

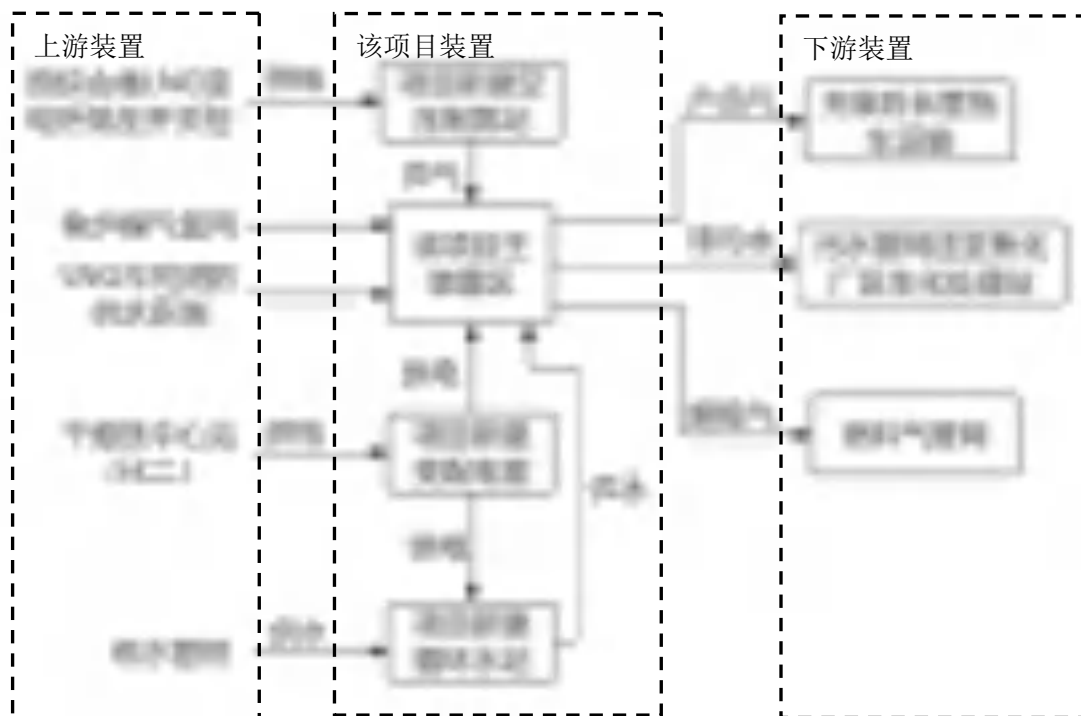


图 2.7-1 焦炉煤气制氢上下游工艺流程关系图

2.8 总平面布置及建（构）筑物情况

（1）总平面布置

该公司由大秦铁路划分为南北两个厂区，南厂区主要为焦化装置区，北厂区主要为液化气车间。

该项目焦炉煤气制氢主装置区拟布置于液化气车间东南侧、原有 LNG 储槽南侧预留地内，场地大致呈梯形，由西向东依次布置氢气装车站、事故水池、PSA 装置及氢气压缩机房区、焦炉煤气压缩厂房，其中 PSA 装置及氢气压缩机房区南北布置，南侧布置氢气压缩机房，北侧露天布置 PSA 提氢装置。

焦炉煤气制氢项目配套建设的变配电室、机柜间、循环水站由西向东依次布置在料场大棚（位于焦炉煤气制氢主装置区东侧）东侧、翻车机厂房西侧。在液化气车间循环水站西侧、消防水站东侧原有空压制氮站东北侧进行空压制氮站的建设，此两部分未改变公司液化气车间内原有功能分区，该项目道路及出入口依托厂区原有。

(2) 竖向布置

该项目拟采用平坡式布置，装置建设所在地已进行过场地平整，利用原厂区已确定的标高确定该项目的室内、外地坪标高。

建筑物的高度、层高、室内净高及建筑间距的确定应综合考虑建筑物的使用功能、平面布置、消防、抗震、防腐、抗爆、防爆、日照、通风、采光、视线干扰、防噪、绿化、卫生、管线埋设、建筑物布局形式以及节约用地等要求，确定合理的数值。

(3) 建（构）筑物

项目新增建（构）筑物情况见下表。

表 2.8-1 建构筑物一览表

序号	建构筑物名称	占地面积 m ²	建筑面积 m ²	规划建设高度 (m)	火灾危险类别	耐火等级	结构形式	防爆泄压措施	建筑层数	备注
1	焦炉煤气压缩厂房 (封闭厂房)	1009.49	1968.83	檐口高: 17.200 屋脊高: 18.250	甲类	二级	门式刚架钢结构	轻质屋面、墙面泄压, 防爆泄压比>0.25	1	建筑物
2	氢气压缩厂房(半敞开式)	799.81	799.81	檐口高: 8.500 屋脊高: 9.100	甲类	二级	门式刚架钢结构	轻质屋面、墙面泄压, 防爆泄压比>0.25	1	建筑物
3	机柜间	154.67	154.67	5.000	丁类	一级	框架结构+抗爆墙	/	1	建筑物
4	变配电室	666.73	1269.15	10.400	丙类	一级	钢筋砼框架结构		2	建筑物
5	循环水泵房	160.13	379.63	10.300	戊类	二级	钢筋混凝土框架剪力墙结构		1	建筑物
6	空压制氮站雨棚	48	-	5.0	丁类	二级	门式刚架钢结构遮雨棚	露天布置	1	构筑物
7	氢气充装站雨棚	1240	-	5.45	甲类	二级	钢框架结构	露天布置	1	构筑物
8	焦炉煤气制氢装置区 (含预净化)	3608	-	-	甲类	二级	钢筋砼	露天布置	-	露天设备管道
9	事故水池	228	-	-	-	二级	钢筋砼	露天布置	-	坑深 5.2 米
10	压缩机区地坑 1	18	-	-	甲类	二级	钢筋砼	露天布置	-	坑深 3.5 米
11	主装置地坑 2	15	-	-	甲类	二级	钢筋砼	露天布置	-	坑深 3 米

