	年产量（t/a）	物质状态/包装形式	储存方式/位置	运输方式	备注
1	液体二氧化碳	20万	液态/罐装	产品罐	罐车运输	

液态二氧化碳质量应符合《工业液体二氧化碳》GB/T6052-2025，具体要求如下：

表 2.5-2 液态二氧化碳质量指标一览表

指标名称	指标		
二氧化碳（V/V）， $10^{-2} \geq$	99	99.5	99.9
游离水（m/m）， $10^{-2} \leq$	无	--	--
油分	不得检出	不得检出	不得检出

气味	无异味	无异味	无异味
----	-----	-----	-----

2.6 主要原辅材料

本项目的原料气引自厂内燃煤机组脱硝、除尘、脱硫后的低温烟气，原料稳定充足。

本项目辅助材料：胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)，脱硫液(选用 30%的 NaOH)，制冷剂(采用 R507)等。

表 2.6-1 碳捕集装置入口烟气参数

项目	单位	设计值	校核值	备 注
烟气温度	℃	48-52℃	48-52℃	
接口压力	-	微正压	微正压	
烟气组分				以下按典型值估算
CO ₂	Vol%	12.03	11.5	湿基
O ₂	Vol%	5.3	5.07	湿基
N ₂	Vol%	69.61	70.23	湿基
H ₂ O	Vol%	13.06	13.2	湿基
污染物含量				按超低机组典型值
SO ₂	mg/m ³	≤35	≤35	标态、干基、6%O ₂
NO _x 浓度	mg/m ³	≤50	≤50	标态、干基、6%O ₂
含尘量	mg/m ³	≤10	≤10	标态、干基、6%O ₂

表 2.6-2 主要原辅材料一览表

序号	名称	年耗量	状态	规格	包装形式	储存方式/位置	用途	来源	备注
1	低温烟气	1.008×10 ⁹ N m ³ /a	气态	52℃低温 烟气	无		原料	锅炉	
2	胺溶剂	92t/a	液态	乙醇胺吸 收剂原液	无	胺溶剂专用 储罐	吸收二氧化 碳	外部 购买	定期 补充
3	脱硫液	80t/a	液态	30%浓度 NaOH	无	脱硫液专用 储罐	净烟气二次 净化	外部 购买	定期 补充
4	制冷剂	0.5t/a	液态	R507A	无	制冷机贮液 器	液化二氧化 碳	外部 购买	

表 2.6-3 本项目动力消耗情况表

序号	名称	年用量	来源	备注
1	电	5716.8 万 kWh /a	本项目所需供电电源由电厂提供。	
2	新鲜水	330000 m ³ /a	第七师胡杨河经济技术开发区化工园区南园区给水管网提供。	

序号	名称	年用量	来源	备注
3		320000 t/a		
4		Nm ³ /a		

2.7 工艺流程

2.7.1 工艺技术的选择

燃煤后捕集技术有多种，主要为：溶剂吸收法、变压吸收法、膜分离法、催化燃烧法等，如下表 2.7-1 所示。其中，变压吸收法适用于原料气中 CO₂ 分压较高的场合，膜分离法和催化燃烧法目前技术尚不成熟。相较而言，溶剂吸收法已在化工行业应用几十年，技术最为成熟。

表 2.7-1 燃烧后碳捕集技术对比

		变压吸附适用于 高压烟气。变温 吸附适用于高 温，高浓度烟气。		

化

再生塔解吸出的高浓度 CO₂ 气经再生气冷却器冷却至 15℃ 后，进入分液(水)罐，降温分离除去所含的水分后进入活塞式二氧化碳压缩机。经过多级压缩、冷却、分水后，气体压力增加到 2.5MPa 后，再经进一步冷却后进入干燥床，除去压缩气中含有的少量水分防止液化过程中结冰。然后进入液化器，经工质冷却后由气态变为液态，得到纯度为 99% 的工业级二氧化碳产品送到液体二氧化碳球罐贮存，根据需要装车出厂，运至油田用于采油。

CO₂ 储罐设置就地和远传压力仪表、液位计，压力检测应设置高压报警、高高压报警并自动联锁释放阀开启措施。液位检测应设置高低液位报警、高高液位报警并连锁关闭储罐进口切断阀、低低液位报警可连锁储罐出口切断阀或停泵。

压缩机房及 CO₂ 储罐区、管道周边设置氧含量分析报警设施，并与紧急切断阀连锁。

CO₂ 储罐及管道均采用敷设绝热层材料聚氨酯保温板进行保冷，将球罐保冷后进行防潮层及铝皮安装。

(2) 制冷流程

二氧化碳液化冷却采用 R507 制冷，R507 制冷剂进入制冷压缩机增压，进入冷凝器中，被冷却水冷凝为液态，贮存在贮液器中。由贮液器出来的液态制冷剂，经过节流后压力下降，温度也随之下降，进入液化器中，把管内的气体二氧化碳液化后，液态制冷剂被汽化重新返回到制冷机中。

精制部分工艺流程图见下图 2.7-2。

机

图 2.7-2 精制部分工艺流程图

2.7.3 与上下游生产装置的关系

本项目上游装置为厂区已建锅炉，项目捕集得到的二氧化碳产品，全部外售至油田用于油田开发利用（厂外运输方式为汽车 车运输）。

2.8 建（构）筑物

拟建项目建（构）筑物设置情况详见下表。

表 2.8-1 主要建构筑物一览表

序号	主项名称	占地 (m ²)	建筑物高度 (m)	层数	建筑火灾 类别	建筑结构	耐火等级	抗震设防 烈度
二层（上部三层）	丙类	混凝土框架	70.75	22.8			级	8度
2	丙类	混凝土框架	230.1	14.85	三层		级	8度
3		984.16	13.5	一层	戊类	钢结构	级	8度
4	戊类风机房	72	6	一层		钢结构	级	8度

按一个建筑考虑防火设计，故划分为多层厂房，工艺楼与南侧电控楼与电控楼相同标高层为同一个防火分区。因每层为一个防火分区，故防火墙。工艺楼与电控楼设三个直通室外的安全出口。

2.9 主要设备、设施

本项目涉及的主要工艺设备详见下表。

表 2.9-1 主要设备、设施一览表

序号	名称	规格参数	数量	备注
一	吸收部分			
1.1	深度净化塔	h=24m,配 PP 规整填料填料 温度: 48-52℃ 压力: 一级填料前压力-0.66kpa 一级填料后压力-0.79kpa	1座	16MnR+鳞片防腐
1.2	吸收塔	h=45m,配塑料及不锈钢规整填料 温度: 顶层洗涤层温度约50℃, 贫液层温度80-90℃, 贫液层约40℃ 压力: 顶部压力0.05kpa 中部压力1 0.49kpa 中部压力2 0.07kpa 底部压力1.21kpa	1座	16MnR+鳞片防腐
1.3	再生塔	h=38m,配不锈钢规整填料 温度: 约105℃ 压力: 顶部压力2.5kpa 塔中压力2.8kpa 塔底压力1.5kpa	1座	304复合板
1.4	引风机	离心风机	1台	过流不锈钢
1.5	深度净化塔泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.6	富液泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.7	贫液泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.8	级间冷却泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.9	尾气洗涤泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.10	补液泵	离心泵, 过流材质304	2台	304
1.11	水洗液冷却器	板式, 主材不锈钢	1台	
1.12	级间冷却器	板式, 主材不锈钢	1台	
1.13	贫液冷却器	板式, 主材不锈钢	1台	
1.14	洗涤液冷却器	板式, 主材不锈钢	1台	
1.15	贫富液换热器	板式, 主材不锈钢	2台	
1.16	凝结水冷却器	板式, 主材不锈钢	1台	
1.17	再生气冷却器	列管式, 壳程 Q235B	1台	
		管程304		
1.18	溶液煮沸器	列管式, 壳程 Q235B	1台	
		管程304		
1.19	再生气冷却器	列管式, 主材不锈钢+碳钢	1台	
1.20	胺回收加热器	U 形釜式, 304	1台	
1.21	循环水增压泵	离心泵, Q=2500m³/h H=40m,过流材质碳钢	2台	

	循环水增压泵	离心泵, Q=1000m ³ /h H=40m,过流材质碳钢	1台	
1.22	污水泵	离心泵, 过流材质304	2台	
1.23	凝结水泵	离心泵, 过流材质304	2台	
1.24	配碱泵	离心泵, 过流材质304	1台	
1.25	洗涤液储槽	立式, 碳钢防腐	1台	
1.26	活性炭过滤器	立式, 不锈钢	1台	
1.27	机械过滤器	立式, 不锈钢	2台	
1.28	碱槽	立式, 不锈钢	1台	
1.29	胺溶剂储罐	立式, 372m ³ , 碳钢防腐	1台	
1.30	地下槽	立式, 碳钢防腐	1台	
1.31	凝结水槽	立式, 不锈钢	1台	
1.32	冷却塔	形式: 闭式喷淋风冷	1套	
1.33	储气罐	立式, 碳钢	1台	
二	精制部分			
2.1	压缩机	活塞式压缩机, 出口压力2.5MPaG,出口温度40°C, 1400kW,采用聚氨酯保温板进行保冷	2台	
2.2	制冷机	制冷介质为 R507,压缩机采用螺杆式, 1250kW	2台	
2.3	干燥撬	立式, 内充干燥剂, 含干燥床、再生装置, 以及撬控制装置	1套	壳体材质304
2.4	预冷器	列管式, 管程16MnDR,壳体304	1台	
2.5	余冷回收器	列管式, 管程16MnDR,壳体304	1台	
2.6	液化器	管壳式, 管程304,壳程16MnDR	1台	
2.7	气液分离器	16MnDR	1台	
2.8	产品罐	球罐, 材质: 16MnDR,P=2.3MPa,设计温度: -35°C,V=2000m ³	2台	压力容器
2.9	装车泵	屏蔽泵, Q=30m ³ /h,扬程70m	8台	
2.10	定量装车设备	Q=30m ³ /h	8台	
三	控制部分			
3.1	DCS 控制系统	点数规模约1280点, 外加10%裕量。1台工程师站, 2台操作员站, 1台黑白打印机, 1台彩色打印机; 包括控制机柜、硬件(含5对 RS485 通讯卡)、软件, 以及控制系统至就地设备及辅网 DCS 的光缆、通讯电缆、接头等全部设备及材料	1套	
3.2	工业电视系统	—	1套	
3.3	火灾报警系统	—	1套	

四	电气系统			
4.1	UPS	10kVA	2套	

表 2.9-2 特种设备一览表

序号	名 称	规格型号	单位	数量	备注
1	产品罐	球罐, 材质: 16MnDR, P=2.3MPa, 设计温度: -35℃, V=2000m³	台	2	压力容器
2	起重机	20t	台	1	
3	起重机	5t	台	1	
4	再沸器	设计压力: 0.4/-0.1Mpa 设计温度: 170℃	台	1	压力容器
5	胺回收冷却器	设计压力: 0.1Mpa 设计温度: 170℃	台	1	压力容器
6	胺回收加热器	设计压力: 2.0/-0.1Mpa 设计温度: 230℃	台	1	压力容器
7	再生气冷却器	设计压力: 0.4/-0.1Mpa 设计温度: 130℃	台	1	压力容器

2.10 公用工程

2.10.1 供配电

1) 供电电源

新疆锦龙神雾能源开发有限公司用电, 引自该电厂 2 台 350MW 发电机组。另电厂消防泵房设置一台 307kw 的柴油发电机作为消防备用电源。

(1) 6kV 厂用电接线

本项目所需供电电源由电厂统一供给, 电源引自主厂房 6kV 高压段。每台机组设置 2 段碳捕集 6kV 专用母线, 均采用单母线接线形式, 每段碳捕集 6kV 母线单独配置 1 路独立电源进线, 两段母线的电源进线相互独立、互为备用, 形成双回路供电模式。碳捕集高压负荷平均分配在碳捕集 6kV 段上。6kV 系统中性点采用电阻接地方式。

(2) 400V 低压供电系统

碳捕集低压供电系统为 380/220V 三相四线制, 中性点直接接地, 照明与动力共用。

380/220V 系统采用 PC(动力中心)、MCC(电动机控制中心)二级供电方式。

碳捕集系统共设 2 段 380/220V 母线, 分别由一台低压变压器供电, 两

台碳捕集低压变互为暗备用，电源分别引自碳捕集不同 6kV 母线段。

同时，低压系统预留不少于 15% 的备用配电回路，满足后续负荷扩容及设备检修更换需求。

(3) 直流系统

碳捕集区域设置一套独立的 110V 直流系统，单母线接线，辐射式供电。为碳捕集系统内电气控制、信号、继电保护、断路器操作机构等负荷供电。

直流系统包括 1 组铅酸阀控免维护蓄电池，1 套高频开关充电装置及 1 台直流配电柜，柜式安装。全负荷供电时间不小于 1h。

(4) 不停电电源系统

碳捕集系统的 DCS 系统、火灾报警系统等重要负荷，均配备容量为 10kVA 的 UPS 不间断电源，为系统稳定运行提供可靠电力保障。

UPS 在全厂停电后继续维持其所有负荷在额定电压下继续运行不小于 30 分钟。UPS 正常运行时负荷率不大于 60%。UPS 备用馈线回路不少于 30%。

(5) 检修电源系统

各场所的检修电源由 PC 供电。检修电源箱应带有小型断路器、漏电保护器等。维修插座电源额定电压为 400V、80A、三相、50Hz；单相 230V、20A。任何检修位置至检修箱的距离均不应超过 50m。在碳捕集各生产车间设置检修电源箱。

2) 用电负荷

本项目消防用电负荷等级为二级。DCS 系统、火灾报警系统、气体检测报警系统用电负荷为一级负荷中特别重要的负荷，视频监控系统、事故风机、应急照明用电负荷为一级负荷，生产、生活用电负荷为三级。

3) 供配电方案

(1) 6kV 开关柜：选用型号为 KYN-28 型金属铠装移开式高压开关柜，配真空断路器(1250A，40kA)。

(2) 380/220V 开关柜：选用 MNS 型抽出式开关柜。

(3) 电缆：6kV 电力电缆选用 ZC-YJY(23)型的阻燃交联聚乙烯铜芯电

缆, 380/220V 电力电缆选用 ZC-YJY(23)型的阻燃交联聚乙烯铜芯阻燃电缆, 控制电缆选用 ZR-KVVP 型的聚氯乙烯绝缘铜芯阻燃电缆。

本项目导线选择与敷设方式: 厂区高低压电缆线路及道路照明线路敷设主要采用电缆桥架和直埋敷设, 部分配电线路采用穿钢管敷设。

4) 照明

正常照明系统的电压等级为 380/220V, 各场所的照明电源由碳捕集装置内的 MCC 供电, 控制方式采用集中及就地两种方式; 在腐蚀性环境中选用防腐灯, 其它一般环境中选用普通荧光灯或工厂灯; 安装方式有吸顶式、吊杆式等; 照明电缆采用穿保护钢管敷设。室外道路照明控制方式采用光电控制及手动控制, 照明灯具选用防水防尘型。所有灯具选用 LED 光源。

主要出入口、楼梯口等处设自带蓄电池的应急照明灯具, 连续供电时间不少于 30min。厂区道路采用节能防水型灯具照明。

5) 防雷、防静电及接地

根据《建筑物防雷设计规范》及相关规范的要求, 本项目建构筑物属于第三类防雷建构筑物, 其防雷装置利用金属屋面或避雷带做接闪器, 钢筋混凝土柱内钢筋作为引下线, 基础钢筋作为接地装置。全厂工作接地、保护接地、仪表接地共用接地网, 接地电阻不大于 4Ω 。

本项目接地采用 TN-S 保护接地系统, 所有配电柜、箱内 PE 及 N 接地端子均分开设。接地系统利用建筑物基础内敷设-40x4 不锈钢扁钢扁钢与钢立柱可靠连接作为接地装置。所有正常情况下可导电的电气设备金属外壳均与接地装置连为一体。接地线连接必须焊接, 焊接处应涂沥青防腐。所有接地装置的金属件均为不锈钢扁钢。

二氧化碳储罐设防雷接地设施, 引下线不少于两根并沿罐体四周均匀布置, 每根引下线的接地电阻不大于 10Ω 。

户外装置的防静电接地装置与防雷接地装置共用; 对于建筑物内部设备的防静电接地利用电气的保护接地装置。

为了防止触电事故，电气设备的外露导电部分均按系统的接地形式通过保护线（PE 线）接地，电气设备设置漏电保护设施。

2.10.2 给排水

1) 给水系统

（1）生产用水

本项目生产主要用水为生产循环用水、工业水、除盐水。

生产循环用水：本项目新建有一座干湿联合冷却塔，冷却能力 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，供给生产装置冷却器、压缩机、机泵等冷却用水。碳捕集装置自带干湿联合冷却塔，冷却水设计温度为 25.5°C ，夏季最高水温为 32°C ，回水温度为 40°C 。回收生产装置循环冷却给水换热后的回水，利用余压可直接回循环水场上冷却塔冷却。

工业水：用于深度净化塔补水、冷却塔补水，以及过滤器反冲洗，年耗量为 $324120\text{m}^3/\text{a}$ 。来自厂内现有工业水系统，满足本项目用水需求。

除盐水：本项目除盐水耗量为 $2\text{m}^3/\text{d}$ ，来自主厂化水车间及主厂房，主厂化水车间及主厂房每天除盐水产生量约为 $2000\text{m}^3/\text{d}$ ，富余量约为 $300\text{m}^3/\text{d}$ ，满足本项目用水需求。

（2）消防用水

本项目不新建消防给水系统，依托电厂已建消防给水系统，满足本项目生活消防用水需求。

本项目电厂已建有完善的消防给水系统，消防系统括消防加压泵、稳压装置、消防水池及辅助设施。设置 1 座容积为 2000m^3 的消防水池，可满足本项目消防用水量的要求。

（3）生活用水

本项目劳动定员依托电厂已建生活设施，职工生活用水主要为食堂用水及员工的盥洗用水，用水量按 $100\text{L}/\text{d}\cdot\text{人}$ 计，新增劳动定员 15 人，生活用水量为 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ， $182.5\text{m}^3/\text{a}$ 。

2) 排水系统

1) 生活污水排水系统

本项目劳动定员依托电厂已建生活设施，依托厂区已建排水系统，满足本项目生活污水排放需求。

本项目生活污水先由电厂已设置化粪池预处理后，排至化工园区污水处理场处理。

2) 生产污水排放系统

本项目生产过程中产生污水为除盐水产生的废水，排水量为 300~500m³/a，集中收集后输送至电厂已建污水处理站，处理达标后排至化工园区污水处理场处理。

3) 雨水排水系统

本项目雨水通过电厂已建雨水排水管网收集后通过管道排入化工园区污水管网。

4) 消防事故系统

本项目新建事故水排水系统，本项目消防事故状态下的消防排水污水由污水管道排放至消防事故水池，然后用泵送入污水处理场处理。新建消防事故水池容积为 65m³，满足本项目事故水储存的需要，保证消防事故排水不外排。

2.10.3 控制系统

1) 控制系统

本项目二氧化碳捕集系统的控制采用独立的分散式控制系统(DCS)，通过远程柜纳入机组 DCS，碳捕集电控楼内设置 2 台操作员站，布置 1 台工程师站。碳捕集控制系统设置在碳捕集电控楼内电子设备间，主要布置碳捕集利用系统 DCS 机柜、DCS 电源柜、工业电视柜等。

吸收塔烟气进口管道设温度和流量监测，烟气出口管道上设取样口，贫液进口管道设旁路过滤器，旁路过滤器包括预过滤器、活性炭过滤器和后过

滤器。

压缩机房及二氧化碳储罐区周边设置固定式二氧化碳气体探头和固定式氧含量气体探头。在制冷机组周边设置制冷剂泄漏探头。在使用及储存胺液、碱液的区域各设置一套事故淋洗器和洗眼器，其服务半径的范围不大于 15m。

在塔器上安装安全阀。安全阀设在设备顶部或顶部气相馏出管道上；塔釜温度集中显示、高限报警，塔釜温度高高联锁切断加热物料；塔顶温度集中显示、高限报警，塔顶温度或灵敏点温度与回流量自动控制；塔中部适当位置温度、压力集中显示、高限报警；塔顶压差集中显示、高限报警；塔器出料处设置紧急电磁阀。

二氧化碳储罐设置双表减压阀、爆破片装置、压力表、液位计、测温仪表、安全联锁装置等安全设施。设置就地和远传压力仪表、液位计，压力检测应设置高压报警、高高压报警并自动联锁释放阀开启措施。液位检测应设置高低液位报警、高高液位报警并联锁关闭储罐进口切断阀、低低液位报警可联锁储罐出口切断阀或停泵。

储罐出口设置远程控制的电动切断阀。

安全阀和储罐间设置手动切断阀。

本项目在压力管道设置止回阀及紧急切断阀。

二氧化碳脱水系统出口管道上应设在线水露点分析仪，水露点应低于液化温度 5℃。

压缩机组进、出口管道宜设置自动切断阀和自动放空阀；入压缩机进出口应设置压力限值报警并联锁停机；压缩机组润滑油及冷却系统应设置压力及温度监测报警，润滑油系统应设低低压力报警并联锁停机；压缩机组内空冷器风机应设置振动开关；往复式压缩机组及管道应进行气流脉动和管道机械振动分析。