项目新增建（构）筑物及装置之间防火间距情况见下表。

表 2.8-2 项目装置之间及建构筑物防火间距一览表

该项目设施	方位	相邻设施	标准间距 (m)	依据标准	拟设间距 (m)	备注
氢气压缩机 (甲类)	南	厂界围墙	25	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 表 4.2.12	33.35	
	西	装车站（甲类）	30		43.05	
	东	焦炉煤气压缩厂房（甲类）	30		55.02	
	南	装置周边环形消防道路	5	《建筑设计防火规范（2018 年版）》 GB5016-2014 第 7.1.8.4 条	9.62	
	西	装置周边环形消防道路	5		17.55	
	东	预净化装置（甲类）	9	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 表 5.2.1	9.98	
	北	吸附器（制氢主装置区，甲类）	9		11.91	
焦炉煤气压缩机（甲类）	西	预净化装置（甲类）	30	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 表 4.2.12	34.42	
	西	污水罐（甲类）	30		30.11	
	西	预处理气液分离器（甲类）	30		34.62	
	北	成品运输道路	15		17.25	
	西	装置周边环形消防道路	5	《建筑设计防火规范（2018 年版）》 GB5016-2014 第 7.1.8.4 条	12.58	
	东	装置周边环形消防道路	5		6.64	
	南	装置周边环形消防道路	5		17.26	
充装站（甲类）	北	成品运输道路	15	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 表 4.2.12	22.28	
	东	产品气缓冲罐（甲类）	30		41.6	
	东	氢气压缩机间（甲类）	30		43.05	
	南	用地边界	25		33.6	
制氢主装置区（甲类）	北	运输道路	15		22.6	
机柜间	西	变配电室	10	《建筑设计防火规范（2018 年版）》 GB5016-2014 表 3.4.1	10.15	
	东	循环水站	10		10.41	

2.9 建设项目道路、运输及物流、人流情况

该项目原料气和副产品解吸气均采用管道运输的方式；包括界区内工艺外管，供气管线，弱电、仪表配管配线，其它公用工程管道等，均经过现有的外管廊与现有设施等进行连接；PSA 吸附剂等材料通过汽车运输。

为了便于管道的安装、维修以及装置的整洁、美观，该项目装置与现有各装置之间拟设置集中管架，布置分为一层或二层，考虑到工厂发展的需要，在管架的宽度和荷载上留有 20% 的余量。管道架空敷设，装置内管架净高不低于 3.5 米，横穿厂区主干道净高不低于 6 米，柱间距为 4-8 米。

该项目依托 3#门作为人流、物流主要出入口，人车分流布置，LNG 储罐西侧原有消防出入口也可使消防车辆更快到达项目区域。该项目所在区域周边已建成有环形道路，该项目装置区内新建道路，路宽为 6m，转弯半径不小于 9m，与周边原有道路衔接，能够满足施工、安装、生产、消防等要求。

2.10 建设项目主要设备

迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目主要设备详见下表。

表 2.10-1 主要设备一览表

序号	设备及材料名称	规格及型号	单位	数量	材质/备注	是否特种设备
一	非标设备					
1	污水收集罐	卧式储罐 DN1600, L≈3870	台	1	S30408	否
2	脱硫气液分离器	立式椭圆封头 DN2600, V=40m ³	台	1	Q345R	是
3	脱硫器	立式椭圆封头 DN4000, H≈17310	台	2	Q345R	是
4	脱油脱萘器	立式椭圆封头 DN3200, H≈13535	台	3	Q345R	是
5	脱油脱萘再生加热器	卧式列管换热器 DN600	台	1	Q345R、S30408	是
6	脱萘脱萘再生冷却器	卧式列管换热器 DN600	台	2	Q345R、S30408	否
7	再生气液分离器	立式椭圆封头 DN1600, V=10m ³	台	1	Q345R	否
8	预处理气液分离器	立式椭圆封头 DN1600, V=10m ³	台	1	Q345R	是
9	预处理器	立式椭圆封头 DN2600, H≈9330	台	2	Q345R	是
10	预处理再生加热器	卧式列管换热器 DN800	台	1	Q345R、S30408	是

序号	设备及材料名称	规格及型号	单位	数量	材质/备注	是否特种设备
11	预处理再生冷却器	卧式列管换热器 DN800	台	1	Q345R、S30408	否
12	吸附器	立式椭圆封头 DN2600, H=~11710	台	8	Q345R	是
13	顺放罐	立式椭圆封头 DN2600, V=60m ³	台	2	Q345R	是
14	解吸气缓冲罐	立式椭圆封头 DN3400, V=170m ³	台	1	Q345R	是
15	解吸气混合罐	立式椭圆封头 DN3400, V=170m ³	台	1	Q345R	否
16	解吸气冷却器	卧式列管换热器 DN1000	台	1	Q345R、S30408	否
17	脱氧器	立式椭圆封头 DN1200, H=~4700	台	1	Q345R	是
18	脱氧加热器	立式列管换热器 DN400	台	1	Q345R	是
19	脱氧冷却器	立式列管换热器 DN400	台	1	Q345R	是
20	干燥加热器	立式列管换热器 DN400	台	1	Q345R	是
21	干燥冷却器	立式列管换热器 DN400	台	1	Q345R	是
22	脱氧气液分离器	立式椭圆封头 DN1200, V=4m ³	台	1	Q345R	是
23	干燥气液分离器	立式椭圆封头 DN1000, V=2m ³	台	1	Q345R	是
24	干燥器	立式椭圆封头 DN1600, V=10.2m ³	台	2	Q345R	是
25	预干燥器	立式椭圆封头 DN1400, V=5.2m ³	台	1	Q345R	是
26	产品气缓冲罐	立式椭圆封头 DN2400, V=40m ³	台	1	Q345R	是
27	污水罐	卧式储罐 DN1600, L=~3870	台	1	S30408	否
28	除雾除尘器	立式椭圆封头 DN2400, V=63m ³	台	1	Q345R	否
29	清洗罐	立式椭圆封头 DN1200, V=2.54m ³	台	1	Q345R	否
30	仪表空气缓冲罐	立式椭圆封头 DN1600, V=20m ³	台	1	Q345R	是
31	氮气缓冲罐	立式椭圆封头 DN1600, V=20m ³	台	1	Q345R	是
二	动力、定型设备					
1	精密过滤器	处理量为~12000Nm ³ /h, 操作压力 1.5~1.6MPa	套	2	1 开 1 备	否
2	压缩机	焦炉煤气压缩机 (4 级) 打气量: 13760Nm ³ /h (干基), 进出口压力: 0.003MPa→0.4MPa 0.35 MPa→1.80MPa	台	3	2 开 1 备	否