2) 气体检测和报警设施

本项目压缩机房及 CO₂ 储罐区、管道周边设置固定式二氧化碳气体探头和固定式氧含量气体探头，压缩机房的固定式二氧化碳气体探头和固定式氧含量气体探头与事故风机联锁。本项目气体探测报警系统控制器的结构形式为盘装式。

2.10.4 电信

1) 火灾报警系统

本项目火灾报警系统在厂区现有系统上进行扩容。本项目设置的所有火灾报警信号均接入厂内现有火灾报警系统，对可能出现的初期火灾进行及时监控和报警。

火灾报警系统负责对装置区域内的火灾状况实施统一监测、集中报警，并可依据工艺与安全需求执行预设联动控制。系统由火灾探测器、输入/输出模块、声光报警器、区域火灾显示盘、中央显示盘等核心设备构成。火灾探测器实时采集装置各区域火情信号，经输入模块传输至火灾报警控制器，系统接收信号后，在对应报警区域触发声光警示，并按照预设逻辑联动启动相关消防设备。

2) 视频监控系统

本项目视频监控系统在厂区现有系统上进行扩容。本项目选用与全厂视频监控系统相同品牌及技术参数的设备，接入全厂工业电视系统统一管理。在室外工艺区域设置 10 台高清网络高速球机，在配电间和电子间分别设置 1 台高清网络定焦摄影机，选型与全厂视频监控一致。该系统设置有与全厂机组工业电视监视系统的接口，碳捕集工业电视的画面能在机组工业电视系统监视器上显示。

3) 厂区通讯

厂办、调度室、控制室等主要岗位设调度电话，供消防报警、应急救援及联络使用，车间巡检人员配备对讲机进行相互联系。

2.10.5 通风、采暖

1) 通风

碳捕集工艺楼、碳捕集电控楼等采用自然通风与机械通风结合方式，换气次数不少于 8 次/h。压缩机房设置正常通风与事故通风装置，正常通风换气次数不少于 6 次/h，事故通风换气次数不少于 12 次/h。事故通风装置与二氧化碳气体监测及报警装置联锁。

2) 空调

配电间、机柜间另设风冷冷风型单元式空调机组。其他有空调要求的房间设置柜式或壁挂式分体空调。

3) 采暖

厂内生产车间及辅助建筑采用集中采暖，其热源由电厂提供，采暖系统采用水平串联系统，散热器选用钢制散热器，采暖管道采用焊接、丝接无缝钢管，控制室采用空调采暖。供热系统满足需求。

2.10.6 供气

本项目压缩空气来自主厂杂用压缩空气系统主管。本项目无气动阀，无其他需要连续用气设备，正常运行时仅有 2 台过滤器反洗需要短时消耗压缩空气，瞬时耗量约 $3\text{Nm}^3/\text{min}$ 。在冬季停运，退出闭式冷却塔时有压缩空气反吹以防止换热管束积液冻胀，瞬时耗量约 $5\text{Nm}^3/\text{min}$ 。另外，本项目在设备安装时需要压缩空气进行管道吹扫。（主厂压缩气储存罐最高设计压力 1.05Mpa ，容积 20m^3 ，产气量 $360\text{Nm}^3/\text{min}$ ，富余量 $180\text{Nm}^3/\text{min}$ ）

2.10.7 供汽

本项目蒸汽由厂区已建蒸汽管网提供。

本项目接入 2 路蒸汽：

低压蒸汽：供给再沸器，耗量约 35t/h ，接自电厂 DN1200 供热蒸汽主管，连续使用。

中低压蒸汽：供给胺回收再热器，耗量约 7t/h ，接自电厂工业供气管道，非连续运行，偶尔间断使用。

2.10.8 供冷

本项目新建一套制冷机组，主要采用螺杆制冷压缩机组，制冷剂选用 R507，设计工作压力为 1.8-2.5Mpa，设计工作温度为-25℃，配套包含压缩机、油分离器、油冷却器、油泵、油压调节阀、吸气过滤器、油过滤器、吸气阀、排气阀、经济器（仅自带经济器机组）、电控、电机和联轴器等。

2.10.9 检维修

本项目维修包括机修、仪修、电修、建修，维修任务由厂内统一安排。主要任务如下：

1) 机修：承担厂内必需的一般小修工作，大型机件的维修，金属加工等工作可依靠外委协助完成。

2) 仪修：负责厂内自控系统及仪表的小修和维护以及一般仪表的校验，对较大的加工件或精密配件外协加工或购买。

3) 电修：负责厂内电气设备的修理和维护，以小修为主，大修就近依靠社会力量解决。

4) 建修：即建筑的修理，负责小型建筑维修。

2.10.10 储运系统

1) 运输

(1) 厂外运输：

本项目辅料胺溶剂、脱硫液和制冷剂厂外运输方式为汽车运输。

产品液体二氧化碳厂外运输方式为汽车槽车运输。

(2) 厂内运输：

本项目原料为锅炉排放的烟气经脱硝、除尘和脱硫达到超低排放后，由引风机引至碳捕集装置的深度净化塔。

本项目辅料胺溶剂、脱硫液和制冷剂厂内运输主要依靠人工搬运。

2) 储存

(1) 本项目辅料胺溶剂储存在胺溶剂储罐中、脱硫液储存在脱硫液专用储罐内，制冷剂储存在制冷机贮液器内。

(2) 产品液体二氧化碳暂存于 2 台 2000m^3 的球式储罐，根据需要装车出厂。本项目设置 8 台装车泵。

2.11 消防

2.11.1 消防依托

新疆锦龙神雾能源开发有限公司已建有义务消防队，按要求配备小型灭火器、消防栓等消防设施并定期进行消防演习，如发生火灾事故，在初期火灾靠自身的力量实行自救。

在发生重大火灾及其他突发事件时，可依托化工园区南园区内消防危化应急救援中心救援。消防危化应急救援中心距本项目车程约为 6km，一旦发生火情，救援队约 10min 可到达现场，给予火灾扑救支援。

化工园区南园区消防危化应急救援中心已配备有车辆类、灭火类、照明类等消防及应急救援设施。

2.11.2 消防设施

1) 消防给水系统

新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区已建有完善的消防给水系统，消防系统括消防加压泵、稳压装置、消防水池及辅助设施。厂区现有消防水池专用容积为 2000m^3 。消防泵房内消防设备包括：消防水泵 2 台（电动消防水泵和柴油消防水泵各一台， $Q=140\text{L/S}$ ， $p=280\text{KW}$ ）；消防稳压泵 2 台（ $Q=5\text{L/S}$ ， $p=11\text{KW}$ ，一用一备）。厂区设稳高压和低压消防水供水管网，稳高压系统供水压力 $>1.0\text{MPa}$ 。全厂消防水管网埋地敷设，环状布置，消防水泵有两条出水管与环状管网连接。两连接管之间设切断阀，当其中一条出水管检修时，另一条出水管仍能供应全部消防用水量。

本项目消防用水量最大建筑为工艺楼，丙类，火灾连续时间 3h，室外消防用水量按 25L/s ，室内消防用水量按 20L/s ，最大一次消防用水量为 486m^3 。

本项目新增室外地下消火栓和室内消火栓。

本项目所在厂区已有的消防给水系统水量、水压可满足项目消防用水的需求，可作为拟建项目消防用水依托。

2) 灭火器

为了扑灭初期火灾和小型火灾，在各建筑内配置适量手提式 ABC 类干粉灭火器和推车式 ABC 类干粉灭火器。在配电室内配置手提式二氧化碳灭火器。手提式灭火器成组设置，放置在灭火器箱内。

2.12 安全管理机构和定员

2.12.1 安全管理组织机构

新疆锦龙神雾能源开发有限公司成立以总经理为主要负责人的安全管理组织，配备相应的安全管理人员，负责公司的安全生产管理工作。制定相关管理制度及各岗位的安全操作规程，明确安全责任，提高安全意识。配备化工安全类注册安全工程师资格；具有 3 年以上化工从业经历，专门从事本企业安全管理工作，不兼任或兼职其他工作。

公司根据岗位需要制定了《安全生产责任制》，明确了全公司人员在安全上所承担的责任，根据本车间实际情况，制定了车间内不同岗位的安全生产责任制，以确保安全生产的运行。

新疆锦龙神雾能源开发有限公司安全管理网络图见图 2.12-1。



图 2.12-1 安全管理组织机构图

2.12.2 生产班制

本项目为24小时连续运行、年操作时间为8000小时，实行倒班制。本项目管理人员、技术人员及后勤等将根据需要实行白班制和值班制。

2.12.3 定员

本项目新增定员15人，均为生产操作人员，其中技术管理人员均依托新锦龙神雾能源开发有限公司原有人员。

2.12.4 人员培训

为了提高生产效率和劳动安全，提升技术水平和产品质量，企业对员工的培训教育拟采用以下方式。

1) 岗前培训：新招管理人员、操作人员上岗前按照国家有关规定参加企业“三级安全教育”，三级安全教育时数不得少于72学时，经各级考试合格后，方能上岗，岗前培训的主要内容是：岗位技术培训，不合格不准上岗；企业文化培训，把普通员工培训为敬业爱岗的新型工人。对于技术工艺和设

备设施操作、维修人员上岗必须具备相关专业知识和技术技能和责任意识，并由设备供应商和建设单位有关技术人员进行岗前强化培训。

2) 在职培训：根据生产工艺和技术的要求，定期对各部门、各岗位工作人员进行深层次的安全管理制度、安全操作规程、安全技术培训和思想教育，培训时间不得少于20学时，使之形成常态化、规范化、标准化。

3) 特种工培训：特种作业人员（电工、电焊工等）将参加特种工作业培训，并持证上岗。

4) 主要负责人、专职安全管理人员、车间安全管理人员应参加安全教育培训，取得安全资格证书。

2.12.5 安全管理制度及应急预案

1) 本项目在建成后，根据项目工艺、岗位等实际情况，编写本项目管理制度、操作规程及岗位责任制，纳入新疆锦龙神雾能源开发有限公司原有的管理制度体系文件内，要求有效执行。

2) 本项目在建成后，根据项目工艺、岗位等实际情况，在新疆锦龙神雾能源开发有限公司原有《生产安全事故应急预案》基础上进行修订和添加本项目风险评估、现场处置方案、逃生路线图等内容，经过技术专家评审备案，且定期进行演练。

3) 当出现较重意外伤害需紧急医疗救援时，可依托化工园区南园区目前已建设医疗救援场所，位于消防危化应急救援中心内，距离本项目厂区约6km，车程约10min。目前化工园区南园区医疗救援场所内已配备多功能担架、医药急救箱、氧气袋等医疗救援设施，满足化工园区南园区内企业初步医疗救援要求。

当出现严重意外伤害需紧急医疗救援时，可依托化新疆生产建设兵团第七师一二九团医院和新疆生产建设兵团第七师医院两个医疗机构。

新疆生产建设兵团第七师一二九团医院位于五五新镇，距离本项目厂区约17km，车程约20min。新疆生产建设兵团第七师一二九团医院是一所集医疗、预防、保健、康复等一体的综合性县二级甲等医院。

新疆生产建设兵团第七师医院位于奎屯市，距离本项目厂区约 50km，车程约 55min。新疆生产建设兵团第七师医院是一所集医、教、研、康复、保健为一体的三级甲等综合医院。

2.13 安全投入

根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》相关要求，结合本项目情况，本项目先期安全资金拟投入为总投资的 2.0%，总计约 448 万元。本项目安全资金的投入主要用于人员培训教育、消防设施、安全设施、设备设施检测、劳动防护用品、应急救援预案的演练和应急救援器材的购置等方面。

3 危险、有害因素辨识与分析

3.1 危险、有害因素辨识分析依据说明

1) 依据《危险化学品目录（2015 版）》（2022 年调整）、《危险货物品名表》（GB12268-2025）、《化学品分类和标签规范 第 1 部分：通则》（GB 30000.1-2024）及各危险物质的危险特性，辨识分析危险有害物质及其危险有害性质。

2) 根据《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，自 2011 年 7 月 1 日起施行）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三【2013】12 号，自 2013 年 2 月 5 日起施行），辨识分析本项目是否涉及重点监管的危险化学品。

3) 根据《易制毒化学品管理条例》和《易制毒化学品的分类和品种目录》（2025 版），辨识分析本项目是否涉及易制毒危险化学品。

4) 根据《易制爆危险化学品名录》（2017 年版），辨识分析本项目是否涉及易制爆危险化学品。

5) 根据《特别管控的危险化学品目录（第一版）》，辨识分析本项目是否涉及特别管控的危险化学品。

6) 根据《卫生部关于印发<高毒物品目录>的通知》，辨识分析本项目是否涉及高毒物品。

7) 根据《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令第 52 号），辨识分析本项目是否涉及监控化学品。

8) 根据关于印发《胡杨河经济技术开发区产业发展指引和禁限控目录（试行）》通知（胡经开区发【2022】14 号）辨识，辨识分析本项目是否涉及“禁限控”危险化学品。

9) 依据工艺流程、设备清单和相关技术资料，辨识分析生产过程中的危险、有害因素。

10) 依据《生产安全事故分类与编码》(GB6441-2025), 对危险、有害因素进行辨识和分类。

11) 依据安全管理, 辨识可能导致事故的管理缺陷。

12) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014), 对建设项目进行爆炸危险区域划分及分析。

13) 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)和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》(安监总管三【2013】3号), 辨识分析本项目是否涉及危险化工工艺。

依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 辨识和分析本项目是否构成重大危险源。

3.2 物质危险、有害因素辨识与分析结果

3.2.1 主要物质危险性辨识与分析结果

本项目所涉及的原料及辅助物料有低温烟气、胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)、脱硫液(选用30%的NaOH), 制冷剂(采用R507); 产品为液态二氧化碳。

依据《危险化学品目录(2015版)》(2022年调整)可知: 该项目生产过程涉及的物料中乙醇胺、30%的NaOH、二氧化碳[压缩的和液化的]属于危险化学品。

本项目涉及的危险化学品特性情况如表3.2-1。

[illegible]

3.2.2 重点监管危险化学品辨识与分析结果

本项目未涉及重点监管危险化学品。

3.2.3 易制毒危险化学品辨识与分析结果

本项目未涉及易制毒危险化学品。

3.2.4 易制爆危险化学品辨识与分析结果

本项目未涉及易制爆危险化学品。

3.2.5 特别管控的危险化学品辨识与分析结果

本项目未涉及特别管控的危险化学品。

3.2.6 高毒物品辨识与分析结果

本项目未涉及高毒物品。

3.2.7 各类监控化学品辨识与分析结果

本项目未涉及各类监控化学品。

3.2.8“禁限控”危险化学品辨识与分析结果

本项目未涉及“禁限控”危险化学品。

3.3 生产过程危险有害因素辨识与分析结果

根据《生产安全事故分类与编码》（GB 6441-2025）、《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022），参照同类企业情况，新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目在生产过程存在的主要危险、有害因素包括火灾、容器爆炸、机械致害、物体打击、触电、噪声、低温伤害、厂(场)内车辆致害、窒息、起重致害等。

表 3.3-1 危险、有害因素分布一览表

序号	危险区域	设备设施	主要危险有害因素
1			
	碳捕集吸收部分		
	碳捕集精制部分		
4	公用工程及辅助		

	性设施	蒸汽管道	灼烫（高温烫伤）

疆

序号			

[illegible]

量 量 爆 毒

量

		量						
	乙醇胺				常温			

量 摩 量

量 量

$$W_{TNT} = \frac{AW_f Q_f}{Q_{TNT}}$$

量

序号	评价单元	化学物质	数量/质量 (kg)	物质燃烧热(kJ/kg)	物质燃烧后放出的热量(kJ)
1	碳捕集单元	乙醇胺	372	15100kJ/kg	5.6172×10^9

5.6 外部安全防护距离分析结果

本项目不涉及爆炸物，且未构成重大危险源，故本项目执行现行国家法律法规、标准规范有关消防防火间距、安全距离的要求，依据本报告表 2.4-1 本项目与周边环境防火间距一览表可知，本项目与周边企业、道路外部安全防护距离（防火间距）符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）等相关规范要求。

5.7 事故案例分析结论

通过一些典型类似装置的事故案例的分析，进一步阐述本项目在工程设计、施工、生产和管理中可能存在的危险、有害因素，以便提前采取措施，防患于未然。

通过典型事故案例与原因分析可知，本项目装置在运行、维修过程中，均可能发生以上类型的火灾、窒息、触电等事故，因此，在日常生产中应吸收同类事故的经验教训，严格遵守操作规程及各项安全管理制度，避免违章作业，严把设备质量关，及时发现各类事故隐患，尽可能地杜绝事故发生，以实现整个项目的本质安全化。

同时，应加强对职工的培训与安全教育，使操作人员清楚作业对象的危险源、危险因素以及预防处理措施，以提高发生事故时操作人员的应变能力和自我保护能力。

具体评价过程见 F4。

6 项目安全条件和安全生产条件分析

6.1 建设项目安全条件分析

6.1.1 建设项目内在的危险、有害因素分析

新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目原料及辅助物料有低温烟气、胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)、脱硫液(选用30%的 NaOH)，制冷剂(采用 R507)；产品为液态二氧化碳。故该项目涉及的危险、有害物质为低温烟气、胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)、脱硫液(选用30%的 NaOH)，制冷剂(采用 R507)、液态二氧化碳。

各类危险、有害物质生产过程中存在着火灾、容器爆炸、窒息、机械致害、触电、厂(场)内车辆致害、起重致害等危害因素。

6.1.2 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的影 响分析

本项目位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道18号-083号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内，项目的选址符合国家和当地政府的产业政策与布局，厂址周边内无村庄、无居民区，无商业中心、公园等人口密集区域；无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施。无供水水源、水厂及水源保护区；无码头、水路交通干线；正常情况不会给周边区域造成安全影响。

表 6.1-1 危险化学品生产装置周边距离表

区域场所	距离及说明
居民区、商业中心、公园等人口密集区域	项目所在地半径 1km 范围内，无居民区、商业中心、公园等人口密集区域
学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施	项目所在地半径 1km 范围内，无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施
饮用水源、水厂以及水源保护区	项目所在地半径 1km 范围内，无饮用水源、水厂以及水源保护区
车站、码头（依法经许可从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭及地铁站出入口	项目所在地半径 1km 范围内，无车站、码头、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭及地铁站出入口。

基本农田保护区、基本草原、畜禽规模化养殖场（养殖小区）、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地	项目所在地半径 1km 范围内，无基本农田保护区、基本草原、畜禽规模化养殖场（养殖小区）、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地
河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区	项目所在地半径 1km 范围内，无河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区
军事禁区、军事管理区	项目所在地半径 1km 范围内，无军事禁区、军事管理区。
法律、行政法规规定予以保护的其他区域	项目所在地半径 1km 范围内，无法律、行政法规规定予以保护的其他区域。
核设施	项目周围无核设施。

本项目厂区与重要设施、公共设施的间距满足规定的要求。本项目厂界外周围 1km 范围内无城市居民区，项目建成后也将不再规划居住用地，符合要求。

6.1.3 建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响分析

1) 周边防护目标辨识

根据《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018的要求，本项目周边1000m 以内没有高敏感防护目标、重要防护目标及一般防护目标。

2) 外部安全防护距离确定

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》GB/T 37243-2019中的相关要求对本项目外部安全防护距离进行确定，该规范中对于外部安全防护距离的确定流程如下：

外部 距离

外

执

图6.1-1 危险化学品生产装 和储存设施外部安全防护距离确定流程

根据上图所示，本项目不涉及爆炸物，且未构成重大危险源，故本项目执行现行国家法律法规、标准规范有关消防防火间距、安全距离的要求，依据本报告表 2.4-1 本项目与周边环境防火间距一览表可知，本项目与周边企业、道路外部安全防护距离（防火间距）符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）等相关规范要求。

6.1.4 自然条件对建设项目影响分析论证

地质灾害：该项目拟建场地地形基本平坦。现状条件下，未发现滑坡、泥石流、采空塌陷和地裂缝等灾害。

气象影响：项目区域冬季寒冷，夏季炎热。如果采暖、保温条件不好，会影响设备及输送管线的正常使用。气温如果过高会使人员发生中暑；气温如果过低，则可能发生人员冻伤和冻坏设备。该项目对设备、管道、仪表等采取保温保冷、伴热防冷等措施，防止冬季设备、管道、阀门冻坏破裂和夏季高温天气的设备压力增高；设采暖通风空调等措施，人员配备相应的劳保用品，可以消除气温的影响。

雷击：本项目如果防雷设施不完善，防雷接地系统不符合要求或损坏，

如遇雷击，会对建（构）筑物本体及其内部的各种设施及人员造成危害。本项目设防雷接地系统，各建（构）筑物、设备及管道均在防雷系统保护范围之内，防止直击雷、感应雷、雷电波侵入对电气设备的损害。

地震：当发生地震灾害时，如果建（构）筑物的抗震等级不够时，会发生厂房坍塌、倾倒事故，大型设备发生偏移、倾斜，从而损坏设备的使用，对人员和财产造成危害。如果采取措施不当，就会使地震灾害扩大。