序号	设备及材料名称	规格及型号	单位	数量	材质/备注	是否特种设备
3	氢气压缩机	膜压机 打气量：1000Nm ³ /h，入口压力：1.5MPa 出口压力：22MPa	台	4	3 开 1 备	否
4	氢气压缩机	往复机 打气量：4500Nm ³ /h，入口压力：1.5MPa 出口压力：22MPa	台	2	2 开不备	否
5	充装柜	工作压力 22MPa，含充氢软管、拉断阀。	套	12		否
6	解吸气鼓风机	打气量：15500Nm ³ /h，入口压力：15~20kPa 出口压力：80kPa	台	2	1 开 1 备	否
7	喷淋泵	离心泵 Q=20m ³ /h H=60m 防爆电机 Y160M1-2，电机功率 11KW 防护等级 IP55，防爆等级 dII CT4 Gb	台	2	1 开 1 备	否
8	循环泵	离心泵 Q=40m ³ /h H=60m 防爆电机 Y160M2-2，电机功率 15KW 防护等级 IP55，防爆等级 dII CT4 Gb	台	2	1 开 1 备	否
9	焦炉煤气压缩厂房起重机	防爆桥式起重机 20/5t 防护等级 IP54 防爆等级 dIICT4	台	1		是
10	氢气压缩厂房起重机	防爆桥式起重机 10t 防护等级 IP54 防爆等级 dIICT4	台	1		是
11	污水泵	自吸泵 流量：10~12m ³ /h，扬程：50m 电机功率 11kW，防护等级 IP55 防爆等级 dIICT4	台	1		否
12	污水泵	自吸泵 流量：4~5m ³ /h，扬程：50m 电机功率 7.5kW，防护等级 IP55 防爆等级 dIICT4	台	1		否
13	开式冷却塔	单台处理水量：Q=400m ³ /h，进塔水温：40℃，出塔水温：32℃，	台	3	3 开不备	否
14	循环水泵	流量：756-1512 m ³ /h；扬程：54-38m；防护等级：IP55。CE	台	2	2 开 1 备	否
15	浅层砂滤设备	过滤量：100 m ³ /h	套	1		否
16	加药设备	加药箱、搅拌器及计量泵等组成	套	1		否
17	循环水泵房桥式起重机	起吊重量 5t，起吊高度 9 米。	台	1		是
18	含盐污水泵	流量：20m ³ /h；扬程：60m；防护等级：IP68，防爆等级：dII BT4	台	2	1 开 1 备	否
19	初期雨水池泵	流量：20m ³ /h；扬程：60m；防护等级：IP68。	台	2	1 开 1 备	否
20	事故水池泵	流量：20m ³ /h；扬程：60m；防护等级：IP68，防爆等级：dII BT4	台	2	1 开 1 备	否
21	空压机	微油螺杆空压机-风冷 公称容积流量：32 m ³ /min，排气压力：0.8MPa，电机功率：185kW	台	1		否
22	干燥机	公称容积流量：32 m ³ /min	套	1		否
23	制氮机	氮气流量：100Nm ³ /h	套	1		否

2.11 建设项目主要公辅设施

2.11.1 给排水

(1) 给水

该项目一次水依托东孟庄补水分支管道（DN400），总的补水量约为25m³/h，通过建设单位现有管网就近接管，送至装置界区。

1) 生活、生产给水系统

该项目生产、生活用水主要用于各装置的洗眼器用水、冲洗用水等。在界区内设生活、生产水管网，管道布置拟沿界区内道路埋地枝状敷设。接管从建设单位现有给水管网就近接入，供水压力 0.5MPa，管材拟采用无缝钢管，焊接连接。

2) 循环冷却水系统

循环水系统包括：循环水的供水/回水管网、循环水泵、循环水冷却塔、循环水池、无阀滤池、水质稳定加药系统。循环水冷却塔选用喷雾节能型冷却水塔。该项目冷却用循环水由本次新建 1400 m³/h 的循环水站提供。

冷却塔选用逆流通风填料式冷却塔，回水利用余压进入冷却塔。泵房内设循环水泵。该系统水质稳定处理采用综合水处理装置，同时起到缓蚀、阻垢、杀菌灭藻剂及过滤的作用。

(2) 排水

该项目排水系统根据排水性质划分为：生活污水排水系统、生产废水排水系统、事故污水及初期雨水系统、雨水排水系统。

该项目装置区生产污水主要来源于正常生产过程中产生的少量含油废水、冲洗废水以及事故状态下的洗眼器用废水等，拟在装置区东侧及焦炉煤气压缩机房北侧各设一台地下槽，与生产废水等一起经泵输送至就近管廊污水管网，送建设单位焦化厂区现有污水处理设施（1 座 450m³/h 污水生化处理站）进行集中处理。

该项目办公及生活设施依托原有，产生的生活污水排入化粪池处理，增

加 2 吨/半年生活污水量，由污水收集车收集后定点处理。

(3) 事故污水指发生火灾时所产生的消防废水，不能直接对外排放，处理方法为排入建设单位新建 1185m³ 事故污水池一座，送建设单位焦化厂区现有污水处理设施（1 座 450m³/h 污水生化处理站）进行集中处理后达标排放。

2.11.2 供电

(1) 供电方案

1) 主装置区、机柜间、循环水站部分

该项目两回路 10kV 电源引自原有焦化中心 110kV 变电站，引两路 10kV 出线沿厂区电缆桥架引入新建变配电室内。其中焦化中心 110kV 变电站采用两路电源供电，一路电源由国网郝庄子变电站（华北环网 22W 变电站）引出郝线 I 线，经线材 220kV 变电站变压引出焦钢 I 线至焦化中心 110kV 变电站；另一路电源由国网郝庄子变电站引出郝线 II 线，经线材 220kV 变电站变压引出焦钢 II 线通至焦化中心 110kV 变电站。两路电源独立运行均能承担全部项目负荷，互为备用，焦化中心 110kV 变电站设两路电源的母联开关。

该项目两回路 10kV 电源引自厂区原有干熄焦中心站（化二）10kV 不同母线段下出线柜，线路沿厂区电缆桥架引入新建变配电室内。原干熄焦站两台 40MVA 变压器，每台变压器剩余容量各有 25MVA，该项目供配电系统高压用电设备容量 9720kW，低压用电设备容量 1535.5kW，正常运行时需要高压用电设备容量 5482kW，低压用电设备容量 1000kW，上游变压器剩余容量满足该项目用电需求。

该项目界区内新建变配电站，负责向项目用电设备供电。变配电站拟采用双层布置结构，一层为电缆室、高压电容器室、电容补偿室、油浸变压器室（两台油浸变压器容量均为 1600kVA），二层为低压配电室及高压配电室、机柜间，供电装置满足要求。

10kV 及 0.4kV 主接线均采用单母线分段接线方式，并装设有无扰切换装置。两路 10kV 电源互为备用，正常情况下两路电源同时运行，当一路电源发生故障时，另一路电源不同时受到损坏，承担该项目 100%的用电负荷。

根据该项目电源情况，电源可靠度可满足项目二级用电负荷要求。由于项目中有部分为一级负荷中特别重要的负荷，拟再单独配备应急电源。

一级负荷中 DCS 系统、SIS 系统用电、可燃/有毒气体探测（GDS）系统及火灾报警系统属一级负荷中特别重要的负荷，采用 UPS 不间断电源（DCS、可燃/有毒气体探测系统）及蓄电池（火灾自动报警系统）作为应急电源。UPS 电源在主电源消失后蓄电池供电时间为 30min。火灾自动报警系统 AC220V 主源也从自控专业 UPS 配出，且系统机柜内自带备用蓄电池，该蓄电池在主电源消失后可保证火灾报警系统继续工作 8h。

各子项工序建筑物内属一、二级负荷的应急照明(消防备用照明)采用 EPS 蓄电池作为应急电源，消防疏散照明及疏散指示灯应急电源采用应急照明集中电源或灯具自带的蓄电池作为应急电源。EPS 电源总容量为 20kW，蓄电池连续放电时间不低于 90min，在 5kW 照明负载条件下(火灾时需继续工作的场所照明负荷)，蓄电池连续放电时间不低于 180min。应急照明集中电源的蓄电池容量根据各建筑单体消防疏散灯及标志灯容量拟选用 0.1~0.3kW，在所有配接的应急疏散照明和疏散指示标志灯均点亮的情况下，非集中控制型集中电源蓄电池连续放电时间不低于 30min，集中控制型集中电源蓄电池连续放电时间不低于 60min。非集中控制型自带蓄电池灯具蓄电池连续放电时间不低于 30min，集中控制型集中电源蓄电池连续放电时间不低于 60min。集中电源及自带蓄电池灯具，其蓄电池初装容量应在其达到标称寿命时，仍能保证上述放电时间要求。

根据负荷情况，10kV 侧设置高压电容器集中补偿，补偿后 10kV 侧功率因数不低于 0.9；0.4kV 侧在配电室设集中电容自动补偿装置，补偿后变压器低压侧功率因数为 0.95 以上。

2) 空压制氮站部分

该项目新建空压制氮站，主要用电设备包括空压机（2台，一开一备）、干燥净化装置、制氮机等，均属二级负荷，设备总容量为159.8kW，需要容量67.8kW。电源引自原综合楼LNG变配电所低压开关柜，LNG变配电所0.4kV系统两段母线分别对应两台变压器，均采用单母线分段供电，两段母线下设有无扰切换装置，正常情况两段母线各带一半生产负荷，当一路电源故障时自动合闸，另一路电源带全部负荷。原LNG变配电所设置2台1600kVA油浸式变压器，变压器有功功率2703.27kW，已使用850kW，剩余1853.27kW，满足新增用电负荷需求。

（2）供电方式

低压配电系统供电型式拟采用TN-S系统。

（3）爆炸危险区域划分

该项目可研报告未述及爆炸危险区域划分情况，本报告将在第11章提出对策措施及建议。

（4）电气选型

该项目装置严格按环境特征选择相应等级的电气设备及材料，防爆区域内的所有电气设备，现场操作柱，按钮，动力/照明配电箱，照明灯具等拟采用防爆型，其防爆等级不低于安装环境内最高危险气体的防爆级别和组别（不应低于氢气爆炸混合物的级别、组别IICT1），并满足使用环境的防护、防腐等级要求；户外非防爆环境使用的动力配电箱、照明配电箱、照明灯具等满足使用环境的防护、防腐等级要求。