洪水内涝：本项目如果排水系统不符合要求或出现故障就会造成洪涝灾害。如果大量水渗入地下，有可能造成地基的下沉，导致建(构)筑物、设备的倾斜或坍塌。在冬季，如果遇到雨雪积聚导致路面湿滑，就会影响出入项目区的交通安全。本项目区雨水有组织排放。事故废水和需收集的雨水设事故池收集处理。

风蚀：大风天气可能毁坏电力系统和设施，造成设备突发断电和电气线路短路，易引起设备、电器损坏及火灾事故；若塔架、建(构)筑物地基、基础质量存在缺陷，在局部长长期风蚀严重时，遭遇自然灾害，可能导致塔架坍塌或建(构)筑物失稳事故。大风还可能造成建筑物屋顶、外墙装饰材料，露天设备、设施、物资等破坏和掉落，造成安全事故，项目已考虑大风对露天设备设施的影响，规范设计风载荷。

综合以上分析，通过采取相关防护措施，本项目所在地的自然条件对工程影响较小。

6.2 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠

6.2.1 主要工艺、设备的可靠性分析

本项目碳捕集采用高选择性的醇胺吸收法，整个捕集装置可以分为吸收和精制两大部分。吸收部分主要是采用化学吸收法，利用胺液吸收烟气中的二氧化碳，并制出粗二氧化碳。捕集部分主要是将粗二氧化碳气经压缩、冷却液化后制成工业级液体二氧化碳。

本项目二氧化碳生产装置采用 DCS 控制系统对生产过程中的主要工艺参数进行集中指示、记录，实现了数据的采集、显示、报警、联锁、记录等，

操作人员可根据工艺参数的变化采取相应的调整，可达到安全生产的目的。

本项目拟采用的设备充分考虑了防火、防触电、防泄漏、防窒息、防噪声、防机械伤害及高处坠落等方面的因素，按相关规范采取了必要的安全措施。

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，该建设项目及所采用的技术不属于限制类和淘汰类项目。项目未采用列入《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》（应急厅[2020] 38 号）和《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》的通知应急厅〔2024〕86 号的工艺技术设备，符合要求。

本项目的工艺选择合理可行、安全可靠。

6.2.2 公用工程能否满足安全生产需要的可靠性分析

1) 本项目所需供电电源由电厂提供，引自主厂房6kV段。碳捕集系统的DCS系统、火灾报警系统等重要负荷，均配备容量为10kVA的UPS不间断电源，为系统稳定运行提供可靠电力保障。UPS在全厂停电后继续维持其所有负荷在额定电压下继续运行不小于30分钟。UPS正常运行时负荷率不大于60%。UPS备用馈线回路不少于30%。供电能力能够满足需求。

2) 本项目生产主要用水为生产循环用水、工业水、除盐水。

(1) 本项目新建有一座干湿联合冷却塔，冷却能力5000m³/h，供给生产装置冷却器、压缩机、机泵等冷却用水。碳捕集装置自带干湿联合冷却塔，冷却水设计温度为25.5℃，夏季最高水温为32℃，回水温度为40℃。回收生产装置循环冷却给水换热后的回水，利用余压可直接回循环水场上冷却塔冷却。能够满足项目用水需要。

(2) 工业水来自厂内现有工业水系统，满足本项目用水需求。

(3) 除盐水来自主厂化水车间及主厂房，满足本项目用水需求。

3) 本项目压缩空气来自主厂杂用压缩空气系统主管。主厂压缩气储存罐最高设计压力1.05Mpa，容积20m³，产气量360Nm³/min，富余量180Nm³/min，满足本项目用气需求。

4) 本项目蒸汽由厂区已建蒸汽管网提供。满足本项目用汽需求。

综上所述, 本项目公用工程可满足本项目的需要。

6.2.3 安全条件控制

1) 本项目二氧化碳生产装置采用DCS控制系统对生产过程中的主要工艺参数进行集中指示、记录, 实现了数据的采集、显示、报警、联锁、记录等, 操作人员可根据工艺参数的变化采取相应的调整, 可达到安全生产的目的。

2) 本项目压缩机房及CO₂储罐区、管道周边设置固定式二氧化碳气体探头和固定式氧含量气体探头, 压缩机房的固定式二氧化碳气体探头和固定式氧含量气体探头与事故风机联锁。

3) 本项目建构筑物防雷设计按照《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)要求设置, 防静电接地按照《化工企业静电接地设计规程》(HG/T 20675-1990) 要求设置。

4) 本项目的平面布置、建筑物的结构及工艺、材料选用等各方面根据《建筑设计防火规范[2018年版]》(GB50016-2014) 等要求。选择具有相应资质的单位进行安全设施的设计、施工、监理、验收工作。

7 安全对策措施及建议

7.1 可研中对策与建议

1) 项目选址及总图布置

(1) 拟建项目遵照执行国家及行业有关安全及职业卫生规范、标准、选址及总平面布置满足生产及运输的需要，适应气象、地形、水文、地质、交通等环境条件的要求。

(2) 总平面布置合理，各装置建构筑物之间留有足够的安全防护距离，建构筑物内外道路畅通并形成环状，以利消防车辆通行和安全疏散。

(3) 厂房建筑设计中，采取防爆泄压和通风措施，并设置机械通风，避免火灾爆炸危险物质积聚。

(4) 罐区四周布置环形消防车道，装置内外消防通道相连，满足消防要求。

2) 主要技术、工艺、设备

(1) 生产系统严格密封，选用可靠的设备和材料，以防泄漏和爆炸等条件的形成。

(2) 所有压力容器、压力管道的设计、制造、检验和施工安装，均应按有关标准严格执行。可能超压的设备均应安装有安全阀等安全措施。

(3) 本项目采用 DCS 控制系统，仪表用电设置 UPS，以确保安全生产。

3) 职业安全卫生措施

(1) 设计中尽可能选用低噪声设备：泵等噪声较大设备加装消音器；噪声大的车间设置隔音值班室或操作室，将车间的噪声控制在 85dB(A)以下，符合国家《工业企业噪声卫生标准》的规定。

(2) 高处操作平台采用防护栏杆，机械传动装置配备有防护罩。

(3) 根据生产、储配装置物料的危害特性，生产现场配置防毒面具、防护手套、护目镜、空气呼吸器等个体防护用品。

(4) 在各危险地点和危险设备处，设立安全标志或涂刷相应的安全色。

4) 消防措施

(1) 本项目设置的所有火灾报警信号均接入厂内现有火灾报警系统，对可能出现的初期火灾进行及时监控和报警。装置中设置消防系统，以期降低火灾事故时对临近设备的影响或减少事故所造成的损失。

(2) 在生产装置及储配区采用手提式和推车式干粉灭火器，在控制室设置二氧化碳灭火器。

(3) 对有毒有害气体泄漏的场所采用有毒气体报警系统。

7.2 补充的安全对策与建议

7.2.1 总平面布置及建（构）筑物对策措施

1) 本项目建设用地场地土对混凝土结构具有中等腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有中腐蚀性；对钢结构具有微腐蚀性。对建筑材料的腐蚀性防护应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）之规定进行设计。

2) 与罐区无关的管线、输电线严禁穿越罐区；

3) 工艺管线布置要对平面和竖向综合考虑其合理性。既要考虑到工艺要求，又要考虑到经济要求，还要考虑到操作方便与安全，在可能的情况下还要尽可能美观。

4) 钢结构外露表面（热浸镀锌钢构件除外），除按规定设防火层外，均按规定进行防腐处理（设防腐层处仅需刷底漆）。防腐材料选用质量符合要求的产品。

5) 防腐处理的钢构件表面在防腐涂装前，应根据防腐涂料的要求按《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/T8923.1-2011）的要求进行除锈，除锈等级为 Sa2.5。

6) 本项目总平面防火间距设计应按照《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）等标准执行。

7) 胺溶剂储罐和脱硫液储罐应布置在人员集中场所（如控制室、办公

露

资质的单位进行设计、制造和安装，必须符合《特种设备安全法》和《压力容器安全技术监察规程》等相关、标准规范的规定要求。

(9) 在压力容器、压力管道投入使用前，应到安全监察机构或授权的部门逐台办理使用登记手续，并取得相应特种设备使用登记证。

(10) 压力容器用的安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、压力表、液位计、测温仪表、安全联锁装置应符合《特种设备安全监察条例》和《压力容器安全技术监察规程》的规定。安全附件的设计、制造，应符合相应国家标准、行业标准的规定。

(11) 吸收塔塔顶出口管道宜设温度检测及高低温报警，并宜与塔底再沸器蒸汽流量联锁调节。

(12) 贫液、富液管道上应设取样口。

(13) 贫富液换热器、贫液冷却器宜选用板式换热器；再沸器宜选用热虹吸式或釜式再沸器。

(14) 二氧化碳脱水系统出口管道上应设在线水露点分析仪。产品液态二氧化碳，水露点应低于液化温度 5℃。

(15) 储罐的气相部位应分别设置就地和远传压力仪表，压力检测应设置高压报警、高高压报警并自动联锁释放阀开启措施。

(16) 储罐应分别设置就地和远传液位计。液位检测应设置高低液位报警、高高液位报警并连锁关闭储罐进口切断阀、低低液位报警可连锁储罐出口切断阀或停泵。

(17) 压缩机组系统的设置，应符合下列规：进、出口管道宜设置自动切断阀和自动放空阀；入压缩机进出口应设置压力限值报警并连锁停机；压缩机组润滑油及冷却系统应设置压力及温度监测报警，润滑油系统应设低低压力报警并连锁停机；压缩机组内空冷器风机应设置振动开关；往复式压缩机组及管道应进行气流脉动和管道机械振动分析。

(18) 二氧化碳储罐液位的测量宜选择差压式液位计。

(19) 烟气原料气组分的测量应选用工业气相色谱仪。

(20) 地势低洼且二氧化碳气体易于聚集处，应设置二氧化碳气体探测器，一级报警设定值宜小于或等于体积百分比浓度 0.5%，二级报警值宜小于或等于体积百分比浓度 1%。探测器的安装高度应高出地面 0.3m~0.6m。

(21) 在制冷机组周边设置制冷剂泄漏探头。

(22) 机泵出口管线适当处设置止回阀，防止物料倒流。

(23) 封闭或局部通风不良的半敞开厂房内，除设置二氧化碳气体探测器外，还应设置氧气探测器。

(24) 塔设备安全措施

A. 在塔器上安装安全阀。安全阀设在设备顶部或顶部气相馏出管道上；

B. 塔釜温度集中显示、高限报警，塔釜温度高高联锁切断加热物料；

C. 塔顶温度集中显示、高限报警，塔顶温度或灵敏点温度与回流量自动控制；

D. 塔中部适当位置温度、压力集中显示、高限报警；

E. 塔顶压差集中显示、高限报警；

F. 塔器出料处设置紧急电磁阀。

(25) 烟气洗涤管道及阀门应选用耐腐蚀材料。

(26) CO₂储罐及管道均采用敷设绝热层材料聚氨酯保温板进行保冷，将球罐保冷后进行防潮层及铝皮安装。

(27) 防止液体 CO₂管道、阀门产生节流形成干冰冻堵现象，选用符合要求的管道和阀门，确保其密封性能良好，也可设置露点检测仪。管道敷设绝热层材料设置。对于大输量、长距离、途经人烟稀少区域的 CO₂管道优先采用超临界输送，减小节流压差、减轻节流降温效应的作用来稳定入口温度。

(28) 二氧化碳装车鹤管的快速接头必须配备机械式防脱钩或安全联锁机构。

(29) 在引风机房设置固定式氧含量气体探头与事故风机联锁。

2) 防腐蚀安全对策措施

(1) 在大气中裸露布置的设备、管线、螺栓、泵、阀等设施，需要选

择合适的材料及涂防腐涂层予以保护。

(2) 对金属表面会发生腐蚀或大面积均匀腐蚀的设备、管线, 应考虑介质、温度、压力等因素, 选择合适的耐腐蚀材料或在接触介质的内表面涂覆涂层, 或加入缓蚀剂。

(3) 在生产装置的管道连接处、衬板、垫片等处的腐蚀, 可采用合适的抗缝隙腐蚀材料、合理的设计方案(如尽量减少缝隙宽度、死角、腐蚀液(介质)的积存, 法兰配合严密, 垫片要适宜等)、电化学保护、采用缓蚀剂等保护措施。

(4) 发生孔蚀的设备、管道宜采用点蚀合金材料等防腐措施。

(5) 配制腐蚀性化学物品时, 应穿戴好防护用品。

3) 防高处坠落措施

生产场所梯子、平台及高空走台、罐顶均应设置安全栏杆; 人行通道等设置栏杆或围栏, 地沟设置盖板; 有危险的吊装口、安装孔等处则设安全围栏; 在有危险性的场所设置相应的安全标志及应急照明设施。防止坠落事故的发生, 人行跨步等与基准面高度小于 2m 的平台、通道, 防护栏最低高度设计为 900mm。钢结构平台等与基准面高度大于等于 2m 且小于 20m 的场所防护栏最低高度设计为 1050mm。

4) 防窒息措施

(1) 本项目为工作人员配备便携式氧含量检测仪, 防止二氧化碳超标对人员造成伤害。

(2) 按先检测、通风, 后作业的原则。作业环境中的空气中氧气浓度大于 18%和有害气体浓度达到标准要求后, 在密切监护下才能实施作业; 对氧气、有害气体浓度可能发生变化的作业及其场所, 作业过程中应定时或连续检测, 保证安全作业, 严禁用纯氧进行通风换气, 以防止氧气中毒。

5) 其他安全措施

(1) 工艺管线必须安全可靠, 且便于操作, 设计中所选用的管线、管件、及阀门的材料, 应保证有足够的机械强度及使用期限。管线的设计、制

造、安装及试压等技术条件，应符合国家现行标准和规范的要求。

(2) 机械设备应设置防静电接地装置，静电接地装置的设置应符合现行行业标准《防止静电事故通用要求》的要求。防静电接地装置应与防雷接地装置一起由具有相应资质的单位定期进行检测，保证有效运行。

(3) 建设单位应严格按规范设计安全设施，确保与主体工程“三同时”。

7.2.3 公用工程和辅助设施建议措施

1) 供配电及电气设施

(1) 电气和自动化设计必须满足生产工艺的要求，满足节能、降耗、保护环境和保障人身安全的要求，做到运行可靠、操作灵活、布置紧凑、维修管理方便。

(2) 电气系统的设计必须采取有效的防尘、绝缘等措施，减轻或防止粉尘对电气及仪表装置的危害。

(3) 设计应选用安全可靠、技术先进、经济实用及节能的成套设备和定性产品，严禁选用淘汰产品。

(4) 电气设备的选型要符合环境要求，使电气设备安全运行

(5) 选用的电气设备要有产品合格证和国家指定机构的安全认证标志，电气设备的安全性要能得到保障。

(6) 电气设备要设计和安装有触电保护、漏电保护、短路保护和过载保护，电气设备间的安全距离要符合安全要求，防止电气设备在运行过程中发生电气火花和电击事故。

(7) 在限制性作业环境进行作业（包括安装、防腐、清罐和维修等）时，要选择安全电压，安全电压用电设施要符合安全要求。

(8) 电力装置或电气设备、生产设备、管道等要设接地网，静电接地要符合安全要求。建（构）筑物的防雷设计要符合《建筑防雷设计规范》的规定要求。

(9) 在配电室、高处的作业场所、疏散通道等处要设置事故照明和应急电源，确保设施完好，以免在事故状态下，影响事故的安全处理和人员的

安全疏散。

(10) 正常不带电而事故时可能带电的配电装置及电气设备外露可导电部分，均应按相关标准要求设计可靠接地装置。

(11) 电力电缆、控制电缆沿桥架敷设时应选用阻燃电缆，可不带钢铠，沿沟或直埋时必须选用带钢铠电缆。

(12) 严格执行作业票管理制度，临时用电应办票作业，具有火灾爆炸场所不应接临时电源，临时用电应设置保护开关，临时用电一般不超过 15 天，特殊情况不超过 30 天。

2) 仪表自控对策措施

(1) 控制系统宜采用双路 UPS 冗余方式供电，进线应分别接在不同供电母线上，两路电源自动切换，互为备用。UPS 不停电电源容量应为工作电源的 1.2 倍，自动切换时间不得大于 5ms。

(2) 电缆出入自控设备或接线端子箱时，尽可能自设备（箱、柜）的下方引入。机柜内电缆孔洞应严密封堵。

(3) DCS 接地系统应执行严格的单点接地制，切忌多点接地。DCS 中的逻辑系统接地、屏蔽电缆屏蔽层接地、机柜外壳保安接地、电源中性线接地应各自绝缘独立。先各自呈星形状引到自己的接地汇流铜排，再将这四种接地汇流铜排连到总接地汇流铜排，最后接到接地网接地电极。

(4) 气体探测器采用固定式。探测器的安装数量、安装位置、安装高度等满足《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）的要求。

(5) 探测器应安装在无冲击、无振动、无强电磁场干扰、易于检修的场所，探测器安装地点与周边工艺管道或设备之间的净空不应小于 0.5m。

(6) 仪表选型按照《自动化仪表选型设计规范》（HG/T20507-2014）执行。

7.2.4 事故应急救援措施和器材、设备对策建议措施

1) 依据应急管理部关于修改《生产安全事故应急预案管理办法》的决

定（应急管理部令第 2 号，实施日期 2019.9.1）及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）等有关法律、法规的要求，建设单位投产前需完成应急预案编制备案并开展演练。

2) 建设单位应当按《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB 30077-2023）的要求配备必要的应急救援器材、设备，并进行经常性维护、保养，确保应急救援器材随时处于备用状态。通过定期演练来评价各种事故应急预案的有效性，并作为持续改进的依据。同时还应考虑将应急预案与地方政府有关部门的应急预案相衔接。

3) 事故应急预案应报当地应急管理部门备案。

4) 应为员工配备相应的劳动防护用品，如防腐蚀手套、耐腐蚀工作服等。配备急救箱；参照《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》GB39800.1-2020 的要求制定劳动防护用品发放标准，按期发放并对其定期维护保养。

5) 在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。生产场所与作业地点的紧急通道和紧急出入口均应设置明显的标志和指示箭头。

6) 本项目洗眼器的服务半径应不大于 15m。洗眼器的冲洗水上水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的规定，并应为不间断供水；洗眼器的排水应纳入厂区污水管网。

7.2.5 “两重点一重大”的安全对策措施

1) 重点监管的危险化学品

依据《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）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号）可知：该项目生产过程涉及各类物质中不存在重点监管的危险化学品。

2) 重点监管的危险化工工艺

本项目不涉及重点监管的危化工工艺。

3) 危险化学品重大危险源

本项目不涉及重大危险源，具体分析过程详见 F1.10。

7.2.6 特种设备安全对策与建议

1) 本项目有压力容器，可能产生物理爆炸造成人身伤亡的危险事故发生。压力容器的设计、制造、安装、使用、检验均要求严格执行《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）的规定，从本质上保证压力容器的安全。压力容器自设必要的安全附件，如安全阀、压力表、温度计等。压力容器在安装完毕后，必须经当地压力容器监察机构检验合格后方可使用。在设备使用过程中，要建立压力容器安全操作规程，并定期对压力容器进行检验。

2) 本项目特种设备严格执行《中华人民共和国特种设备安全法》，必须经当地市场监督管理部门检验合格后方可使用。在设备使用过程中，要建立特种设备安全操作规程，安全管理部门应制定定期对特种设备进行检验的计划。储罐检验周期应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）第 8.1.6 条规定。检验合格后安全管理部门应记录检验内容，检验不合格时，需单独记录整改措施、完成时间及复检结果，闭环管理。

7.2.7 安全管理等其他方面

1) 在编制初步设计文件时，应同时编制完善安全设施设计专篇，应严格遵守现有的劳动安全卫生方面的法规和技术标准，要充分认识到系统安全及预防职业危害的要求。

2) 在主体工程施工的同时，必须同时保证安全、工业卫生、环保、消防设施同时施工，并同时投入使用。

3) 在初步设计中应完善组织机构设置，应当设立专职安全管理机构，并设专职安全生产管理人员。在工程施工阶段应有专人负责安全、消防设施的施工监督检查。

4) 建设单位应建立、健全安全生产责任制等各项安全规章制度、安全技术规程和作业安全规程。企业在制定安全操作规程是应注意完善以下内

容：

(1) 制定操作规程管理制度，规范操作规程内容，明确操作规程编写、审查、批准、分发、使用、控制、修改及废止的程序和职责。

(2) 编制的各生产岗位操作规程的内容应至少包括开车、正常操作、临时操作、应急操作、正常停车和紧急停车的操作步骤与安全要求；工艺参数的正常控制范围，偏离正常工况的后果，防止和纠正偏离正常工况的方法及步骤；操作过程的人身安全保障、职业健康注意事项。

(3) 制定工艺控制指标，如以工艺卡片的形式明确对工艺和设备安全操作的最低要求。

(4) 操作规程、工艺控制指标应科学合理，保证生产过程安全。

企业在修订安全管理制度和责任制时要注意覆盖每一岗位、每一部门，避免出现缺漏。

5) 建立完整的安全管理体系；安全管理应做到“事事有人管、人人有专责、办事有程序、检查有标准、问题有处理、处理有结果”。

6) 按照《安全生产法》、《生产经营单位安全培训规定》和《安全生产培训管理办法》和等的规定对相关人员进行培训、教育。特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。作业人员要了解有关物料、设备、设施、防止工艺参数变动及泄漏等危险、危害因素的知识，具备应变处理的能力，有预防火灾、爆炸、中毒等事故和职业危害的知识和能力，在紧急情况下能采取正确的应急方法，事故发生时有自救和互救能力。