该项目变配电室至各工序的电缆主要采用电缆桥架敷设，部分较少电缆采用直埋敷设。

（5）用电负荷

该项目属连续生产的化工生产装置，突然停电可能会造成装置主要工艺设备损坏、产品及原材料报废、装置连续生产过程被打乱，在经济上造成较

大损失，因此，该项目正常生产连续运行的工艺用电设备负荷为二级负荷，其他用电设备负荷为三级负荷，可燃及有毒气体报警控制系统为一级负荷中的重要负荷。

各级负荷设备容量分别如下：

一级负荷中特别重要的负荷 40kW，需要负荷 30kW；

二级负荷装机负荷 11244kW，需要负荷 5400kW；

三级负荷装机负荷 80kW，需要负荷 50kW；

根据工艺、公用工程等专业的用电负荷条件，项目用电负荷小时耗电量约 5832kW·h，年耗电量约 $43.2 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。

2.11.3 蒸汽

换热器加热用 3.5MPa 中压饱和蒸汽，用量约 2.63t/h；仪表伴热、吹扫使用 0.7~0.8MPa 的低压饱和蒸汽，用量约 2t/h，均由原厂区蒸汽管网提供。

2.11.4 压缩空气、氮气

在 LNG 厂区原有空压制氮站西北侧增加遮雨棚（~5 米高），用于存放空压机、干燥机、制氮机等成套设备。仪表空气缓冲罐、氮气缓冲罐于室外露天布置。

该项目正常生产情况下所需仪表空气总量约为 200Nm³/h，由新建空压站提供，新建空压制氮站（空压机成套厂商提供），空压机供气能力按仪表空气 200Nm³/小时，拟设仪表空气缓冲罐（DN1600，V=20m³，设计压力 0.88MPa(G)，设计温度 60℃）1 个，仪表空气质量要求：常温，无油无尘，露点-40℃，压力 0.40~0.6MPa。

该项目正常生产情况下需用氮气量 30Nm³/h，新建空压制氮站（制氮机成套厂商提供），制氮机供气能力按氮气 100Nm³/小时，拟设氮气缓冲罐（DN1600，V=20m³，设计压力 0.88MPa(G)，设计温度 60℃）1 个，氮气规格 N₂≥99.5mol%。

2.11.5 采暖、通风

焦炉煤气压缩机厂房拟采用来自焦化的采暖水采暖，采暖供水温度 65℃，供水压力 0.2MPa，回水温度 50℃，采暖期 127 天。

为排除氢气压缩厂房屋顶可能聚集的氢气等气体，拟在压缩厂房屋顶设置 QM-800 旋流型屋顶自然通风器，加强通风换气效果。

可研未提及焦炉煤气压缩机厂房及变配电站等机械通风设置情况，本报告将在第 11 章提出对策措施建议供建设单位及设计单位参考。

2.11.6 消防

(1) 消防给水系统

该项目消防水依托液化气车间，液化气车间现有消防水站一座，LNG 装置设有有效容积为 3400m³ 的消防水池 2 个，配有 2 台电动消防水泵，单台流量为 170L/s，扬程 120m，设有 2 台柴油消防水泵，单台流量为 200L/s，扬程 120m，另外，配有 2 台稳压泵，单台流量为 3.5 L/s，扬程 120m，一开一备，消防设施流量、用水量及压力均满足该项目消防给水要求。在消防水站设有配电室，引入两路 10kV 消防泵专用供电回路，并在配电柜中设自动切换装置实现末端切换，以保证消防用水的可靠性。

拟在建设界区内敷设消防水管网，与现有管网联网，并自成环状。

(2) 消防设施

新建装置周围拟设室外地上式消火栓，对装置实行覆盖保护。在装置区、配电室、机柜间以及装置区按要求配备推车式及移动式灭火器。

室外消火栓的间距为 50~60m，保护半径 120m，消防干管管径为 DN200。埋地消防管道采用无缝焊接钢管，环状连接。埋地钢制管道防腐采用环氧煤沥青防腐涂料，防腐层为特加强级。

(3) 消防用水量

项目消防设施为消防水炮和消火栓，根据《石油化工企业设计防火标准》表 8.4.2，该项目占地面积小于 1000000 m²，同一时间内火灾次数按照 1 次

计算, 根据《石油化工企业设计防火标准》8.4.3 条, 发生最不利火灾事故所需的消防水量为保护 PSA 工艺装置区内最不利火灾点时需同时操作的消防水炮和消火栓的水量。

该项目工艺装置区消防用水考虑 1 个消防炮及 2 个消火栓同时操作水炮(按 30L/S 计)和水枪(按 15L/S 计)的用水量, 用水量取 $30 \times 1 + 15 \times 2 = 60\text{L/s}$, 火灾延续时间取 3h, 则该项目消防用水量为 $3.6 \times 60 \times 3 = 648\text{m}^3$, 消防水依托液化气车间设置的单容积为 3400m^3 的两个消防水池, 因此消防水池水量能够满足要求。

2.11.7 可燃气体放散

装置正常运行时无可燃气体排放。当安全阀起跳, 或因产品气充装量降低引起超压时, 设置安全阀起跳及超压放空管道到全厂火炬管网输送至液化车间北侧原有火炬系统进行燃烧, 泄放量按原料焦炉煤气全量 ($27520\text{Nm}^3/\text{h}$) 考虑, 原低压火炬系统正常设计能力为 $1050000\text{Nm}^3/\text{h}$ 焦炉煤气, 最大处理能力 $110250\text{Nm}^3/\text{h}$ 焦炉煤气, 原火炬系统满足放散要求。

2.11.8 分析化验

该项目分析化验依托 LNG 原有化验室, 原化验室具备焦炉煤气制取 LNG、富氢尾气制氢等项目的分析化验能力, 原有化验室配备分析化验设备、人员能力满足该项目需求。