7) 设备的不安全状态是诱发事故的物质基础。保持设备、设施的完好状态，是实现安全生产的前提。因此，要加强对设备运行时的监视、检查、定期维修保养等管理工作。经常进行安全分析，对发生过安全事故或未遂事故、故障、异常工艺条件和操作失误等，应做详细记录和原因分析并找出改进措施。还应经常收集、分析国内外的有关案例，类比本企业的具体情况，加强教育，积极采取安全技术、管理等方面的有效措施，防止类似事故的发生。

生。经常对主要设备故障处理方案进行修订，使之不断完善。

8) 保证安全投入资金的数量并确保资金到位，并能满足安全生产的需要，安全设施落实到实处。

9) 加强对外来人员的管理，签订相关的安全协议，做好相关的安全培训及教育。

10) 按照《安全生产法》要求，危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。建议建设单位按要求设立专职安全生产管理机构，并配备符合要求的安全管理人员。生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

11) 安全管理制度需完善补充重点是危险作业过程受控管理；完善动火作业安全制度；高处作业安全制度；临时用电安全制度；作业许可内部审批制度；进入有限空间作业安全制度以及作业条件发生改变后的变更管理；补充员工劳动保护用品配置清单。

12) 劳动保护用品建议参照《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010 进行完善落实。

13) 承包商管理

(1) 企业须建立承包商安全管理制度，将承包商在本企业发生的事故纳入企业事故管理。企业选择承包商时，要严格审查承包商有关资质，包括设计、施工、监理单位，不得出现转包现象，定期评估承包商安全生产业绩，及时淘汰业绩差的承包商。企业要对承包商作业人员进行严格的入厂安全培训教育，经考核合格的方可凭证入厂，禁止未经安全培训教育的承包商作业人员入厂。企业要妥善保存承包商作业人员安全培训教育记录。

(2) 承包商进入作业现场前，企业必须与承包商作业人员进行现场安全交底，审查承包商编制的施工方案和作业安全措施，与承包商签订安全管理协议，明确双方安全管理范围与责任。现场安全交底的内容包括：作业过程中可能出现的泄漏、火灾、爆炸、容器爆炸、中毒窒息、触电、坠落、物

体打击和机械伤害等方面的危害信息。承包商要确保作业人员接受了相关的安全培训，掌握与作业相关的所有危害信息和应急预案。企业要对承包商作业进行全程安全监督。

14) 落实企业主体责任。建设单位要建立健全项目安全风险防控体系，实现全过程安全风险防控，严格落实建设单位主要负责人安全生产第一责任人的法定责任，健全全员安全生产责任体系，推动企业加大安全投入，确保人员资源配备充足。建设单位的生产技术、设备、电气仪表、安全工程等主要专业的技术骨干，应全程参与项目前期论证和工程设计。建设单位应按照《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》有关要求，组织具有相应资质的设计、施工、监理等单位，严格按照安全设施设计要求进行建设，确保工程质量符合国家法律法规、工程建设强制性标准要求。

8 评价结论

8.1 危险、有害因素辨识结果

根据对新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目的工艺系统及配套的辅助设施和公用工程设施的危险、有害因素分析,得出以下结论:

该项目的特点是二氧化碳的吸收、精制。拟建项目主要危险、有害物质为胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)、脱硫液(选用 30%的 NaOH),制冷剂(采用 R507)、液态二氧化碳;危险设备设施有液态二氧化碳球罐、压缩机、干燥撬等。可能发生事故类型有火灾、容器爆炸、机械致害、物体打击、触电、噪声、低温伤害、厂(场)内车辆致害、窒息、起重致害等。

新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目界区内不存在危险化学品重大危险源,无重点监管的危险化工工艺。

依据《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》、《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》可知:该项目生产过程涉及的各类物质中不存在重点监管的危险化学品。

8.2 定性定量评价结果

1) 根据周边环境、总平面布置安全检查表及《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》GB 36894-2018、《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》GB/T 37243-2019 中的相关要求对本项目外部安全防护距离进行确定可知:项目厂址位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道 18 号-083 号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内,建设项目与周边企业外部安全防护距离(防火间距)符合《建筑设计防火规范(2018 年版)》(GB 50016-2014)、《工业企业总平面设计规范》(GB 50187-2012)等相关规范要求。

2) 由预先危险性分析可知,在确定的 3 个评价单元及其 6 个评价子单元中,生产单元的碳捕集吸收部分火灾、容器爆炸、窒息和碳捕集精制部分火灾、窒息,储存单元中二氧化碳储罐的容器爆炸危险等级均为Ⅲ级重点采

取防范措施。

本项目其他危险因素为 II 级，应予以排除或采取措施控制。

企业应重点围绕预防、控制、消除和减弱火灾、容器爆炸、窒息等事故方面设置安全设施，加强安全管理。

3) 本次评估报告使用“中国安全生产科学研究院”的“CASSTQRA 重大危险源区域定量风险评价与管理”软件对本项目液态二氧化碳球罐中存在的液体二氧化碳可能引发的物理爆炸事故进行物理爆炸事故灾害模拟评价得出结论：本项目液态二氧化碳球罐发生容器物理爆炸事故时，对周边 74m 范围内作业人员会造成严重伤害，可能造成人员伤亡；对 127m 范围内人员造成重伤、伤残等；214m 范围内人员造成轻伤。死亡半径未超出厂区边界。企业在生产过程中应加强安全管理，严格控制工艺操作压力、液位，严密监控工艺过程变化，防止发生储罐超压，避免事故的发生。

4) 多米诺效应分析结果：本次评估报告使用“中国安全生产科学研究院”的“CASSTQRA 重大危险源区域定量风险评价与管理”软件对本项目液态二氧化碳球罐运用多米诺效应分析。根据软件模拟计算，本项目液态二氧化碳球罐容器物理爆炸的多米诺半径为 102m，对其周边设备、装置有影响，多米诺效应导致周边设备及人员发生事故。

本项目周边无易燃易爆装置和易燃可燃液体储罐，不会产生多米诺效应。

5) 外部安全防护距离计算结果：本项目不涉及爆炸物，且未构成重大危险源，故本项目执行现行国家法律法规、标准规范有关消防防火间距、安全距离的要求，依据本报告表 2.4-1 本项目与周边环境防火间距一览表可知，本项目与周边企业、道路外部安全防护距离（防火间距）符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）等相关规范要求。

6) 由事故案例分析表明：本项目在调试、运行、维修过程中，均可能发生以上类型的火灾、容器爆炸、窒息及机械伤害等事故，因此，在日常生

产中应吸收同类事故的经验教训，严格遵守操作规程及各项安全管理制度，避免违章作业，严把设备质量关，及时发现各类事故隐患，尽可能地杜绝事故发生，以实现整个项目的本质安全化。

8.3 结论

综上所述，本报告识别了新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目潜在的危险、有害因素，可能发生的事故的类型、特点、严重程度及应采取的防范措施；论证了本项目安全条件及安全生产条件的可靠性；建设单位符合《中华人民共和国安全生产法》以及《危险化学品建设项目安全监督管理办法》等国家有关法律、法规、标准、规范的要求，符合项目建设条件。

附录 F1 危险、有害因素辨识与分析过程

F1.1 物质危险、有害因素分析

F1.1.1 主要危险、有害物质

原料及辅助物料: 低温烟气、胺溶剂(选用乙醇胺吸收剂原液)、脱硫液(选用 30%的 NaOH), 制冷剂(采用 R507)。

产品: 液态二氧化碳。

依据《危险化学品目录》(2022 调整版)可知: 该项目生产过程中涉及的物料乙醇胺、30%的 NaOH 溶液、二氧化碳[压缩的或液化的]属于危险化学品。

以上物质在本项目生产过程中一旦发生意外性泄漏或事故性溢出, 易导致火灾、爆炸、中毒和窒息等事故的发生。本项目涉及的主要危险物质危险性分析如下所示:

1) 乙醇胺

表 F1.1-1 乙醇胺危险特性一览表

标识	中文名：乙醇胺		英文名：ethanolamine	
	中文别名：2-氨基乙醇、2-羟基乙胺、乙醇胺、2-胺基乙醇		CAS 号：141-43-5	
	分子式：C ₂ H ₇ N O			
理化特性	性状：透明液体			
	溶解性：能与水、乙醇和丙酮等混溶，微溶于乙醚和四氯化碳.25℃时，在苯中的溶解度为 1.4%，在乙醚中的溶解度为 2.1%,在四氯化碳中的溶解度为 0.2%			
	熔点(℃):10		沸点(℃):170.9	
	闪点(℃):93.3		相对密度(水=1):lg/cm ³	
危险性	燃烧热(kJ/mol,25° ℃):924.99		蒸气密度：2.1	
	危险性类别：第 8.2 类碱性腐蚀品 侵入途径：吸入、食入、经皮吸收 健康危害：蒸气对眼、鼻有刺激性。眼接触液状本品，造成眼损害；皮肤接触引起刺痛和灼 伤。 口服损害口腔和消化道。 环境危害：一 燃爆危险：本品可燃，具腐蚀性、刺激性，可致人体灼伤。			
急救措施	皮肤接触：脱去污染的衣着，立即用流动清水彻底冲洗。			
	眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。或用 3%硼酸溶液冲洗。 立即就医。 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。必要时进行人工呼吸。就医。 食入：误服者立即漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。			

消防措施	危险特性：遇高热、明火或与氧化剂接触，有引起燃烧的危险。与硫酸、硝酸、盐酸等强酸发生剧烈反应。 有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳、氧化氮。 灭火方法及灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、砂土、干粉。
泄漏	疏散泄漏污染区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，建议应急处理人员戴好防毒面具，穿化学防护服。不要直接接触泄漏物，在确保安全情况下堵漏。用沙土或其它不燃性吸附剂混
处理	合吸收，然后收集运至废物处理场所处置。也可以用大量水冲洗，经稀释的洗水放入废水系统。如大量泄漏，利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。
操作处置与储存	操作处置：密闭操作，注意通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)，戴化学安全防护眼镜，穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。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。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。 储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与酸类等分开存放，切忌混储。配备相应品种和数量的消防器材。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。
接触控制/个体防护	工程控制：密闭操作，注意通风。 呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，佩带防毒面具。紧急事态抢救或逃生时，建议佩带自给式呼吸器。 眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。 身体防护：穿工作服(防腐材料制作)。 手防护：戴橡皮手套。 其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水；工作后，淋浴更衣。进行就业前和定期的体检。

2) 氢氧化钠

表 F1.1-2 氢氧化钠危险特性一览表

标识	中文名：氢氧化钠；烧碱	英文名：Sodium Hydroxide; Caustic Soda	
	分子式：NaOH	分子量：40.01	UN 编号：1823
	危规号：82001	RTECS 号：WB4900000	CAS 号：1710-73-2
理化性质	性状：白色羽状晶体，易潮解		
	熔点(℃)：318.4	溶解性：易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮	
	沸点(℃)：1390	相对密度(水=1)：2.12	
	饱和蒸气压(kPa)：0.13(739℃)	相对密度(空气=1)：无资料	
	临界温度(℃)：	燃烧热(kJ/mol)：无意义	
	临界压力(MPa)：	最小引燃能量(mJ)：无意义	
燃烧爆炸危险性	燃烧性：不燃	燃烧分解产物：可产生有害的毒性烟雾	
	闪点(℃)：	聚合危害：不能出现	
	爆炸极限(V%)：无意义	稳定性：稳定	
	引燃温度(℃)：无意义	禁忌物：强酸、易燃可燃物、二氧化碳、过氧化物、水。	
	危险特性：与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧，遇水和水蒸气大量放热，形成腐蚀性溶液。具有强烈腐蚀性。		
毒性	MAC：2mg/m3(GBZ2-2002)		
对人体危害	本品有强烈刺激和腐蚀性。刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂，出血和休克。		

急救	皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用大量流动清水冲洗，至少 15 分钟。就医。眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟，就医。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。食入：误服者用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。
防护	工程控制：密闭操作。提供安全淋浴和洗眼设备。呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，必须佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴空气呼吸器。眼睛防护：呼吸系统中已作防护。身体防护：穿橡胶耐酸碱服。手防护：戴橡胶耐酸碱手套。其他：工作现场禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作毕，淋浴更衣。注意个人卫生。
泄漏处理	隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员佩戴自给式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏：避免扬尘，用清洁铲子收集于干燥清洁有盖容器中，也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：收集回收或运至废物处理场所处置。
贮存	贮存于干燥清洁的仓库内。注意防潮和雨淋。应与易燃或可燃物及酸类分开存放。分装或搬运作业注意个人防护。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。雨天不应运输。

3) 二氧化碳

表 F1.1-3 二氧化碳危险特性一览表

标识	中文名：二氧化碳	英文名：carbon dioxide
	分子式：CO ₂	CAS 号：124-38-9
	相对分子质量：44.01	
组成与性状	主要成分：二氧化碳	
	外观与性状：无色无味气体	
燃爆特性与理化性质	闪点（℃）：不燃	燃烧热：无意义
	熔点（℃）：-56.6(527kPa)	沸点（℃）：-78.5(升华)
	相对密度(水=1)：1.56(-79℃)	相对密度（空气=1）：1.53
	饱和蒸气压（kPa）：1013.25(-39℃)	聚合危害：不聚合
	临界温度（℃）：31.3	临界压力（MPa）：7.39
	稳定性：稳定	禁配物：无资料
	溶解性：溶于水，溶于烃类等多数有机溶剂	
	特别危险性：若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸危险。	
	主要用途：用于制糖工业、制碱工业、制铅白等，也用于冷饮、灭火及有机合成	
车间卫生标准	中国 PC-TWA（mg/m ³ ）：9000，PC-STEL（mg/m ³ ）：18000 美国（ACGIH）TLV-TWA：5000ppm；TLV-STEL：30000ppm	
健康危害	侵入途径：吸入 在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻痹作用。中毒机制中还兼有缺氧的因素。 急性中毒：轻度中毒出现头晕、头痛、疲乏、恶心等，脱离接触后较快恢复。人进入高浓度二氧化碳环境，在几秒钟内迅速昏迷倒下，反射消失、瞳孔扩大或缩小、大小便失禁、呕吐等，更严重者出现呼吸、心跳停止及休克，甚至死亡。 慢性影响：经常接触较高浓度的二氧化碳者，可有头晕、头痛、失眠、易兴奋、无力等神经功能紊乱等。但在生产中是否存在慢性中毒国内外均未见病例报道	
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，给输氧。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏。就医	
防护措施	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：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴空气呼吸器 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
泄漏 应急 处理	大量泄漏：根据气体扩散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呼吸器，穿一般作业工作服，尽可能切断泄漏源。漏出气体允许排入大气中。泄漏应急处理设备
储存 运输 注意 事项	储存于阴凉、通风的不燃气体的专用库房，远离火种、热源。库温不宜超过 30℃，应与可燃物分开存放，切忌混储。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，并应将瓶口朝同一个方向不可交叉；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，防止日光暴晒。铁路运输时要禁止溜放
操作 注意 事项	密闭操作，提供良好的自然通风条件，操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。远离易燃、可燃物。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备

4) 制冷剂 R507

R507 由 50%R125（五氟乙烷）与 50%R143a（1,1,1-三氟乙烷）组成的共沸混合物，高浓度置换氧气，引发缺氧、头晕、意识丧失，密闭空间致死风险高。液态接触皮肤/眼睛，造成冻伤、黏膜刺激，可能致结膜炎。高浓度吸入导致中枢神经抑制，出现恶心、协调障碍，高剂量可引发心律失常。

5) 低温烟气

该烟气主要由二氧化碳、氮气、氧气和水蒸气组成，这些成分在特定条件下存在以下风险：

（1）二氧化碳：虽然二氧化碳本身无毒，但高浓度的二氧化碳会置换空气中的氧气。如果发生泄漏，在局部封闭或通风不良的空间内，会导致缺氧环境，引发人员窒息。

（2）氧气：烟气中含有约 5%的氧气。虽然低于空气中的氧含量（约 21%），但在特定的化学反应环境或与可燃物接触时，仍能起到助燃作用。如果后续工艺中氧气浓度富集，火灾风险会增加。

氧化腐蚀：在高温高压环境下，氧气会加速金属管道和设备的氧化腐蚀。

（3）氮气：氮气占比最高（约 69-70%），属于单纯性窒息气体。虽然它是空气的主要成分，但在高浓度排放或泄漏时，会稀释空气中的氧气，导致缺氧窒息。

（4）水蒸气：烟气温度在 48-52℃之间，且含有约 13%的水蒸气。如果管道或设备保温层破损，人员接触可能导致烫伤。

腐蚀与结露：水蒸气与酸性气体（如二氧化硫、氮氧化物、二氧化碳）结合，容易形成酸性冷凝液，对设备和管道造成严重的酸性腐蚀。

（5）二氧化硫

强腐蚀性与毒性：二氧化硫是一种有毒气体，具有强烈的刺激性气味。

健康危害：即使浓度很低（ $\leq 35\text{mg/m}^3$ ），泄漏时也会刺激呼吸道、眼睛和皮肤。长期接触可能导致慢性呼吸道疾病。

设备腐蚀：遇水生成亚硫酸，对碳钢设备有极强的腐蚀性，可能导致设备壁厚减薄、穿孔泄漏。

（6）氮氧化物

毒性与强氧化性：氮氧化物（通常指一氧化氮和二氧化氮）是剧毒气体。

健康危害：浓度 $\leq 50\text{mg/m}^3$ 时，一旦泄漏，会严重损害呼吸系统，引起肺水肿等严重后果。

环境污染：泄漏到大气中会形成酸雨和光化学烟雾。

（7）粉尘/含尘量

磨损与堵塞：含尘量 $\leq 10\text{mg/m}^3$ 。固体颗粒物会冲刷磨损管道弯头、阀门和风机叶片，缩短设备寿命。在换热器或填料塔中，粉尘可能沉积造成堵塞，增加系统阻力。

健康危害：吸入粉尘可能对作业人员肺部造成损害（尘肺病风险）。

F1.1.2 重点监管的危险化学品辨识

依据《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）和《国家安全监管总局关于公布<第二批重点监管危险化学品名录>的通知》（安监总管三[2013]12号）的规定，该项目生产过程涉及各类物质中不存在重点监管的危险化学品。

F1.1.3 易制毒危险化学品辨识与分析

根据《易制毒化学品管理条例》和《易制毒化学品的分类和品种目录》（2025版）辨识，本项目未涉及到易制毒危险化学品。

F1.1.4 易制爆化学品辨识与分析

根据《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）（中华人民共和国公安部公告）辨识：本项目未涉及易制爆危险化学品。

F1.1.5 特别管控的危险化学品辨识与分析

根据《特别管控的危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告 2020 年第 1 号）辨识，本项目未涉及到特别管控的危险化学品。

F1.1.6 高毒物品辨识与分析

根据《卫生部关于印发<高毒物品目录>的通知》辨识，本项目未涉及高毒物品。

F1.1.7 各类监控化学品辨识与分析

根据《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令第 52 号）辨识，本项目未涉及到各类监控化学品。

F1.1.8“禁限控”危险化学品辨识与分析

根据关于印发《胡杨河经济技术开发区产业发展指引和禁限控目录（试行）》通知（胡经开区发【2022】14 号）辨识，本项目涉及危险化学品均不在《胡杨河经济技术开发区危险化学品禁限目录禁止部分》和《胡杨河经济技术开发区限制和控制危险化学品目录》范围内。

F1.2 周边环境及总平面布置危害因素分析

F1.2.1 周边环境的危险、有害因素辨识与分析

本项目位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道18号-083号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内。以厂区已建围墙为界，东侧10m处为东环路，200m内为空地；南侧70m处为前山西路，86m处为新疆鼎浩昇环保科技有限公司围墙；西侧200m内为空地；北侧17m为五五新路，200m内为空地。

本项目厂区内除正常的管理人员与生产工人外，基本无其他人员流动。

正常情况下本项目与周边环境之间基本无影响，但在非正常情况下，会

产生影响，尤其是本项目发生火灾、爆炸事故，会对周边企业设备设施、构筑物、从业人员造成影响，会对周边道路过往人员或过往车辆造成影响。

反之，如果本项目周边企业发生火灾爆炸事故，也可能对本项目设备设施、建筑物、人员造成影响，也可能引发本项目发生火灾爆炸事故。

F1.2.2 平面布置危险性分析

本项目位于第七师胡杨河市胡杨河经济技术开发区工业大道18号-083号新疆锦龙神雾能源开发有限公司厂区内。

本项目生产过程中涉及到主要危险、有害物料为乙醇胺、30%的NaOH溶液、二氧化碳[液化的]。

若本项目新增工艺装置与厂区已建工艺装置或建（构）筑物之间的防火间距不符合规范要求，则一旦新增工艺装置发生火灾、爆炸，则会连及周围厂区已建的工艺装置或建（构）筑物，致使灾情扩大、扑救困难，损失增加。

若本项目新增工艺装置内设备设施之间的安全距离不符合规范要求，那么作业人员在生产作业过程中则容易被磕、碰、挤或被迫长期作业姿势不符合要求而造成伤害。

若本项目新增工艺装置内场地布置不合理，场地狭窄，巡检及检修期间作业人员可能发生机械伤害。

若本项目新增建（构）筑物内采光不满足要求，会导致作业场所光线不好、容易出现误操作、或走路看不清地面及周围设施或操作时看不清目标物等状况而引发事故。

若本项目新增工艺装置安全出口宽度、位置设置不符合规范，可能导致事故发生后人员疏散不畅，扩大事故危害。

本项目新增工艺系统若在运行过程中，发生二氧化碳大量泄漏，除了可能造成本工艺装置作业人员发生窒息事故，也可能造成周边已建工艺装置作业人员发生窒息事故。

本项目深度净化塔泵等设备在运行过程中产生噪声，会对周边操作人员造成影响。

F1.2.3 建（构）筑物危险性分析

1) 建（构）筑物不按照规范要求进行耐火等级、防火间距、安全疏散进行设计、建造。在发生火灾时，易造成人员及财产的损失的扩大。

2) 建筑物载荷系数选取不当，会造成坍塌。抗震等级选取不当，在地震时会造成灾难性事故。

3) 建（构）筑物地耐力及基础强度不足，会造成建（构）筑物坍塌，倾斜。

4) 建（构）筑物本身结构缺陷；建（构）筑物未按照有关设计规范设置防雷、防火、抗震等措施，可能发生雷击、火灾、倒塌等事故。

5) 建（构）筑物的采暖、通风、保温、朝向、采光、照明等如果不符合国家规范要求，可能影响作业人员健康和安全生产。

6) 如果钢结构钢柱、钢梁、疏散楼梯等如果未涂刷防火涂料，会造成耐火等级不足，在发生火灾时，易造成人员及财产的损失的扩大。

7) 钢结构的建构筑物结构设计、安装不合理等，会造成建筑物坍塌，倾斜。

8) 若胺液储罐和氢氧化钠储罐未设置围堰，泄漏液体漫流面积大，增加了巡检人员或应急救援人员误入泄漏区域导致化学灼伤(NaOH)或中毒(胺液)的概率。氢氧化钠泄漏后若无围堰拦截，会直接接触储罐基础或周边设备基础，腐蚀混凝土结构，可能导致储罐倾斜甚至倒塌。

F1.3 工艺过程危险、有害因素辨识与分析

F1.3.1 火灾

1) 本项目胺溶剂选用乙醇胺吸收剂，乙醇胺为可燃物，若发生泄漏遇明火、高热能引起火灾。

2) 供电线路的选型不符合作业场所的环境要求，或者供电线路在运输、敷设和地面施工及遇到小动物啃咬等机械伤害、铅皮（铝皮）龟裂、胀裂、终端头或中间端头爆炸、绝缘击穿、金属护套腐蚀穿孔等故障，可能会导致火灾事故的发生。

3) 电气装置超负荷运行或带故障使用, 或者电气装置附近堆放有易燃、易爆和腐蚀性物品, 或者露天使用的用电设备、配电装置没有采取防雨、防雪、防雾的措施, 或者发生电气火灾时, 没有立即断开电源, 采用专用的消防器材进行灭火, 或者用电设备和电气线路的周围没有足够的安全通道和工作空间等, 导致火灾事故的发生。

F1.3.2 可燃液体蒸汽爆炸

- 1) 乙醇胺液体输送流速过快、未可靠接地、喷溅式进料产生静电放电。
- 2) 超温、超压运行导致密封失效、物料泄漏。
- 3) 泵抽空、气蚀造成密封损坏, 蒸汽外逸。
- 4) 检修置换不彻底、未有效隔离, 动火时引发闪爆。

F1.3.3 容器爆炸

若压力容器存在先天性缺陷, 超压运行, 腐蚀失效, 裂纹和起槽, 修理及改造不合理, 安全附件失效, 作业人员操作失误等问题, 均可能导致压力容器发生物理性爆炸。

发生容器爆炸的后果有: 冲击波的危害; 碎片的危害; 有害介质的危害 (如有毒物质泄漏造成人员中毒、可燃物质泄漏引发火灾爆炸事故或高温物料泄漏引发人员灼烫)。

F1.3.4 窒息

1) 本项目产品为液态二氧化碳, 二氧化碳属单纯窒息性气体, 无剧毒, 但高浓度下会挤占空气中氧气, 造成人体缺氧窒息。当空气中二氧化碳浓度超过3%时, 作业人员可出现呼吸困难、头痛、眩晕、恶心、呕吐等症状; 浓度达10%以上时, 会迅速出现视力障碍、肌肉痉挛、呼吸加快、血压升高、意识模糊甚至丧失; 浓度25%以上时, 短时间内即可引发神经抑制、昏睡、持续性痉挛, 最终导致窒息死亡。

2) 项目设置室外液态二氧化碳储罐, 在运行过程中若罐内压力异常升高, 需作业人员开启放空阀进行泄压排压。若作业人员安全意识薄弱、违章操作, 未站在上风向、未保持足够安全距离或未采取个体防护措施, 液态二

氧化碳瞬时气化并大量聚集，易导致局部空间二氧化碳浓度急剧升高，造成作业人员缺氧窒息事故。

F1.3.5 触电

根据建设项目的工艺和设备情况，将该项目的主要电气危险因素划分为：触电、雷电危害两个部分。

1) 触电危险

触电事故的伤害是由电流的能量造成。触电可分为电击和电伤两种情况。

(1) 电击：分布在配电线路以及在生产过程中使用的各种电气拖动设备、移动电气设备、照明线路及照明、生活电器等，例如电焊操作者更换焊条、调节焊接电流时，如若绝缘防护不好或违反安全操作规程时均存在直接接触电击及间接接触触电伤亡事故。电击危险因素的产生原因：

①电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中，缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损害等隐患；

②没有设置必要的安全技术措施（如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位联结等），使安全措施失效；

③电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；没有必要的安全组织措施；

④专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。

(2) 电伤：分布在配电室、配电线路、配电柜、开关等。电伤危险因素的产生原因：

①带负荷（特别是感性负荷）拉开裸露的闸刀开关；

②误操作引起短路；

③线路短路、开启式熔断器熔断时，炽热的金属微粒飞溅；

④人体过于接近带电体等。

2) 雷电危害

厂区建筑物在雷雨天存在被直接雷击和感应雷击的危险。从雷电防护的角度分析，雷电危险因素的产生原因主要有：

- (1) 防雷装置失效；
- (2) 缺乏必要的人身防雷安全知识等。

F1.3.6 机械致害

该项目生产过程中使用机械设备，各种机械传动设备的传动部位裸露，无防护罩、套、护栏，作业人员不慎触及裸露传动运转部位，会发生绞入、卷入等机械伤害。如操作人员违章作业、操作失误、设备缺陷、检修不当、缺乏良好的安全距离防护措施等，均可能引起碰撞、夹击、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等机械伤害事故。

机械伤害事故也常发生在设备的维修期间，在进行设备的维修前未对维修设备进行现场断电；由于误操作，导致维修设备突然启动，引起机械伤害事故的发生。另外设备在运行过程中，打开设备的转动或传动部位的防护罩，或者没有安装好防护罩运行设备，也常会引起机械伤害事故的发生。

另外作业人员工作服着装不符合要求，或留有长发的人员未将头发盘起便进入正在运转的设备周围，可能发生工作服或长发会被运行设备卷入其中，引发机械伤害事故的发生。

F1.3.7 高处坠落

高处坠落伤害事故，多数是由于工人的违章作业；平台、扶梯的栏杆不符合安全要求；高空作业不挂安全网、不戴安全帽、不系安全带；高空作业用力不当，重心失稳等所造成的。本项目生产装置中有许多塔器等，高处作业场所较多，如果各类登高固定式钢梯、平台、防护栏杆等的设计、制造、安装缺陷及不良气候条件下防滑性能下降、扶手滑湿、照明不良、思想麻痹、注意力不集中等，作业人员进行维护保养、巡回检查、检修等工作中，可能会发生高处坠落伤害事故。

F1.3.8 跌落

高处防护设施失去防护作用或防护措施不到位，会因操作人员的疏忽大

意而发生跌落事故。

F1.3.9 起重致害

起重致害是指各种起重作业中发生的挤压、坠落、物体打击和触电事故。本项目生产过程中使用到起重机，其危害因素主要表现为起吊钢缆断裂、吊钩严重磨损断裂或滑动件滑脱、碰撞或限位装置失灵等。起重机超载、产品未达到规定要求、违章操作、无证操作、开关失灵、突然停电等原因均会导致起重伤害事故的发生。

F1.3.10 厂(场)内车辆致害

本项目的产品主要通过槽车运输，厂区内行驶车辆均可能对厂内人员造成车辆伤害，造成车辆伤害的原因如下：

- 1) 汽车驾驶员未经过培训上岗或驾驶技术水平差，发生伤人毁物事故。
- 2) 驾驶员酒后驾驶，发生车辆伤害事故。
- 3) 汽车“带病作业”，尤其是转向系统、制动系统有故障，易发生车辆伤害事故。
- 4) 运输道路转弯处、较大坡段等，未设警示牌或标志易发生车辆伤害事故。
- 5) 驾驶人员不听从指挥，擅自移动车辆，易造成人员伤害事故。

F1.3.11 物体打击

项目中有各种旋转设备，若旋转设备缺少维护、存在缺陷、无防护措施，则旋转设备有可能飞出对操作人员造成伤害；在操作及检修有上下交叉同时作业时，易发生上部作业工序工具等物件高处掉落，对下部作业人员造成物体打击伤害。高空作业人员对工具、零件把握不牢，工具由高处下落，也会对下面人员造成危害。

F1.3.12 坍塌

建（构）筑物等在外力或重力作用下，超过自身强度极限或因结构稳定性破坏而造成事故。厂区内的建（构）筑物若依据的设计资料不准确，抗震烈度不符合规范，材料强度不够，安全系数不足，建造安装质量不良以及装

置焊缝断裂等，在地震、台风、暴雨（雪）等恶劣自然条件下可能发生坍塌事故。

若项目在设计阶段错误地认为低于7度无需抗震设计，或擅自降低设防标准，将导致建筑物从源头上缺乏抵御地震作用的基本能力，构成重大坍塌隐患。

F1.3.13 灼烫

1) 高温灼烫

本项目生产过程中使用蒸汽加热，高温蒸汽通过的设备、设施及管道温度较高。若保温防护措施失效、破损，人员接触或靠近易造成高温灼烫；蒸汽管道或设备破裂发生泄漏、喷射，也会对人员造成灼烫事故。

2) 30%氢氧化钠溶液化学灼伤

本项目使用30%氢氧化钠溶液，若作业人员未按规定佩戴防护用品、防护用品不合格，或在溶液装卸、操作、检修过程中违章作业、操作不当，易发生溶液泄漏、喷溅，引发化学性灼伤。若作业区域未按要求设置洗眼器、紧急淋浴装置，发生喷溅时不能及时冲洗处置，会加重化学伤害后果。

3) 乙醇胺化学灼伤

乙醇胺蒸气对眼、鼻具有刺激性，液态乙醇胺接触眼部可造成眼部损害，皮肤接触会引起刺痛与灼伤；该物质对中枢神经系统有一定抑制作用，对皮肤具有刺激性，接触可危害人体健康。

F1.3.14 其他

1) 噪声和振动危害

噪声对人体的影响是全身性和多方面的。噪声能引起心血管病及消化系统等疾病的高发；会造成听力减弱或丧失；会影响大脑思维、语言传达以及对必要声音的听力，造成工作效率下降、误操作率上升。

生产场所的主要噪声源设备有各种泵机、风机等设备。此外，管道系统噪声也较突出。若个人防护不当，这些稳态生产噪声，会对作业人员造成危害。

振动可以导致人体产生振动病，主要表现为对足的损害，常见情况为足部周围神经与血管改变，脚及脚部肌肉有触痛感。设备的振动可能造成密封失效、焊缝开裂或管件因不断摩擦造成壁厚减薄，造成介质泄漏，污染环境，乃至发生火灾爆炸事故；设备上的控制仪表因振动，有可能造成失灵、误报等事故。

2) 腐蚀

本项目净烟气二次净化使用脱硫液为30%的NaOH溶液，30%的NaOH溶液呈强碱性，对碳钢、铸铁等金属设备具有碱性腐蚀、应力腐蚀作用，易造成设备、管道、泵体壁厚减薄、穿孔、泄漏；同时可导致橡胶、塑料等密封材料溶胀老化、密封失效，并腐蚀损坏仪表元件，破坏混凝土基础结构，降低设备使用寿命，易引发物料泄漏事故。

3) 冻伤

本项目液态二氧化碳、制冷剂一旦泄漏，会迅速气化吸热，导致局部环境温度骤降，人员无防护接触可引发低温冻伤。低温液体接触皮肤会快速吸热，造成表皮及深层组织冻伤；溅入眼部可致角膜结膜冻结损伤，严重可致失明。少量液滴短时接触皮肤一般无明显伤害，但渗入衣领、袖口、鞋内时，停留时间延长，极易造成深度冻伤，危险性显著增大。

F1.4 主要设备的危险性分析

F1.4.1 塔类设备

本项目涉及的塔类包括深度净化塔、吸收塔、再生塔、冷却塔等，其主要功能是实现净化、吸收二氧化碳的主要设备。运行介质主要为液态二氧化碳、含CO₂烟气、30%氢氧化钠溶液等，具有高压、低温、强腐蚀、窒息性等特点，其主要危险有害因素分析如下：

1) 窒息风险

塔器法兰、阀门、人孔、接管及密封部位易发生CO₂泄漏，二氧化碳密度大于空气，易在塔底、平台下部、低洼处积聚，造成作业人员缺氧窒息。高浓度CO₂可迅速导致人员头晕、昏迷，甚至死亡。

2) 腐蚀与设备失效风险

塔内30%氢氧化钠溶液对塔体、塔盘、填料、内衬及连接件具有强碱性腐蚀,可造成壁厚减薄、点蚀、应力开裂、密封失效;CO₂溶于水形成碳酸,加剧设备腐蚀穿孔、泄漏,导致设备结构破坏、物料外泄。

3) 超压与物理爆炸风险

塔器操作压力控制不当、进料异常、安全阀失灵、联锁失效等,易造成设备超压,引发物理爆炸、罐体破裂,介质大量喷出;系统负压工况可导致塔体失稳、吸瘪变形,破坏设备完整性。

4) 低温冻伤风险

液态CO₂及制冷剂泄漏时,会迅速气化吸热、温度骤降,人员无防护接触可造成皮肤及眼部低温冻伤;介质渗入衣物内更易形成深度冻伤,危害严重。

5) 检修作业风险

塔器属密闭空间,检修时若未彻底置换、通风、检测,易发生窒息、中毒;塔内塔盘、填料等内件脱落可造成机械伤害、高处坠落等事故。

6) 误操作与联锁失效风险

操作参数失控、安全仪表及联锁系统故障、人员违章操作,可引发压力波动、温度剧变、物料冲塔、泄漏加剧等异常工况,诱发各类安全事故。

F1.4.2 冷却器

本项目冷却器主要用于二氧化碳、低温介质、碱液及循环冷却水的换热冷却,属于压力换热设备,运行过程中存在的主要危险有害因素如下:

1) 介质泄漏导致的窒息与冻伤风险

冷却器管程或壳程发生泄漏时,液态二氧化碳、低温制冷剂会快速气化吸热,造成局部环境温度骤降,人员无防护接触可引发低温冻伤;二氧化碳气体密度大于空气,易在设备底部、低洼区域积聚,导致人员缺氧窒息。

2) 腐蚀泄漏与设备损坏风险

冷却器换热管、管板、壳体长期受30%氢氧化钠溶液、二氧化碳水溶液、

循环水等介质作用，易产生碱性腐蚀、电化学腐蚀、点蚀、缝隙腐蚀，造成换热管穿孔、管壁减薄、密封失效，引发介质互串与外漏，导致设备故障、系统停车。

3) 超压爆炸风险

冷却器内部因介质汽化、阀门误关、冷却中断、换热堵塞等原因造成压力异常升高，若安全泄放装置失效，可导致设备超压破裂、物理爆炸，并引发介质大量泄漏，造成窒息、冻伤、腐蚀等次生事故。

4) 高温烫伤与温差应力破坏

冷却器壳程或管程介质温度较高时，设备外壁、法兰、管道等部位温度升高，人员误接触可造成高温烫伤；温度频繁波动易产生热应力、温差应力，导致焊缝开裂、密封失效、设备变形损坏。

5) 堵塞与结垢风险

冷却器换热管易因结垢、杂质沉积、结晶堵塞，造成换热效率下降、局部过热、压力升高，加剧设备腐蚀与泄漏风险，严重时可导致设备失效。

6) 检修作业风险

冷却器检修、清洗、堵漏作业时，若未进行置换、通风、检测、隔离，残留的二氧化碳、碱液等介质易造成窒息、化学灼伤；同时存在高处坠落、物体打击、机械伤害等风险。

F1.4.3 球式储罐

球罐为本项目液态二氧化碳的主要储存设备，属于特种设备。其运行状态受压力、温度、物料特性及操作影响极大，主要危险有害因素辨识与分析如下：

1) 球罐在夏季高温暴晒、环境温度骤升、进料异常或阀门误关等工况下，若安全阀、泄压阀失效或泄放能力不足，可导致罐内压力急剧超过设计值，引发物理爆炸、整体破裂。高压液态二氧化碳瞬间气化，产生巨大冲击波、碎片飞溅及低温云团，易造成人员伤亡，并诱发窒息、冻伤及火灾爆炸等连锁事故。

2) CO_2 密度大于空气, 易在储罐底部、低洼区域、管沟及室内地坪下部积聚。无色无味且无预警性, 浓度超过 3% 时可致人员呼吸困难、头痛眩晕; 达 10% 以上引发痉挛、意识丧失; 25% 以上短时间内致窒息死亡, 极易造成群体性急性窒息事故。

3) 液态二氧化碳若发生泄漏或安全阀排气, 低温介质迅速气化吸热, 导致局部环境温度骤降。人员无防护接触皮肤可致瞬间冻结、深度冻伤; 溅入眼部可造成角膜结膜坏死、失明; 低温介质渗入衣领、鞋内停留时间延长, 深度冻伤风险极大。

4) 液态二氧化碳含水分或酸性杂质时, 形成碳酸对球罐内壁产生二氧化碳腐蚀; 受湿干交替作用, 加速点蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀开裂。露天球罐受日晒雨淋, 底部支座、平台、焊缝及法兰区域易锈蚀、壁厚减薄, 降低结构强度与密封性。

5) 出料速度过快、未及时补压、系统抽空或降温过快等, 易导致球罐内出现负压。球罐为曲面承压结构, 抗外压能力弱, 易发生整体失稳、凹陷、变形, 造成设备永久性损坏甚至报废。

6) 球罐检修、清罐时, 若未彻底置换、通风、检测 (O_2 、 CO_2 浓度), 残留介质可致人员急性窒息、中毒。同时存在高处坠落、物体打击、机械伤害及夹伤等风险。

7) 违章操作 (超压未泄压、超负荷充装、违规拆装) 及安全仪表/联锁系统故障, 易引发压力波动、温度剧变、介质泄漏等异常工况, 诱发各类事故。

F1.4.4 压缩机

1) 若压缩机安全阀泄压能力不足或失效, 可导致压缩机壳体、出口管道物理爆炸, 碎片飞溅。高压 CO_2 及可燃烟气瞬间大量泄漏, 周边区域将形成高浓度窒息云团, 引发群体性窒息死亡; 同时伴随低温冻伤。

2) 压缩机主轴、皮带轮、联轴器、飞轮等裸露部位, 人员接触易发生卷入、绞伤、断臂等严重机械伤害。

3) 螺栓、螺母、叶轮、平衡块等紧固件松动或断裂，高速抛出导致物体打击，杀伤周边人员。

4) 轴封磨损或损坏，导致高压介质（CO₂、碱雾、烟气）泄漏，造成窒息、中毒、腐蚀灼伤。

5) 电机过载、短路、接触不良及防爆电气设施失效，易产生高温电弧，引燃周边可燃介质。

6) 压缩机运行产生85dB(A)以上的高强度空气动力噪声和机械振动，长期接触易导致作业人员噪声性耳聋、神经衰弱、心率异常。

7) 机组共振、基础松动或转子不平衡，导致剧烈振动，损坏机组地脚螺栓、基础混凝土，甚至导致机组移位、倾覆。

8) 电机、电气控制柜、照明等电气设备若绝缘损坏、接地不良或防爆设施失效，人员接触可导致触电伤亡。

F1.4.5 制冷机

1) 制冷机系统运行温度极低。若发生制冷剂或液态二氧化碳泄漏，低温介质会迅速吸收周围热量，导致局部环境温度骤降。人员无防护接触皮肤，可造成瞬间冻结、深度冻伤；若溅入眼部，可致角膜结膜坏死、失明；低温介质渗入衣领、鞋内，停留时间延长，深度冻伤风险极大。