2.11.9 电讯

(1) 扩音对讲

由于各工艺装置区大多属高噪声环境, 且无固定操作岗位, 因此在各工艺装置区设置扩音对讲系统, 用于装置区与主控室之间、装置区巡检人员之间的通信联络。

(2) 火灾自动报警

该项目拟设置一套火灾报警系统, 新增火灾报警设备接入原有火灾报警控制器, 原有火灾报警控制器位于原 LNG 厂区控制室内。在各工序内人员

操作或出入通道口处、甲类厂房、装置周边道路旁设置若干防爆型手动报警按钮或普通型报警按钮。在可燃、有毒气体可能泄漏的场所，如压缩机厂房、氢气充装站等，拟设置可燃或有毒气体探测器，以便及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置安全。

当发生火灾时，由火灾探测器或手动报警按钮迅速将火灾信号报至厂区火灾报警控制器，以便迅速采取措施及时组织扑救。

各工序内人员操作或出入通道口处设置一定数量声光警报器，作为警报装置及疏散指示。

（3）工业电视

在装置区一些重点部位设置摄像机，所有视频信号送至原 LNG 厂区控制室显示。

（4）线路敷设

装置内火灾报警外线线路主要穿地下电信管道敷设，从地下电信管道引出后穿镀锌钢管埋地敷设至各子项工序，道路周边的火灾报警线路采用铠装电缆道路边直埋地敷设，其余电信线路主要穿钢管保护明敷或架空敷设。

2.12 防雷、防静电接地

（1）防雷

按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）和《氢气站设计规范》（GB50177-2005），该项目煤气压缩机、氢气压缩机厂房、室外露天生产装置、机柜间等属于第二类防雷建筑物，新建空压制氮站、变配电室、循环水站等属于第三类防雷建筑物。防雷设施应防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入。

煤气压缩机、氢气压缩机厂房、氢气充装站拟采用金属屋面作为接闪器。

变配电站等砼或砖混结构拟采用敷设的接闪杆形成网格作为防雷接闪器。

室外露天设备壁厚均大于 4mm，拟采用直接接地的方式防雷，接地点不少于 2 处，两接地点间距拟不大于 30m，冲击接地电阻不大于 10 欧。

该项目内电气工作接地、保护接地、防雷、防静电接地共用一个接地网，接地电阻不大于 4 欧姆，接地装置以人工接地体为主，接地极采用 $\angle 50 \times 50 \times 5$ 的热浸镀锌角钢（其长度 2.5 米），垂直打入地下，接地干线采用 -40×4 的热浸镀锌扁钢。

（2）防静电措施

装置内所有工艺设备、管道、电缆金属外皮及正常不带电的金属物体均与接地装置连接。

管道在进出装置区处、分岔处拟进行接地，长距离无分支管道拟每隔 100m 接地一次；平行敷设或交叉的长金属物如管道、构架等，相互间净距小于 100mm 时，每隔不大于 20m 跨接一次。外管架拟在始端、末端、分支处及每隔 50m 左右设防静电接地。所有氢气管道的法兰、阀门等连接处，拟采用金属线跨接。

2.13 自动化控制

该项目自控系统设置原则为：方便工艺操作并保证工艺生产安全、可靠地进行。

该项目 PSA 装置的特点是程序控制阀门多，程控阀门切换时间短，动作频繁，顺序控制结合常规模拟控制。为满足装置项目长期、稳定、安全运行的要求，在本装置的控制软件包中，设置常规控制系统，并配置自适应优化控制系统。

该项目装置自控系统包括工艺流程中参数的检测、信号转换以及显示、调节、程控和报警所需的仪表及配套设备。

控制系统的选型以安全性、可靠性、通用开发性、操作使用方便、易维护性及先进性等为原则，根据工艺过程的特点，控制系统拟采用自动化水平

比较高的系统。

该项目工艺生产过程具有易燃、易爆、有毒及连续化生产等特点，要求采用就地监视为辅、集中监视和控制为主的基本原则，工艺生产装置拟采用 DCS 集散控制系统，在中央控制室（中央控制室依托原 LNG 中控室，该项目新建机柜间）进行操作控制。

重要参数在计算机屏幕上均设有指示及历史趋势和实时趋势记录，以及在打印机上实现报表打印（班报、日报、月报或随机打印）。

该项目装置的主要机泵运行与停车的状态信号也引入计算机进行监视，并在控制室内实现部分机泵的停车操作。

（1）DCS 控制系统

该项目 DCS 系统拟选用国内著名公司的最新产品，硬件可靠性指标优良，软件版本新，备品备件及硬件、软件维修服务容易到位。DCS 系统由操作站、工程师站、控制站、打印机、辅助操作台、大屏幕、通讯总线及相关接口组成。在系统配置中要考虑重要控制回路卡件、系统电源、通讯总线及 CPU 的冗余。DCS 系统留有与上位机通讯的网络接口，同时设置一套实时数据采集服务器，以便将装置的数据和信息实时地传送到工厂管理系统。

（2）可燃、有毒气体检测报警系统（GDS）

除控制系统外，根据生产工艺过程的特点和可能泄漏可燃/有毒介质的情况，设置可燃/有毒气体检测报警器并将信号接入原有 LNG 装置的可燃/有毒气体检测报警系统（GDS）。GDS 系统独立于过程控制系统（DCS）和安全仪表系统（SIS），可燃气体及有毒气体检测报警器采用标准电流信号（4~20mA），引入原有 LNG 装置的 GDS 系统进行监视、报警和联锁。

（3）安全仪表系统（SIS）

可研述及项目拟根据危险与可操作性分析（HAZOP）和保护层分析（LOPA）的结论，来决定是否有仪表点需设置安全仪表系统（SIS）。安全仪表系统（SIS）与过程控制 DCS 在控制网络层级上进行无缝衔接、时钟同

步。

(4) 仪表选型

该项目控制、检测仪表的确定,主要依据工艺生产过程操作的实际需要,满足自然环境条件和所在场所的防爆要求,本着技术先进、性能可靠,操作维护方便,经济合理等原则而定,同时兼顾日常维护和备品备件的统一。结合该项目的特点,装置采用 DCS 控制系统(与原有 LNG 装置共用)集中控制的方式,DCS 系统与现场变送器的传输信号为 4~20mA DC 标准信号。