2) 制冷机工况下，二氧化碳易从系统阀门、法兰、轴封等密封点泄漏。由于二氧化碳密度大于空气，易积聚在储罐底部、低洼区域、管沟及室内下部空间。无色无味无预警，浓度超过3%即可致人员呼吸困难、头痛眩晕；达10%以上引发痉挛、意识丧失；25%以上短时间内致窒息死亡，极易造成群体性急性窒息事故。

3) 制冷机在夏季高温暴晒、环境温度骤升、系统异常憋压或安全阀失效时，易发生超压。高压介质瞬间释放可导致设备物理爆炸、整体破裂，碎片飞溅，并引发大范围冻伤、窒息及火灾爆炸（若存在可燃介质）等连锁灾害。

4) 制冷系统内的液态二氧化碳、制冷剂及冷凝水对设备内壁具有腐蚀

作用，长期运行可造成点蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀开裂，导致设备壁厚减薄、穿孔泄漏。同时，低温环境会加速密封材料（橡胶、塑料）的老化、脆化，引发密封失效，进一步加剧介质泄漏风险。

5) 制冷机包含压缩机、电机、联轴器等高速旋转部件，若防护缺失，易发生人员卷入、绞伤、物体打击。设备运行产生的强烈振动，可导致基础松动、紧固件疲劳损坏，甚至引发设备移位，增加泄漏和爆炸风险。

6) 制冷机电机及控制系统存在触电隐患。若处理可燃制冷剂或周围存在可燃气体，泄漏的可燃介质遇电气火花、静电，极易引发火灾爆炸。此外，润滑油泄漏至高温表面，存在润滑油起火风险。

7) 制冷机检修、维护时，若未彻底置换、通风、检测（ O_2 、 CO_2 浓度），残留低温高压介质可导致作业人员急性窒息、冻伤。同时存在高处坠落、机械伤害及误启动等事故风险。

F1.4.6 机泵类

1) 机泵抽空或憋压，引起机械密封泄漏。

2) 机泵轴承缺润滑油或润滑油含有杂质，发生金属间摩擦生成高温使轴承在高温下抱轴。

3) 机泵冷却水系统中断使机械运动产生的热不能带走，导致润滑油温度升高，粘度降低使轴承温度过高而发生抱轴事故。

4) 机泵防护罩损坏或无防护罩，操作人员进行维护、检查时，极易发生绞碾伤害。

5) 机泵电机过载，定子绕阻温度过高使绝缘熔化短路，还可能发生电机烧毁事故或引起电机轴承抱轴事故。

6) 机泵出口止回阀板脱落、当机泵停运后未关出口阀门，在出口压力的作用下引起转子倒转，倒转严重时会使反扣备帽松动或脱落而导致叶轮脱落。

F1.4.7 起重机械

项目在生产、检维修过程中使用起重机械，起重机械属于特种设备，其

使用中发生危险的可能性如下：

起重机械使用单位购置没有安全技术合格证书的产品，起重机械的安装修理单位没有起重机械的安装资质，或者没有办理特种设备准用证，其安全性能不能保障，投入使用，易引发起重机械安全事故。

起重设备没有设置超载限值器，或超载限值器出现故障，或自动控制装置或报警装置出现故障，当起重重量超过额定起重重量时，不能自动切断起升动力源或报警，会发生起重设备倒塌、设备损毁、建筑物损坏等安全事故，严重者造成人员伤亡。

起重设备没有设置上升极限位置限制器，或上升位置限制器出现故障，或自动控制装置或自动报警装置出现故障，当吊具起升到极限位置时，不能自动切断起升动力源或报警，会发生起重设备损坏、设备损毁、建筑物破坏等安全事故，严重者造成人员伤亡。

使用不符合要求的钢丝绳，或钢丝绳有损伤、腐蚀，或其他物理条件、化学条件造成的性能降低，或钢丝绳开卷时打结或扭曲等都会影响起重机械的安全运行。

起重机械作业人员没有上岗资格证，或没有建立起重机械安全操作规程、管理制度，或违章作业、违章指挥、管理不善等均会引发起重机械装置安全事故。

F1.5 公用工程及辅助设施危险、有害因素分析

F1.5.1 给排水系统（循环冷却水系统、工业用水、除盐水）危险、有害因素分析

本项目给排水系统主要包含循环水冷却系统、工业用水补给系统及除盐水供给系统等，是保障项目工艺稳定、设备冷却及安全生产的基础配套系统。该系统涉及高压水、低温介质、化学药剂、除盐水腐蚀等典型风险，其主要危险有害因素辨识与分析如下：

1) 给排水管道、循环水泵及冷却器在启停频繁、阀门误关、流量突变时，易产生水击现象，导致局部压力瞬间飙升，破坏管道、阀门及法兰密封。

若泄压设施缺失或失效，可引发管线爆裂、设备喷裂，造成介质大量泄漏、人员烫伤及机械伤害。

2) 深度净化塔补水：若补水系统涉及氢氧化钠投加，泄漏或误操作可导致皮肤、眼部化学灼伤；

除盐水系统：除盐水虽纯净，但长期接触易对碳钢管道、阀门产生电化学腐蚀，造成管壁减薄、穿孔泄漏；

循环水系统：循环水因长期循环、易滋生微生物或结垢，部分药剂若配比不当，对金属设备存在腐蚀损坏风险，导致系统失效。

3) 循环水冷却系统在处理低温工艺介质时，若保冷层破损、管道泄漏，低温循环水或伴生的低温制冷剂、CO₂ 泄漏，会导致作业人员局部冻伤。

4) 循环水泵、补水泵等动设备，联轴器、电机、传动轴等旋转部件裸露，易造成人员卷入、绞伤、物体打击。

5) 电气控制柜、潜水泵、电机等存在绝缘破损、接地不良隐患，易引发触电事故。

F1.5.2 供配电、电气设施危险、有害因素分析

1) 该项目存在用电设备。人员在操作设备过程中，可能由于电气线路短路、绝缘破损漏电、保护失灵等，引发触电伤亡、电弧灼伤事故。

2) 电气接地网接地电阻不合格、存在质量缺陷，当电气设备或电气线路绝缘损坏时，可能导致设备外壳带电，发生人员触电事故。

3) 非电工专业人员违规操作电气设备，操作不当，可能导致触电和电弧灼伤事故。

F1.5.3 供热系统的危险、有害因素分析

1) 蒸汽管道材质不合格、未经专业资质单位设计、安装，蒸汽管道高温腐蚀等原因，管道可能出现炸裂和穿孔，造成人员高温烫伤。

2) 蒸汽管道缺少防护措施，人员接触蒸汽管道表面可能发生人员高温烫伤事故。

3) 本项目新增部分设备使用蒸汽，如果蒸汽供应中断，可破坏此设备

的热量平衡，影响设备的正常操作，可能引发安全事故。

F1.5.4 供气系统的危险、有害因素分析

本项目供气系统设备为压缩空气管道，压缩空气本身不燃，但系统内若混入可燃气体、油气或粉尘（如周边装置泄漏、吹扫带入），高压空气遇火源可形成爆炸性混合物，遇静电火花或电气火花引发爆炸燃烧。

F1.5.5 自控仪表的危险、有害因素分析

1) 自控仪表失效：本项目使用 DCS 自控仪表和联锁保护系统。对要求强制性检测的安全阀、压力表、液位计等仪器、仪表若未定期检定、检修，造成各点温度、压力、流量、液位的仪表指示失真，DCS 等自控仪表出现故障，可能导致超温、超压、联锁保护失效、工艺运行失控甚至设备损坏，造成易燃有毒物料溢出等后果，引发火灾、爆炸及中毒窒息事故。

2) 若电力供应故障（如市电闪断、UPS 失效）将直接导致 DCS 等核心控制系统瘫痪，使装置陷入“盲操”状态，丧失监控与联锁保护能力；仪表气源中断或品质不达标，会导致气动调节阀、切断阀因失去动力而动作异常，若阀门故障安全位置与工艺应急需求不匹配，可能加剧超压、泄漏等事故后果。此外，动力源冗余配置不足、故障安全设计不合理等问题，也会放大单一动力故障的影响范围，最终可能引发工艺失控、设备损坏甚至安全事故。

3) 气体报警器失灵：装置各点气体报警器失灵，可能延误处理早期事故的时机，造成窒息事故后果的扩大。

F1.5.6 储运设施的危险、有害因素分析

1) 仓储过程：

(1) 液态二氧化碳储罐若发生泄漏，CO₂密度大易积聚于低洼处、储罐下部或室内管沟，形成高浓度窒息区；低温介质泄漏接触人体可致深度冻伤，眼部溅入可致不可逆损伤。

(2) 储罐夏季暴晒、升温过快或安全阀失效时，易引发超压物理爆炸，导致罐体破裂、碎片飞溅，介质大量泄漏，引发大面积窒息、冻伤及火灾爆炸次生灾害。

2) 装卸过程：装卸过程中阀门误操作、密封件损坏、管线脱落，可导致 CO₂ 大量泄漏，引发窒息、冻伤。

3) 运输过程：运输危险化学品的单位应有道路运输许可证，车辆应有运输资质、驾驶员、押运员持证上岗，运输按规定路线行驶，中途不得随意停留。若遇无资质单位车辆，可能因车辆质量问题导致；若遇无资质人员，可能因操作不熟练、安全意识不强，应急处置能力不足等导致事故发生，或事故进一步扩大；若车辆不按规定路线行驶，随意停留可能因发生交通事故。

F1.6 施工及检修过程中的危险性分析

1) 施工过程中的危险、有害因素分析

(1) 本项目施工过程中存在高处作业、交叉重叠作业、起吊运输、焊接等一系列危险作业。

(2) 高空落物、运行中的旋转机械等。如：在高空作业现场，由于没有有效防护，落物伤人；运行中的机器设备没有安全防护罩，其运动部分裸露在外，与人体接触，造成伤害。电机外壳接地线损坏或接地电阻超标，就会对工作人员存在潜在的危害，进而引发触电事故。

(3) 作业人员在作业中违反安全工作规程，不能正确着装，不按规程要求操作，就可能引发人身事故或恶性误操作。如：有的作业人员高处作业时不戴安全带，心存侥幸。有的电气工作人员不使用规定的绝缘工具进行电气作业，造成触电伤害等。

(4) 个别领导不按规章办事，违章指挥或强令冒险作业等，均可能造成事故。

(5) 使用非专业人员搭设脚手架，易发生脚手架倒塌伤人事故；施工现场孔洞无安全盖板，临空面无防护栏杆，易发生高空坠落事故。

(6) 施工过程中，现场存在大量工程车辆，如发生违章驾驶、超速超载等情况可能发生车辆伤害。

2) 检修过程中的危险、有害因素分析

检修维修人员在对生产装置的检修过程中，如果因检修作业人员未能够对

所承担的检修工作进行充分地风险辨识，而造成作业时的防范措施不到位，很可能导致在工作中产生某种失误，从而造成事故的发生。根据危险作业类别，对检维修期间存在的危险有害因素辨识如下：

（1）动火作业

在动火作业时若作业人员未持证上岗、酒后上岗、上岗精神状态不佳；未采取防止火花散落、飞溅措施；电线（气焊带）破损老化、无漏电保护器、焊机外壳带电、焊钳绝缘不好、气瓶安全附件损坏缺失、两瓶安全距离不足；防爆区域内违章使用手砂轮、电转等手持工具及手持工具的临时线连接线不规范；操作人员未正确穿戴劳动防护用品、违章作业等均有可能导致火灾爆炸事故发生。

（2）登高作业

若操作人员在登高作业时未正确穿戴劳动防护用品、违章作业，可能发生高处坠落事故。

（3）受限空间作业

受限空间内存在有缺氧、高温、有毒有害等因素，若作业前未对受限空间内易燃易爆、有毒气体进行置换，操作人员及监护人员未正确穿戴劳动防护用品、违章作业，未使用安全电压的照明器具等，可能导致火灾、爆炸、中毒窒息事故发生。

（4）吊装作业

若起重机械超过使用期限或未按时检验，操作人员、监护人员未正确穿戴劳动防护用品、违章作业，大型物件的吊装作业未编制吊装方案或吊装方案未审批，夜间吊装照明不足，大风等恶劣天气进行吊装作业等，可能会导致起重伤害事故。

（5）动土作业

若未按规定进行分析，办理动土票就违章动土，现场无警示标志、警戒线，现场开挖的土石方及施工材料随意乱堆，可能导致厂区内道路动土后遇到突发事件，消防、救护等特种车辆无法通行，无关人员误入作业区域，进

入防爆区域的机动车辆未安装阻火器，动土过程损坏地下管线、电缆，动土过程中发生坍塌、坠落、中毒、触电等事故。

（6）电气检修作业

电气检修作业时若操作人员、监护人员未正确穿戴劳动防护用品、违章作业，可能导致人体遭受电击、电弧引起烧伤、电弧引起爆炸冲击受伤；引发火灾、爆炸以及造成装置停电等事故。

（7）临时用电作业

临时用电不规范可能导致人员遭受电击、电弧伤，若在爆炸危险区域内，还有可能发生火灾爆炸危险。

（8）转动设备检修作业

在检修转动设备时，如未断电，并在操作柱挂检修牌。若人员误操作电源产生误转动；所检修设备（或备件）较大（重）时，所采取的安全措施不当；操作人员未正确穿戴劳动防护用品、违章作业等，可能导致机械伤害事故发生。

F1.7 自然环境危险因素分析

1) 高温、严寒危害

该地区冬季寒冷、夏季炎热，昼夜温差大，极端最高温度为 38.8℃，极端最低温度为-29℃，高温天气易造成有害气体的挥发扩散，造成火灾、爆炸事故或引发现场作业人员窒息；严寒对工艺管线、设备、设施的保温造成困难，高温和低温易造成操作人员中暑和冻伤。

2) 大风危害

该地区多有大风天气，多风天气可造成泄漏的有害气体的传播、扩散，大风还可能破坏电力系统，造成突然停电，也可能毁坏装置设施和建（构）筑物。

3) 地震和地质状况危害

该地区地震烈度 7 度，一旦发生地震，可能使储罐位移、开裂、折断；地震还会破坏生产装置设施，造成水、电、通讯中断，导致二氧化碳液体外

泄，引发窒息，造成区域性灾害。

4) 洪水危害

积雪融化或暴雨常造成洪水泛滥，洪水破坏管道的稳固结构和管道的防腐层，使地表改变，造成管道裸露、位移、变形、断裂，也可冲毁厂区设施和建筑，损坏仪器、设备。洪水浸泡加剧管道腐蚀。

5) 雷电侵害

厂区配电设施和建筑物有遭受直击雷的威胁。

自然因素破坏的概率较低，而一旦发生，后果严重，且难以预测，不可抗拒，但可以从预防上采取措施，认真按规范落实抗震防风的各项要求。

F1.8 管理的不安全因素辨识

F1.8.1 人的不安全行为

在作业过程中由于操作者安全意识淡薄，心理异常或存在不安全的行为习惯，都会成为引发事故发生的根源。此外，人机关系的不合理、不协调也是潜在的危险有害因素。

1) 行为性危险有害因素

管理者指挥失误或违章指挥、作业者的误操作或违章操作、监护人员的监护不到位等失误行为都能引发事故。

2) 心理、生理性危险有害因素

作业者的体力和视力等负荷超限（体力、视力、听力及其它负荷超限）；健康状况异常，带病作业；从事禁忌的作业；心理异常（情绪异常、冒险侥幸心理、过度紧张等心理异常）；辨识功能缺陷（反应迟钝，辨识错误等辨别功能缺陷）以及其他心理、生理性危险有害因素都可能导致事故的发生。

3) 人机系统匹配不合理，作业面狭窄、操作不方便等。

F1.8.2 安全管理制度

制度方面的因素表现为制度不健全、措施不具体、执行不落实和修订不及时几个方面。

制度不健全，没有按照国家、地区及行业的有关法律、法规及标准建立健全符合本单位实际情况的安全管理规章制度，以致人员在生产运行中无章可循，但实施后不能起到应有的效果，从而导致事故的发生。

执行不落实，是指人员违章操作，即违反操作规程和安全管理规章制度，不按上级主管领导或部门规定开展生产活动。

F1.9 重点监管危险化工工艺辨识和分析结果

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三【2009】116号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三【2013】3号），本项目的生产工艺不属于危险化工工艺。

F1.10 危险化学品重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）及《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理局第40令）的有关要求，对本项目进行危险化学品重大危险源辨识。

根据规范要求，该项目生产装置不涉及危险化学品重大危险源物质。

因此，新疆锦龙神雾能源开发有限公司 20 万吨/年二氧化碳捕集项目未构成危险化学品重大危险源。

附录 F2 选用的评价方法简介

F2.1 安全检查表法

安全检查表是一种简单、广泛应用的系统危险评价方法。安全检查表是针对分析对象进行详细分析和充分讨论，列出检查单元和部位、项目、要求和各项赋分标准，来评定系统安全等级标准等内容的表格。对系统进行评价时，对照安全检查表逐项检查，从而评价系统的安全等级。本评价所列的定性安全检查表并无赋分和评价等级内容，仅检查项目内容的有无。

1) 编制安全检查表的主要依据

有关的法规和标准、管理制度，事故案例，同类企业的经验教训。

2) 安全检查表的内容

安全检查表主要从安全设施“三同时”执行情况、项目外部条件、工艺装置、自控仪表、储运设施、重点监管的危险化学品、重点监管的危险化工工艺、公用工程、特种设备、安全管理等方面对该工程进行安全检查，最后对检查结果进行分析。本安全检查表仅为定性评价，将检查的内容系统的列出，逐项检查，以便发现工程装置中可能存在的缺陷。该表是以提问的方式来进行检查，用“是、有、符合”、“不、否、不符合”或“部分符合”的方式回答问题。“是、有、符合”表示符合条件；“不、否、不符合”表示不符合条件，还存在问题，有待进一步改进；“部分符合”表示有一部分符合条件，另一部分不符合条件。

F2.2 预先危险分析方法（PHA）

预先危险分析法（Preliminary Hazard Analysis, PHA）又称初步危险分析，源自美国军用标准，主要用于在某项工程（设计、施工、生产）之前，对系统进行的初始分析，对包括危险类别、出现条件及其后果作客观大略地分析。目的是识别系统中潜在的危险，确定其危险等级，防止危险发展成事故。

- 1) 大体识别与系统有关的主要危险；
- 2) 鉴别产生危险的原因；
- 3) 预测事故发生对人员和系统的影响；

4) 判断危险等级，并提出消除或控制危险性的对策措施。

表 F2.2-1 事故后果的严重程度分级

等级	等级说明	危害后果
I级	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏。可以忽略
II级	临界的	处于事故边缘状态，暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失，应予排除或采取控制措施。
III级	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取措施
IV级	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。

F2.3 事故后果模拟分析

事故后果模拟评价与分析有多种形式，安全评价人员在对工业生产事故后果进行模拟评价与分析时，经常采用泄漏事故后果模拟评价与分析；火灾、爆炸、中毒事故后果模拟评价与分析等等，本项目采用中国安全生产科学研究院 QRAV 软件对生产装置进行分析计算。

F2.4 多米诺效应风险评估

多米诺效应一个企业的危险源发生安全事故时可能会引起其他企业的危险源也相继发生安全事故，从而造成更大安全事故的现象。其核心是事故扩展传播与后果影响扩大，包含 3 个基本要素：①初始事故场景及其物理影响，如火灾热辐射、爆炸冲击波、爆炸碎片等；②潜在的二次或一阶扩展事故场景，源于初始事故的扩展传播，危险化学品发生泄漏，使后果影响扩大；③后果影响扩大的目标设备或单元。火灾热辐射、爆炸冲击波、爆炸碎片是三类主要的物理影响因素，即致损因子。火灾热辐射可导致目标设备的壳壁或结构材料发生高温强度下降，使压力储存的液化烃或工业气体的容器内压升高，同时火焰还有点火引燃的危险。爆炸冲击波可使目标设备发生屈服、倒塌、破裂、分解、整体位移、连接管线断裂、安全装置功能失效等，其传播路径还可产生二次碎片危险。爆炸碎片可穿透容器、切断支撑或管线，高温碎片也有点火或加热的危险，碎片来源包括容器爆炸破裂产生的小碎片、爆炸分解的零部件等。

附录 F3 定性、定量评价过程

F3.1 安全检查表分析

依据《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《化工企业安全卫生设计规定》（HG20571-1995）、《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014）等法规、规范，使用安全检查表对该项目的项目选址及周边环境单元进行了检查，检查情况见下表。

表 F3.1-1 周边环境、总平面布置、建构筑物安全检查表

序号	检查项目	标准要求	依据标准	可研规划	检查结果
一	厂址条件				
1	厂址规划	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。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.1条	本项目位于当地工业园区内，已取得建设工程规划许可证，符合当地规划要求。	符合
2	厂址方位	厂址应位于城镇或居住区的全年最小频率风向的上风侧。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.8条	项目所在地区主导风向为西南风，全年最小风频为南风，园区已经通过化工园区认定，其规划位置符合要求。	符合
3	交通运输	厂址应具有方便和经济的交通运输条件。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.6条	厂址所在地周边有园区公路，交通运输条件较为优越。	符合
4	工程地质及自然环境	厂址不应选择在下列地段或地区：			
		地震断层及地震基本烈度高于9度的地震区。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.13条	地震基本烈度为7度	符合
		工程地质严重不良地段。		工程地质良好	符合
		重要矿床分布地段及采矿陷落（错动）区。		无上述区域	符合
		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。		无上述区域	符合
		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。		无上述区域	符合
		供水水源卫生保护区。		无上述区域	符合
		易受洪水危害或防洪工程量很大的地区。		无上述区域	符合
		不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区。		无上述区域	符合