1) 温度仪表

现场就地指示的温度仪表拟选用可调角式双金属温度计。

进 DCS 集中显示的温度仪表,拟选用国内专业生产厂制造的隔爆型铠装式热电阻,设备上与管道上安装的热电阻采用法兰式安装。所有测温元件拟配套法兰形热保护套管。

2) 压力仪表

集中检测控制的压力(差压)测量拟采用智能型压力(差压)变送器,对于腐蚀介质可采用隔膜密封型压力(差压)变送器。

就地压力测量根据工艺介质情况选用不锈钢弹簧管压力表、隔膜式压力表及耐震压力表等。

3) 流量仪表

集中流量测量,一般选用调整型流量计配差压变送器、涡街流量计及电磁流量计。原料、产品及配比用等计量精度要求高的场合,选用质量流量计。

就地流量仪表一般选用金属管转子流量计。

4) 液位仪表

现场就地指示的液位仪表根据工况条件选用磁翻柱液位计。

控制室集中监视的液位计和界面计根据工况条件选用带毛细管的双法兰差压变送器、浮筒液位计等。

5) 控制阀

拟选用国内外专业厂生产的调节阀，阀体材质为铸钢或不锈钢，阀芯、阀座、阀杆材质为不锈钢，阀座硬密封，满足不低于 ANSI IV 级泄漏。所有调节阀均配套有本质安全型的智能电气阀门定位器和空气过滤减压阀。气动切断阀配带 ASCO 电磁阀等附件。

6) 阀位检测器

阀位检测程控阀动作是否正常，如误报将直接影响生产，要求高，阀位检测开关拟选择 Namur 型本安接近开关。

7) 分析

该项目分析依托原有富氢尾气制氢项目。

8) 可燃、有毒气体检测

生产装置区内可能泄漏或聚集可燃、有毒气体的地方，分别设可燃、有毒气体检测报警器，并将信号接至 GDS 系统。可燃气体检测器优先采用催化燃烧式，毒性气体检测器采用电化学或者半导体方式。

9) 仪表的防爆与防护

用于爆炸气氛场所的仪表必须符合相应的防爆标准，并取得国家有关防爆检验机构的相应防爆等级的防爆许可证。电动仪表优先选用本安型（Exi），没有本安型可选时采用隔爆型（Exd）；电动仪表采用的防爆等级应不低于电气专业划定的区域防爆等级。安全栅均选用隔离式安全栅，安全栅必须与变送器构成符合标准的本质安全系统。

安装在现场露天场合的简单的就地仪表（如双金属温度计、压力表），其防护等级应不低于 IP54 或 NEMA3。安装在现场的电动仪表和其他有电气线路的仪表，其防护等级应不低于 IP65 或 NEMA4/4X；现场仪表接线箱、接线盒的防护等级不低于 IP65。安装在地下工作井中的仪表，在下雨过程中或管道介质泄漏时会积水或积液时，仪表的防护等级应选用 IP68 或 NEMA6。

（5）仪表及控制系统的供电和供气

1) 仪表及控制系统电源

控制室使用冗余 UPS 电源（原 LNG 装置已设），电源输出规格为单相 220V.AC、50Hz，24V.DC 供电采用冗余容错直流供电系统。

2) 仪表气源

仪表气源采用净化风，仪表净化风压力为 0.4~0.6MPa(G)，露点温度： $\leq -40^{\circ}\text{C}$ ，无油、无尘埃、不含有腐蚀及有毒气体。

3) 仪表伴热源

仪表伴热采用低压蒸汽伴热方式。

4) 仪表及控制系统接地

仪表及控制系统接地采用等电位接地方式（原 LNG 装置已设），仪表及控制系统侧设有仪表信号接地、保护接地两个汇流条，分别与电气专业的等电位接地网络相连接。

可研报告未述及仪表功能情况，本报告将在第 11 章提出对策措施建议供建设单位及设计单位参考。

2.14 可燃（有毒）气体泄漏检测报警

可研中述及在可燃、有毒气体可能泄漏的场所，如工艺装置区、压缩机厂房、充装站、加氢站等，设置可燃或有毒气体探测器，以便及时发现和处理气体泄漏事故，确保装置安全，且应符合《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB 50493 中的相关要求，但未述及具体设置情况，本报告将在第 11 章提出对策措施建议供建设单位及设计单位参考。

3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明

3.1 危险、有害因素辨识的依据

本报告依据《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)、《化工企业总图运输设计规范》(GB50489-2009), 对该项目选址、总平面布置潜在的危險、有害因素进行辨识。

《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986) 中将事故类别划分成 20 类, 本报告依据《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986), 对该项目潜在的危險、有害因素及其可能引发的事故进行辨识。

依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(安监总局令第 40 号、第 79 号令修正)、《河北省安全生产监督管理局关于进一步加强和规范全省重大危险源监管工作的通知》(冀安监管应急[2017]83 号) 对该项目是否构成重大危险源进行辨识、分级。

依据《关于开展提升危险化学品领域本质安全水平专项行动的通知》(安监总管三[2012]87 号)、《危险化学品目录》(2015 年版)(2022 年 8 号令修订)、《高毒物品目录》(卫法监发[2003]142 号)、《国家安全生产监督管理总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2011〕95 号)、《国家安全生产监督管理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)、《特别管控危险化学品目录(第一版)》(2020 年第 3 号)、《国家安全生产监督管理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) 和《危险化学品安全技术全书》, 对该项目所涉及危险化学品的危險、有害因素进行辨识。

依据中华人民共和国国务院令第 445 号、703 号令修正《易制毒化学品管理条例》附表对该项目所涉及的化学品是否属于易制毒化学品进行辨识。

依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》对该项目所涉及的化学品是否属于易制爆化学品进行辨识。