序号	检查项目	标准要求	依据标准	可研规划	检查结果
		在爆破危险区范围内。		无上述区域	符合
		大型尾矿库及废料场（库）的坝下方。		无上述区域	符合
		有严重放射性物质污染影响区。		无上述区域	符合
		全年静风频率超过60%的地区。		不超过60%	符合
5	自然条件	厂址不应受洪水、潮水和内涝威胁。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.2.4条	厂址不受洪水、潮水和内涝威胁。	符合
6	厂址方位	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。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.10条	项目周边无上述区域。	符合
7	水电情况	厂址应有充足、可靠的水源和电源，且应满足企业发展需要。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 3.1.7	本项目水源电源可靠，可满足项目需要。	符合
8	原材料供应	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。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第3.1.5条	本项目主要原料为厂内燃煤机组脱硝、除尘、脱硫后的低温烟气，原料稳定充足，供应能满足要求。	符合
二	总平面布置				
1		生产设施的布置，应根据工艺流程、生产的火灾危险性类别、安全、卫生、施工、安装、检修及生产操作等要求，以及物料输送与储存方式等条件确定；生产上有密切联系的建筑物、构筑物、露天设备、生产装置，应布置在一个街区或相邻的街区内。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.1条	生产设施按工艺流程分区布置。	符合
2		可能散发可燃气体的设施，宜布置在明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧，在山区或丘陵地区时，应避免布置在窝风地段。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.2条	本项目吸收二氧化碳过程使用到乙醇胺，布置满足要求。	符合
3		可能泄漏、散发有毒或腐蚀性气体、粉尘的设施，应避开人员集中活动场所，并应布置在该场所及其他主要生产设各区全年最小频率风向的上风侧。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.3条	项目区全年最小频率风向为南风，项目区主导风向为西南风，本项目碳捕集装置布置避开人员集中活动场所办公服务区，满足设置要求。	符合
4		装置区的管廊和设备布置，应与相关的厂区管廊、运输路线相互协调、衔接顺	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-	符合上述要求。	符合

序号	检查项目	标准要求	依据标准	可研规划	检查结果
	畅。		2009 第5.2.7条第1款		
5	装置的控制室、变配电室、化验室、办公室等宜布置在装置外，当布置在装置内时，应布置在装置区的一侧，并应位于爆炸危险区范围以外，且宜位于可燃气体、液化烃和甲、乙类设备全年最小频率风向的下风侧。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.7条第3款	本项目的控制室、变配电室均布置在电控楼内，电控楼位于工艺楼的北侧。	符合
6	生产装置中所使用化学品的装卸和存放设施，应布置在装置边缘、便于运输和消防的地带。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.7条第4款	本项目产品球罐位于碳捕集装置边缘，满足要求。	符合
7	明火加热炉宜集中布置在装置的边缘，并宜位于可燃气体、液化烃和甲类液体设备区全年最小频率风向的下风侧		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.7条第5款	本项目不涉及明火加热炉。	符合
8	全厂性控制室的布置应符合下列要求： 1) 有爆炸危险的甲、乙类生产装置的全厂性控制室应独立布置，当靠近生产装置布置时，应位于爆炸危险区范围以外，并宜位于可燃气体、液化烃和甲、乙类设备以及可能泄漏、散发毒性气体、腐蚀性气体、粉尘及大量水雾设施的全年最小频率风向的下风侧。 2) 应避免噪声、振动及电磁波对控制室的干扰。 3) 沿主干道布置的控制室，最外边的轴线距主干道中心的距离不宜小于20m。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.8条	本项目单独设置控制室。	符合
9	运输设计应合理组织货流和人流，各种运输线路、车站、码头前沿和人流繁忙的道路应减少相互间的平面交叉与干扰。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第9.1.5条	项目人流和货流入口通道分开设置。	符合
10	装置的控制室、机柜间、变配电所、化验室、办公室等不得与设有甲、乙 A 类设备的房间布置在同一建筑物内。装置的控制室与其他建筑物合建时，应设置独立的防火分区。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.16条	本项目的控制室、变配电所未与设有甲、乙 A 类设备的房间布置在同一建筑物内。本项目控制室位于电控楼内，设独立的防火分区。	符合
11	装置内消防道路的设置应符合下列规定： 1.装置内应设贯通式道路，道路应有不少于两个出入口，且两个出入口宜位于不同方位。当装置外两侧消防道路间距不大于120m时，装置内可不设贯通式道路； 2.道路的路面宽度不应小于4m，路面上的净空高度不应小于4.5m；路面内缘转弯半径不宜小于6m。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第5.2.10条	装置区内的消防道路满足上述要求。	符合
三	建构筑物				
1	厂房内任一点到最近安全出口的距离不		《建筑设计防火规范	厂房按规范要求设	符合

序号	检查项目	标准要求	依据标准	可研规划	检查结果
		应大于 GB50016-2014表3.7.4的规定。	(2018年版)》GB50016-2014 第3.7.4条	置安全出口,符合要求。	
2	厂房每层的疏散楼梯、走道、门的各自总净宽度,应符合《建筑设计防火规范》中第3.7.5条的规定。		《建筑设计防火规范(2018年版)》GB50016-2014 第3.7.5条	厂房每层的疏散楼梯、走道、门的各自总宽度符合规范要求。	符合
四	厂内道路				
1	厂内道路布置在符合厂区总平面布置的前提下,尚应符合下列要求: 1.应满足生产、交通运输、消防、安全、施工、安装及检修的要求。 2.全厂道路网的布置应与厂区总平面布置功能分区和街区划分相结合,并与场地竖向设计和主要管线带的走向相协调,且宜与主要建筑物、构筑物轴线平行或垂直布置。 3.主、次干道布置和人、货流向应合理。 4.厂内道路不宜中断,当出现尽头时,其终端应设置回车场面积应根据所通行的车辆最小转弯半径和路面宽度确定。 5.厂内道路与厂外公路的衔接应短捷、通畅。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第9.3.1条	厂内道路符合上述规定,满足生产、交通、安全需求、道路主次布置人货流向合理。	符合
2	消防车道的净宽度与净高度均不应小于4.0m。供消防车道停留的空地,其坡度不宜大于3%。消防车道与厂房(仓库)、民用建筑之间不应设置妨碍消防车作业的障碍物。		《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014) 第6.0.9条	本厂消防车道满足消防车作业。	符合
3	厂内道路最小圆曲线半径不宜小于15m。厂内道路交叉口路面内边缘转弯半径应根据其行驶车辆的类别确定,可按表9.3.5的规定选用。		《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第9.3.5条	表9.3.5条要求交叉口路面内边缘转弯半径12m-15m,本项目设计大于12m满足规范要求。	符合

项目选址及总平面布置单元小结: 本项目与周边环境,以及项目内部装置相互间的安全距离符合国家相关标准规范,符合安全要求。

F3.2 预先危险性分析(PHA)

本项目预先危险性分析单元划分为3个评价单元。具体划分详见表F3.2-1。

表 F3.2-1 项目预先危险性分析单元划分一览表

序号	评价单元	评价子单元	设备设施
1	生产单元	碳捕集单元	深度净化塔、吸收塔、再生塔、引风机、冷却器、压缩机、制冷机、干燥撬等
2	储运单元	储运单元	液体二氧化碳储罐
3	公用工程单元	供电系统、供气系统、供热系	电机、仪表、机泵

序号	评价单元	评价子单元	设备设施
		统、自控系统、通风系统、装卸车系统	

根据各单元危害因素，通过运用预先危险性分析方法，大体识别系统的主要危险，鉴别产生危险的原因，预测事故发生后对人员及系统产生的影响，判定识别的危险性等级，并提出安全措施，预先危险性分析见下表。

1) 生产单元预先危险性分析评价

F3.2-2 碳捕集单元预先危险性分析表

子单元	危险因素	触发事件及原因	事故后果	危险等级	防范措施
碳捕集吸收部分	火灾	1.乙醇胺吸收剂发生泄漏遇明火、高热能引起火灾。 2.引起电气火灾的主要原因:电缆电线老化、破损引起短路;电气设备接触不良,过热短路;接地不良或接地系统不符合要求;超负荷运行,设备或电缆电线过热短路;违章操作或误操作。	设备损失/人员伤亡	III	1.正规进行工艺设计、操作控制工艺条件、严格执行操作规程。 2.加强安全管理,设置“禁止明火”、“禁止吸烟”等安全警示标志。 3.加强人员安全教育培训。 4.使用质量合格的设备设施,并加强对设备、设施的定期检查,并记录。 5.详细检查设备安装及接线情况,发现安装、接线问题及时处理。加强电气设备、电线的定期检查,并记录。 6.更换电缆电线,处理破损处。按规范要求设置接地网及接地,定期检测接地电阻。
	容器爆炸	1.压力容器设计、制造和使用不符合压力容器规范的要求。 2.压力容器等长期使用未进行维护保养或维护操作不符合规范。 3.使用环境恶劣,导致材料腐蚀和疲劳。 4.压力容器等安全附件失灵。 5.违章操作。 6.无证上岗。	人员伤亡	III级	1.压力容器设计、制造和使用应符合压力容器规范的要求,选用有相应资质的单位承担。 2.应定期进行保养和维护。 3.保证使用环境的良好。 4.压力容器及其安全附件应进行定期检查,保障其完好有效。 5.制定严细的操作规程,并严格执行。 6.特种设备作业人员参加培训、持证上岗,专人使用制度。
	窒息	1.作业场所通风不良; 2.人员违章操作或误操作,导致物料泄漏; 3.人员未佩戴防护用品。	人员伤亡	III	1.严格执行操作规程,防止违章操作; 2.保持良好的通风; 3.配备必要的防护用品; 4.配备便携式氧含量检测仪。

	触电	1.绝缘部件老化损坏; 2.接地不良; 3.漏电保护装置失灵; 4.人员操作失误。	人员被电 伤或致残	II	1.及时检查绝缘部件老化损坏的电器设备和电缆; 2.按规定检测接地体, 保证接地良好; 3.保障漏电保护装置质量完好, 发挥作用; 4.加强操作工的责任心, 避免操作失误。
	机械 致害	1.安全意识差; 2.安全管理不严; 3.设备无防护设施, 人员不慎被机器转动部位伤害; 4.操作失误。	人员 受伤	II	1.加强安全教育; 2.制定严格管理制度; 3.设备要安装防护设施; 4.制定严格的操作规程。
	高处 坠落	1.平台、楼梯防护栏缺失或损坏、孔洞未加盖板, 人员失足坠落; 2.登高作业未系安全带	人员受伤	II	1.保持防护栏完好有效, 定期检查维护; 2.作业人员按要求佩戴安全带等防护用品
	噪声与振 动	1.转动设备选型未考虑噪声要求, 设备噪声超标; 2.人员未使用噪声防护用品, 且长时间处于高噪声环境。	人员听力 损害	II	1.设计阶段应选取同类设备中低噪声产品; 2.噪声环境操作人员按要求佩戴防护用品, 并且尽量减少高噪声环境停留时间。
	灼烫	1.高温物料或引起化学灼伤物料泄漏或喷溅。 2.涉及高温物料或引起化学灼伤物料设备防护措施不到位。 3.作业人员没有按规定正确佩戴劳动防护用品。	人员 伤亡	II级	1.使用质量合格生产设备, 并定期进行检查。 2.工作人员作业时应正确穿戴劳保用品。
	物体 打击	1.机械设备零件脱落或飞出砸伤人体。 2.不按照管理制度要求在危险区域行走或逗留。	人员 伤亡	II级	1.加强设备的维护保养, 防止零部件脱落。 2.杜绝违章作业、违章指挥。 3.工作人员作业时应正确穿戴劳保用品。
	起重 致害	1.起重机产品质量不合格。 2.违反起重机操作规程, 不遵守“十不吊”的规定。 3.操作人员未佩戴安全帽等劳动防护用品。 4.从业人员在起重机作业区逗留。	人员 伤亡	II级	1.严格落实起重机管理制度和安全操作规程, 绝不允许违反“十不吊”的原则。 2.选用本质安全的设备。 3.定期检修设备。 4.工作人员作业时应使用合理防护用品。
碳捕集精 制部分	火灾	引起电气火灾的主要原因: 电缆电线老化、破损引起短路; 电气设备接触不良, 过热短路; 接地不良或接地系统不符合要求; 超负荷运行, 设备或电缆电线过热短路; 违章操作或误操作。	设备损失 /人员伤 亡	III	1.加强人员安全教育培训。 2.使用质量合格的设备设施, 并加强对设备、设施的定期检查, 并记录。 3.详细检查设备安装及接线情况, 发现安装、接线问题及时处理。加强电气设备、电线的定期检查, 并记录。 4.更换电缆电线, 处理破损处。按规范要求设置接地网及接地, 定期检测接地电阻。

窒息	1.作业场所通风不良; 2.人员违章操作或误操作,导致物料泄漏; 3.人员未佩戴防护用品。	人员伤亡	III	1.严格执行操作规程,防止违章操作; 2.保持良好的通风; 3.配备必要的防护用品; 4.配备便携式氧含量检测仪。
触电	1.绝缘部件老化损坏; 2.接地不良; 3.漏电保护装置失灵; 4.人员操作失误。	人员被电伤或致残	II	1.及时检查绝缘部件老化损坏的电器设备和电缆; 2.按规定检测接地体,保证接地良好; 3.保障漏电保护装置质量完好,发挥作用; 4.加强操作工的责任心,避免操作失误。
机械致害	1.安全意识差; 2.安全管理不严; 3.设备无防护设施,人员不慎被机器转动部位伤害; 4.操作失误。	人员受伤	II	1.加强安全教育; 2.制定严格管理制度; 3.设备要安装防护设施; 4.制定严格的操作规程。
高处坠落	1.平台、楼梯防护栏缺失或损坏、孔洞未加盖板,人员失足坠落; 2.登高作业未系安全带	人员受伤	II	1.保持防护栏完好有效,定期检查维护; 2.作业人员按要求佩戴安全带等防护用品
噪声与振动	1.转动设备选型未考虑噪声要求,设备噪声超标;2.人员未使用噪声防护用品,且长时间处于高噪声环境。	人员听力损害	II	1.设计阶段应选取同类设备中低噪声产品; 2.噪声环境操作人员按要求佩戴防护用具,并且尽量减少高噪声环境停留时间。
灼烫	1.高温物料或引起化学灼伤物料泄漏或飞溅。 2.涉及高温物料或引起化学灼伤物料设备防护措施不到位。 3.作业人员没有按规定正确佩带劳动防护用品。	人员伤亡	II级	1.使用质量合格生产设备,并定期进行检查。 2.工作人员作业时应正确穿戴劳保用品。
物体打击	1.机械设备零件脱落或飞出砸伤人体。 2.不按照管理制度要求在危险区域行走或逗留。	人员伤亡	II级	1.加强设备的维护保养,防止零部件脱落。 2.杜绝违章作业、违章指挥。 3.工作人员作业时应正确穿戴劳保用品。
起重致害	1.起重机产品质量不合格。 2.违反起重机操作规程,不遵守“十不吊”的规定。 3.操作人员未佩戴安全帽等劳动防护用品。 4.从业人员在起重机作业区逗留。	人员伤亡	II级	1.严格落实起重机管理制度和安全操作规程,绝不允许违反“十不吊”的原则。 2.选用本质安全的设备。 3.定期检修设备。 4.工作人员作业时应使用合理防护用品。

2) 储运单元预先危险性分析评价

F3.2-3 储运单元预先危险性分析表

子单元	危险因素	触发事件及原因	事故后果	危险等级	防范措施
二氧化碳 储罐	容器爆炸	1.低温储罐未设置超压、超温报警装置； 2.储罐使用压力超过设定压力； 3.安全阀故障、压力表、液位计、温度计失灵； 4.储罐超装； 5.设备设施不合格； 6.人员违章操作。	设备损坏/人员伤亡	III	1.设置超压、超温报警装置； 2.储罐使用严禁超过设定压力； 3.定期对安全阀、压力表、温度计进行检测； 4.储罐严禁超装； 5.使用合格产品； 6.严格执行操作规程，防止违章操作。
	窒息	1.作业场所通风不良； 2.装车过程人员违章操作或误操作，导致物料泄漏； 3.人员未佩戴防护用品。	人员伤亡	II	1.严格执行操作规程，防止违章操作； 2.保持良好的通风； 3.配备必要的防护用品； 4.配备便携式氧含量检测仪。
	冻伤	1.储罐、管道、阀门密封差造成液化气体泄漏； 2.装车过程人员违章操作或误操作，导致物料泄漏喷溅； 3.人员未佩戴防护用品。	人员冻伤	II	1.加强巡检工作，防止泄漏； 2.作业人员佩戴防护用品； 3.严格执行操作规程，防止违章操作。
	车辆致害	1.未设警示标志； 2.司机违规行驶； 3.厂内管理不善。	人员伤亡	II	1.醒目处设安全警示标志； 2.加强车辆管理。
	物体打击	在二氧化碳装车作业过程中，若槽车驾驶员未规范采取防溜车措施或误操作启动车辆，会导致装卸鹤管/软管受到车辆牵引产生巨大拉力（即“压线”事故）。巨大的拉力可能导致鹤管或软管瞬间断裂，在内部高压作用下产生剧烈的甩动（鞭击），对现场操作人员造成致命的物理打击。	人员伤亡	II	1.装车系统应设置“未连接到位不能开启、未关闭不能拆卸”的机械或仪表联锁；装卸车位设置防溜车挡块及车辆限位报警装置。 2.装卸期间车辆必须熄火、拉手刹，钥匙由操作人员统一保管。
	触电	1.绝缘部件老化损坏； 2.接地不良； 3.漏电保护装置失灵； 4.人员操作失误。	人员被电伤或致残	II	1.及时检查绝缘部件老化损坏的电器设备和电缆； 2.按规定检测接地体，保证接地良好； 3.保障漏电保护装置质量完好，发挥作用； 4.加强操作工的责任心，避免操作失误。
	高处坠落	1.操作规程不健全或违章操作； 2.恶劣天气在储罐顶部作业，安全管理不健全，无高处作业证，职工安全意识差。	人员受伤	II	1.健全操作规程、杜绝违章操作； 3.禁止在恶劣天气进行室外高处作业； 4.完善安全管理，加强安全教育培训。

3) 公用辅助工程单元预先危险性分析评价

表 F3.2-4 公用工程单元预先危险性分析表

部位	危险因素	形成事故原因事件	事故后果	危险等级	安全措施
----	------	----------	------	------	------

	因素				
变配电系统	火灾	1.电缆电线老化、破损引起短路； 2.电气设备接触不良，过热短路； 3.接地不良或接地系统不符合要求； 4.超负荷运行，设备或电缆电线过热短路； 5.违章操作或误操作。	设备损坏、 人员受伤、 停电、停工	II	1.更换电缆电线，处理破损处 2.详细检查设备安装及接线情况，发现安装、接线问题及时处理； 3.按规范要求设置接地网及接地，定期检测接地电阻； 4.严格管理装置区临时用电，避免超负荷，同时加强巡检，发现设备故障及时处理，避免设备故障短路等事故的发生； 5.提高技术素质，持证上岗，严格执行操作规程，严禁违章操作。
	电气伤害	1.设备线路正常维护检查、检测等，防护不当触电； 2.打扫卫生防护不当，触电； 3.断、送电操作不当； 4.设备漏电，接地保护失灵。	人员触电	II	1.提高安全意识，加强个人防护； 2.提高技术素质，严格执行操作规程，严禁违章操作； 3.加强设备及线路维护保养，避免接地网漏电； 4.定期检测接地电阻，保持完好、可靠。
仪表自控系统	控制系统失灵	1.控制系统电源失电，或其电源电缆及接插件故障，导致显示屏黑屏、死机； 2.通讯电缆或通讯接口组件故障，导致死机； 3.操作键盘（鼠标）或其电缆接插件损坏，系统不响应操作指令。	运行中失去对机组监控操作手段，危及装置的安全运行	II	1.加强控制系统电源回路（电源开关、熔断器、电缆、接插件）的维护管理； 2.定期维护通讯电缆及其通讯接口组件，避免外力机械损伤； 3.定期维护检查键盘（鼠标）及其电缆接插件，及时更换坏损件； 4.选用正规、合格的控制系统软件。
	控制系统电源失电故障	1.电源电缆及其元部件受机械外伤断线； 2.电源电缆绝缘老化短路或接地； 3.电源回路过负荷熔断器熔断或熔断器选配不当，越级跳闸； 4.电源回路短路，电源开关跳闸； 5.直流系统故障，直流电源小时。	热工电源供电系统发生故障	II	1.定期测试电源电缆绝缘电阻，更换不合格电缆； 2.严格检查大/小修后熔断器容量的配置，避免发生越级跳闸事故； 3.设置的 UPS 不间断电源保证有效投用。
施工单元	火灾、爆炸	1.防火措施不当； 2.氧气及乙炔气瓶防火距离不够； 3.气瓶与动火点防火间距不足； 4.易燃易爆物品保管不当； 5.气瓶保护附件缺失如：固定式瓶帽、保护罩、底座、颈圈等；	人员受伤、 设备损坏；	II	1.动火时.氧气及乙炔气瓶保持足够的防火间距； 2.气瓶与动火点保持足够的防火间距； 3.及时检查气瓶的保护附件如有缺失，及时修复。
	触电事故	施工过程中触电事故主要发生在电气设备维修、停送电操作、电工、焊接作业等。	人员受伤	II	1.施工过程中停电测试时需挂禁止送电牌； 2.施工作业时焊机需接地，焊机电线遇积水地面时需架空； 3.施工过程中作业后裸露线头需包裹绝缘材料。
	物体打击和起重伤害	起重机械操作臂下站人，吊钩未安装卡扣导致吊物脱钩，斜拉斜掉等	人员受伤、 设备损坏；	II	1.起重机械吊臂下严禁站人； 2.吊钩安装卡扣； 3.严禁斜拉斜吊；
	坍塌事故	脚手架搭建不合规导致坍塌	人员受伤	II	1.严格管理脚手架搭建，遵守施工脚手架搭建规范

F3.3 事故后果模拟分析

根据化工生产装置、储存场所存在的危险、有害物质及危险、有害因素分析及石油、化工等涉及危险化学品生产、储存的区域进行火灾、爆炸、泄漏等多种灾难事故的概率分析，从可能造成严重的人员伤亡和巨大财产损失的角度考虑，在所有危险危害因素中，发生概率较高的为火灾事故和爆炸事故。正常生产过程中易燃物质均密闭处理和输送，不具备发生事故的条件，根据有关事故统计分析资料，通常发生火灾事故或爆炸事故大多是由于易燃物质的泄漏而引起的，导致的主要事故类型有喷射火灾事故、池火灾事故、蒸汽云爆炸事故、有毒气体扩散事故。

本报告运用中国安全生产科学研究院研发的 CASST-QRA 重大危险源区域定量风险评价软件对本项目液态二氧化碳球罐进行事故后果模拟计算。

表 F3.4-1 事故灾害模拟结果报表

危险源	泄漏模式	灾害模式	死亡半径 (m)	重伤半径 (m)	轻伤半径 (m)	多米诺半径 (m)
液态二氧化碳球罐	容器物理爆炸	物理爆炸	74	127	214	102

后果范围	颜色	是否绘制?
死亡区	○	☒
重伤区	○	☒
轻伤区	○	☒
多米诺效应	○	☐



后果范围 划线颜色 是否绘制?

重伤区		☐
轻伤区		☐
多米诺效应区		☒

图 F3-3 危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定流程

根据上图所示，本项目不涉及爆炸物，且未构成重大危险源，故本项目执行现行国家法律法规、标准规范有关消防防火间距的要求。依据本报告表 2.4-1 厂区与周边企业、设施距离（m）可知，本项目与周边企业、道路外部安全防护距离（防火间距）符合《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）、《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）等相关规范要求。

附录 F4 典型事故案例

报告本节列举了国内各地化工企业曾经发生的数起窒息事故案例，并就此类事故的危险特点和危害后果，针对性地进行了事故原因分析和经验教训总结，以期更鲜明、深刻地认识危险化学品行业的危险特性及其事故后果的严重性，为该工程下一步的设计、施工以及在建成投产后的安全监督管理工作提供借鉴。

F4.1 二氧化碳窒息事故

1) 事故经过

1999 年 11 月 8 日上午 8:50，二氧化碳充填站与制氧主控室联系送二氧化碳，准备充填二氧化碳作业。经管道置换和预压后，开始装瓶工作。此时因敷设在进收发室采暖管沟内的二氧化碳管道突发性泄漏未被发现（前日均正常作业，收发室内每日有人工作未觉异常）。9:30 厂氧气调度长去二氧化碳收发室，检查二氧化碳台账，此时室内已充满大量窒息性(无味)二氧化碳，当两人打开门时，将部分空气随两人同时带入，故两人进入室内瞬间未发现异常。但当比重大于空气的高纯度二氧化碳不断由地下涌出，自下而上超过人体高度时造成两人供氧不足，发生窒息。9:53 被他人发现，送往医院抢救无效而死亡。

2) 事故原因

(1) 高压二氧化碳管道与入室生活用采暖管道同一地沟敷设，该高压管道一旦发生泄漏，二氧化碳会很快充满地沟，并通过地沟窜入室内。

(2) 原设计中，该管道为架空管道，后改为地沟敷设，并与热水管同沟，但未考虑地下地沟内湿度大，没有做加强型防腐。

(3) 安全点检与检测不到位，对该管道在高湿度管沟内长时间未检测腐蚀情况，未能及时发现并予以清除。

(4) 该充填站为东西向建筑，收发室为充填站北面第一间，第二间内为充填休息室，与充填场所相连，第三间为瓶库。该收发室门向西侧，窗在

北侧(该地区冬季常年刮西北风, 且寒冷), 故当人员进入收发室内时大都随手将门关上, 以防冷空气进入。二氧化碳由地下窜入收发室后, 在地面聚集沿地面逐渐升高至充满室内, 形成置换。

3) 防范措施

(1) 在易发生窒息的岗位、班组, 配备氧气测试报警器。在设备厂房和阀门室、操作间, 安装强排通风换气装置, 以防止窒息、火灾和爆炸事故发生。

(2) 加强直埋管段及其套管的防腐处理。我厂采用沥青防腐涂层, 分为冷底子层、沥青涂层、加强包扎层、封闭层、沥青涂层及外包扎层, 共六层。

(3) 建立定期检测制度, 对所有压力管道做有针对性的周期性的检查, 每年一次, 及时发现隐患, 消除隐患, 避免重复事故发生。

F4.2 有限空间作业缺氧窒息事故

1) 事故经过

2003 年 7 月 14 日, 辽宁葫芦岛某化工厂发生一起因入罐作业违反操作规程导致 2 人窒息昏迷事故。

2003 年 7 月 14 日上午 9 时 30 分, 该化工厂粒碱工段在对 D103 碱罐清理过程中, 岗位工 Q 和 L 在入罐作业中毒窒息昏迷, 后经多方抢救, 2 人脱离危险。经调查, D103 碱罐高 1.4m, 直径 2m, 该碱罐正常时需将氮气通入罐内使用测量该罐液位的仪表正常运行。岗位工作业时没能将氮气阀门关闭, 事故发生后, 分析 D103 罐内含氧仅为 1%, 罐内基本全是氮气, 从而证明 Q 和 L 在入罐作业中窒息昏迷为罐内缺氧所致。

2) 事故原因

此次事故虽没有造成重大经济损失, 但性质恶劣, 影响较大。造成事故的原因主要有以下几条:

车间领导和作业人员均没按照入罐作业安全操作规程去做。国家《化工

企业厂区设备内作业安全规程》明确规定：入罐作业必须办理作业安全票，作业前必须对系统进行隔离、清洗、置换、分析、通风，并要求氧含量达到18%~21%，而车间领导和作业人员均没有按照安全规程执行这些必要的程序，就进入罐内作业，属违章指挥，违章作业，是造成这起事故的主要原因。

作业人员在入罐作业中，安全意识淡薄，自我保护能力差，主观蛮干是造成事故的直接原因。

车间领导在布置此项检修工作的同时没能认真地布置安全工作，严重地违背了安全生产“五同时”原则，是典型的“重生产、轻安全”思想的表现，车间领导负有不可推卸的责任。

这种违规入罐作业操作已不止出现一次（不分析，不办证，不检查，无措施），只是因为种种原因而侥幸未酿成严重后果，没引起足够重视，也未制定相应的防护措施，此次事故发生实属必然。

3) 防范措施

(1) 在入罐作业中，必须严格执行作业安全规程，严格分析、办证、监护，严格落实安全措施。

(2) 根据事故处理“四不放过”原则，对车间主任及相关人员进行全厂通报批评并予以处罚，达到吸取教训、提高安全意识的目的，杜绝类似事故的发生。

(3) 牢记“安全责任重于泰山”，努力提高领导干部的安全素质，把“三个代表”思想真正学习好、贯彻好，坚决树立“安全生产，预防为主”的安全管理理念。

(4) 加强全厂的安全知识和安全技能的培训，加强安全教育，提高广大干部职工的安全意识、安全技能及严格执行操作规程的自觉性，脚踏实地，真抓实干，把安全规章制度真正执行好，确保一方平安。

F4.3 储罐高处坠落事故

1) 事故经过

2012年3月16日下午13点30左右,某油公司管理区职工张某(劳务工)带鲁E油罐车到某328 36井装油,职工张某在上高架罐时爬至1.45米至1.85米处踩滑摔下,摔落在地上造成腰肋部受伤。

2) 原因分析

(1) 雨后道路湿滑,工鞋底部粘有湿泥,张某注意力不集中,踩滑踏梯是造成意外摔伤的直接原因。

(2) 张某安全意识不强,注意力不集中,上罐前没有清理工鞋低部的湿泥、上罐时没有抓牢爬梯是造成意外摔伤的主要原因。

(3) 上高架罐的梯子为直梯,无安全防护措施是事故发生的管理原因。

3) 防范措施

(1) 迅速将此事故传达到各基层单位和全体职工,认真吸取事故教训,让每个干部职工引起警觉。

(2) 加强职工的安全教育,增强职工安全意识,提高职工风险辨识和消减的能力。

(3) 开展日常工作的风险评估,认真查找细节隐患,提高职工风险所识和消减的能力。

(4) 某油公司排查所有的上高架罐的梯子,将原有的上罐直梯都改为带踏板式扶梯,提高了安全系数。

F4.4 车辆伤害事故

1) 事故经过

2016年4月21日.抚顺展坤运输有限公司四辆货车到抚顺某有限公司成品库提货。10时32分,当第辆提货车装完货开出仓库西门后,杨德宇从仓库西门倒车进入成品库。在倒车过程中,杨德宇一直将头探出车窗向后瞭望,当车行驶至3号货区时,将站在货垛北侧正在低头做记录的发运员宗德云撞倒,司机杨德宇隐约听到宗德云喊叫,立刻停车,下车后看到宗

德云蜷曲在左后轮处，杨德宇上前想把宗德云拽出来，但宗德云被车轮碾住。站在成品库的另外两辆货车司机陈志远、夏旭看见杨德宇停车，下车后向后跑，感觉可能是出事了，俩人也跑了过来，三个人也无法将宗德云从车下挪出来，杨德宇立即回到车上，将车向西开了约4米左右，这时陈志远拨打了120急救电话，10分钟后120救护车到达现场，将宗德云送到二院抢救，约12时左右抢救无效死亡。事故发生后，抚顺展坤运输有限公司向抚顺新城安监局报告了事故。

2) 事故原因

违章作业。抚顺展坤运输有限公司司机杨德宇违反抚顺某有限责任公司《发运员安全操作规程》规定：没有发运员的引导车辆禁止进入厂房"、在仓库内行车速度不得超过5km/h"，在未经发运员宗德云同意进入的情况下，擅自倒车进入仓库，经调取现场监控录像、测量现场行车距离，测算其行车速度约为10 km/h。违章作业这是此起事故发生的直接原因。

(1) 抚顺展坤运输有限公司安全教育工作不到位。发运员安全操作规程》由抚顺某有限责任公司轧对抚顺展坤运输有限公司进行了安全交底，抚顺展坤运输有限公司对司机安全培训、管理不到位；

(2) 抚顺展坤运输有限公司车辆操控设施缺失。车速表失灵，司机无法准确控制车速；

(3) 抚顺某有限责任公司对外来提货车辆管理不严格，在成品库存在提货车辆未经允许擅自进入仓库问题，仓库未设置5km/h限速标识。

3) 事故教训

(1) 抚顺展坤运输有限公司，要认真汲取事故教训，切实落实安全生产主体责任，加强对货运司机的安全培训教育，

(2) 抚顺展坤运输有限公司，对存在故障的车辆应及时检查修复，车速表失灵应及时修理更换，让司机准确掌握行车速度，避免超速行驶。同时抚顺某有限责任公司成品库应增设车辆指挥协调人员，加强对车辆的监管；

(3) 抚顺某有限责任公司要加强对提货车辆的安全管理，要在成品库增设限速标识，采取必要措施，严格禁止提货车辆未经允许进入房。

F4.5 事故案例小结

新疆锦龙神雾能源开发有限公司在安全生产管理当中应当吸取以上各事故案例的教训，严格遵守操作规程和安全管理规章制度，杜绝违章作业；同时，应加强对职工的培训和安全教育，使其清楚作业对象的危险源、危险因素以及预防处理措施，避免或减少事故发生，提高发生事故时的应变能力和自我保护能力。

附录 F5 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

F5.1 法律、法规依据

- 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令（2002）第70号发布，依据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》主席令第88号修订，修订实施日期2021年9月1日）

- 《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令，第六十四号。由中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议于2025年12月27日通过，2026年5月1日起施行。）

- 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第28号，依据《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》中华人民共和国主席令第24号第二次修正，实施日期2018年12月29日）

- 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第52号；2018年12月29日修订）

- 《中华人民共和国劳动合同法（修正案）》（中华人民共和国主席令第29号，实施日期2008年1月1日；中华人民共和国主席令第65号，根据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国劳动合同法〉的决定》修订，2013年7月1日起施行。）

- 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令[1998]第4号，根据2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律》中华人民共和国主席令第81号第二次修正，修订实施日期2021年4月29日）

- 《中华人民共和国职业病防治法（2018年版）》（中华人民共和国主席令第60号，依据《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》中华人民共和国主席令第24号第四次修正，修订实施日期2018年12

月29日)

- 《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, 2014年1月1日实施)

- 《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令第373号, 依据《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》(国务院令第549号)修订, 实施日期2009年5月1日)

- 《建设工程安全生产管理条例》中华人民共和国国务院令第393号, 2003年11月12日国务院第28次常务会议通过, 2004年2月1日起实施)

- 《工伤保险条例》(中华人民共和国国务院令第375号, 2010年12月8日国务院第136次常务会议通过, 2011年1月1日起施行)

- 《国务院办公厅关于印发危险化学品安全综合治理方案的通知》(国办发〔2016〕88号)

- 《安全生产治本攻坚三年行动方案(2024-2026年)》(国务院安委会, 2024年1月21日发布)

- 《生产安全事故应急预案管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第88号, 根据中华人民共和国应急管理部令第2号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修订, 2019年9月1日起施行)

- 《危险化学品安全管理条例》(国务院令第344号公布, 2011年2月16日国务院第144次常务会议修订通过(591号), 根据2013年12月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订(645号)

- 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令第493号, 根据《关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》(国家安全生产监督管理总局令第77号)修订, 实施日期2015.5.1)

- 《有限空间作业安全指导手册》(应急厅函〔2020〕299号, 2020年10月29日发布)

- 《有限空间作业事故安全施救指南》（应救协调〔2021〕5号，2021年5月11日发布）
- 《危险化学品目录（2015版）》（国家安全监管总局等10部门公告2015年第5号，依据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修订，实施日期2023年1月1日）
- 《特别管控的危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告2020年第3号，自2020年5月30日起施行）
- 《关于公布<首批重点监管的危险化学品名录>的通知》（原安监总管三〔2011〕95号）
- 《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三〔2013〕12号，自2013年2月5日起施行）
- 《易制毒化学品的分类和品种目录（2025版）》（公安部 商务部 国家卫生健康委员会 应急管理部 海关总署 国家药品监督管理局公告，实施日期2025年7月20日）
- 《卫生部关于印发《高毒物品目录》的通知》（卫法监发〔2003〕142号，2003年6月10日起施行）；
- 《生产经营单位安全培训规定》（国家安全监管总局第3号令，根据2015年5月29日国家安全监管总局令第80号修正，2015年7月1日起施行）；
- 《安全生产培训管理办法》（国家安全监管总局第44号令，根据2015年5月29日国家安全监管总局令第80号修正，2015年7月1日起施行）；
- 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全生产监督管理总局30号令，根据2015年5月29日国家安全监管总局令第80号修正，2015年7月1日起施行）；
- 《易制爆危险化学品名录》（2017年版）（公安部2017年5月11日实施）

- 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理局第40号，根据<国家安全监管总局关于废止和修改危险化学品等领域七部规章的决定[安监总局令第79号]>修订，修订实施2015.7.1）
- 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（2025年12月17日应急管理部令第19号公布，自2026年6月1日起施行。）
- 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全监管总局令第36号，根据2015年4月2日国家安全监管总局令第77号修改，2015年5月1日起施行）；
- 《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》（应急管理部办公厅关于印发《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》的通知，应急厅〔2020〕38号，2020年10月23日）
- 《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》（应急管理部办公厅关于印发《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》的通知，应急厅〔2024〕86号，2024年3月8日）
- 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局第45号令，根据2015年5月27日国家安全监管总局令第79号修正）
- 国家安全监管总局关于印发《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》的通知（安监总危化〔2007〕255号，2007年12月12日）
- 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，2022年6月10日实施）
- 《特种设备使用单位落实使用安全主体责任监督管理规定》(国市场监管总局令第74号，自2023年5月5日起施行)
- 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号，2022年11月21日发布）
- 《新疆维吾尔自治区安全生产条例》（2007年9月28日新疆维吾尔自治区第十届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过 2023年9月28日新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会第五次会议修订，

2023年12月1日起施行)

• 《新疆维吾尔自治区消防条例》（2011年3月25日新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过 根据2012年3月28日新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改部分地方性法规的决定》第一次修正 根据2022年7月29日新疆维吾尔自治区第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议《关于修改〈新疆维吾尔自治区消防条例〉的决定》第二次修正 根据2024年11月28日新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议《关于修改〈新疆维吾尔自治区农村集体经济组织资产管理条例〉等九部地方性法规的决定》第三次修正，新人常[2024]44号）。

F5.2 依据标准及规范

- 《建筑设计防火规范（2018版）》 GB 50016-2014
- 《建筑防火通用规范》 GB 55037-2022
- 《消防设施通用规范》 GB55036-2022
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- 《建筑抗震设计标准（2024年版）》 GB/T 50011-2010
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
- 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012
- 《防止静电事故通用要求》 GB 12158-2024
- 《生产安全事故分类与编码》 GB 6441-2025
- 《图形符号 安全色和安全标志 第5部分：安全标志使用原则与要求》

GB /T2893.5-2020

- 《安全色和安全标志》 GB 2894-2025
- 《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》 GB 39800.1-2020
- 《生产设备安全卫生设计总则》 GB 5083-2023
- 《中国地震动参数区划图》 GB 18306-2015

- 《危险化学品重大危险源辨识》 GB 18218-2018
- 《低压配电设计规范》 GB 50054-2011
- 《供配电系统设计规范》 GB 50052-2009
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116-2013
- 《火灾自动报警系统施工及验收标准》 GB 50166-2019
- 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140-2005
- 《工业金属管道设计规范（2008年版）》 GB 50316-2000
- 《工业企业总平面设计规范》 GB 50187-2012
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB12348-2008
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019-2015
- 《化工企业总图运输设计规范》 GB50489-2009
- 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223-2008
- 《建筑地基基础设计规范》 GB50007-2011
- 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 GB36894-2018
- 《化学品分类和标签规范》 GB 30000-2013
- 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》 GB30077-2023
- 《危险化学品仓库储存通则》 GB 15603-2022
- 《建筑照明设计标准》 GB/T 50034-2024
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 GB/T50493-2019
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046-2018
- 《工业电视系统工程设计标准》 GB/T 50115-2019
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》 GB/T 13861-2022
- 《用电安全导则》 GB/T 13869-2017
- 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》 GB/T8196-2018
- 《大中型企业安全生产标准化管理体系要求》 GB/T 33000-2025
- 《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

- 《固定式金属梯及平台安全要求 第1部分：直梯》GB4053.1-2025
- 《固定式金属梯及平台安全要求 第2部分：斜梯》GB4053.2-2025
- 《固定式金属梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及平台》GB4053.3-2025

•《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB/T8196-2018

•《眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第1部分：技术要求》GB/T 38144.1-2019

•《眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第2部分：使用指南》GB/T 38144.2-2019

•《工业企业设计卫生标准》GBZ 1-2010

•《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》GBZ2.1-2019

•《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》GBZ2.2-2007

•《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014

•《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014

•《仪表供气设计规范》HG/T 20510-2014

•《化工企业腐蚀环境电力设计规程》HG/T 20666-1999

•《石油化工静电接地设计规范》SH/T3097-2017

•《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG21-2016

•《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

•《工业液体二氧化碳》GB/T6052-2025

•《烟气二氧化碳捕集纯化工程设计标准》GB/T 51316-2018

•《低温液体贮运设备使用安全规则》JB/T 6898-2015

- 《安全评价通则》AQ8001-2007
- 《安全预评价导则》AQ8002-2007

F5.3 其它评价依据

- 新疆锦龙神雾能源开发有限公司与新疆新昊兴安全咨询有限责任公司的安全评价合同及委托书
- 《新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目可行性研究报告》
- 《新疆锦龙神雾能源开发有限公司20万吨/年二氧化碳捕集项目岩土工程勘察报告》
- 新疆锦龙神雾能源开发有限公司提供的其他相关资料

附录 F6：资料目录

附件

- 1、安全评价委托书
- 2、企业营业执照
- 3、项目备案证
- 4、建设用地规划许可证

附图

- 1、总平面布置图
- 2、工艺流程图