本报告依据国家安全生产监督管理总局《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）以及国家安全生产监督管理总局《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），对该项目是否涉及重点监管的危险化工工艺进行辨识。

3.2 主要物质的危险、有害特性

迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目主要原辅料为焦炉煤气、压缩空气、氮气，产品为氢气，副产品为解吸气。原料焦炉煤气中杂质主要为 H_2S 、有机硫、 NH_3 、苯、萘、焦油等含量较低，且均经吸附或化学反应净化，本报告不做重点辨识，涉及的主要危险化学品具体情况见下表。

表 3-1 项目原料、辅料、产品中危化品特性情况汇总表

名称	危险类别	生产中作用	分布场所	爆炸极限(%)	闪点/℃	火险类别	爆炸性气体组别级别	是否易制毒化学品	是否剧毒品	是否易制爆化学品	重点监管危化品	特别管控化学品	备注
氢气	易燃气体，类别 1 加压气体	产品	PSA 制氢装置，产品气缓冲罐等	4-75	—	甲	II CT1	否	否	否	是	否	
压缩空气	助燃气体	仪表气	空气管道	—	—	—	—	否	否	否	否	否	
压缩氮气	加压气体	保护气	氮气管道	—	—	戊	—	否	否	否	否	否	
焦炉煤气	易燃气体，类别 1 加压气体	原料气	原料管道及焦炉煤气压缩、净化、PSA 装置	4-40	—	甲	II BT1	否	否	否	是	否	
解吸气	易燃气体	副产品	解吸气管道、PSA 装置	—	—	甲	—	否	否	否	否	否	

3.3 可能造成火灾、爆炸、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布

可能造成火灾、爆炸、中毒、灼烫事故的危险因素及其分布见下表。

表 3-2 可能造成火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫事故的危险因素分布表

危险有害因素	存在部位	危险物质或条件
容器爆炸	压缩空气、氮气缓冲罐；装置区内压力容器、长管拖车	压力容器
火灾、其他爆炸	电气设备及其线路，装置区内存在易燃气体的设备、管道等	焦炉煤气、解吸气、氢气等易燃气体、电气设备
中毒和窒息	制氮站、PSA 制氢、焦炉煤气压缩厂房等有毒或窒息性气体泄漏、通风不良或无通风设施、人员在的危险区。	焦炉煤气、氮气等
灼烫	加热器、干燥器、高温管线等部位的管道、阀门等处。	高温设备、高温物料、蒸汽凝液等

3.4 可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布

建设项目可能造成人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布见下表。

表 3-3 其它危险、有害因素汇总表

危险有害因素	存在部位	危险物质或条件
触电	变、配电系统，配电室、用电设备、电气线路。	接地保护失灵、设备意外带电、误操作、无防护、违章作业。
机械伤害	转动设备、转动部位	机械防护损坏或失效，人员误接触
高处坠落	操作平台、塔顶、塔器平台、地下坑洞、高空作业现场	高处作业无防护、人员意外跌倒、防护设施损坏、违章作业
物体打击	操作平台、高空作业等交叉作业	交叉作业违章、防护设施损坏
车辆伤害	厂区道路、装车站	车辆机件失灵、违章驾驶、超速、人员不小心、管理不到位
起重伤害	施工过程中使用行车、电动葫芦等起重设备进行吊装及维修吊装等工作场所。	起重设施选择不当、强度不够或违规操作

3.5 重大危险源辨识结果

迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目各生产单元均不构成危险化学品重大危险源；煤气管道不构成工业企业煤气管道重大危险源。辨识过程详见附件 3.7 节。

3.6 易制毒、易制爆化学品、重点监管的危险化学品和危险化工工艺辨识

3.6.1 易制毒化学品辨识

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号、653 号令、666 号令、703 号令修正）附表《易制毒化学品的分类和品种目录》，该项目不涉及易制毒危险化学品。

3.6.2 重点监管的危险化学品辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号），该项目涉及的物料焦炉煤气、氢属于重点监管的危险化学品。

3.6.3 特别管控的危险化学品辨识

依据《特别管控危险化学品目录（第一版）》（2020 年第 3 号），该项目原辅料、产品均不存在特别管控的危险化学品。

3.6.4 易制爆的危险化学品辨识

依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》，该项目原辅料、产品均不属于易制爆危险化学品。

3.6.5 危险化工工艺辨识

根据国家安全生产监督管理总局《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）以及国家安全生产监督管理总局《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），共公布了 18 类危险化工工艺，即：光气及光气化工工艺；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；重氮化工工艺；氧化工艺；过氧化工艺；胺基化工工艺；磺化工工艺；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。该项目工艺为变压吸附法在焦炉煤气中提取氢气，由此判定该项目生产工艺不属于危险化工工艺。

4 评价单元的划分结果及理由说明

4.1 评价单元的划分原则

划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。评价单元的划分一般以生产过程、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分成若干子评价单元或更细致的单元。

常用的评价单元划分原则和方法有：

（1）以危险、有害因素的类别为主划分评价单元

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

②将具有共性危险因素、有害因素的场所和装置划为一个单元。

（2）以装置和物质特征划分评价单元

①按装置工艺功能划分。

②按布置的相对独立性划分。

4.2 评价单元划分结果

按照评价单元划分的原则和方法，根据对评价项目的主要危险、有害因素的辨识和分析，划分为 6 个单元进行安全评价。

（1）外部安全条件单元

（2）总平面布置及建（构）筑物单元

（3）生产工艺及设备单元

（4）公辅设施单元

1) 供配电子单元

2) 自动化控制子单元

- 3) 消防及给排水子单元
- 4) 压缩空气及氮气供应子单元
- 5) 采暖通风子单元
- (5) 重大隐患判定单元
- (6) 安全生产管理单元

4.3 评价单元划分结果的理由说明

《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]255号）中明确规定了建设项目设立安全评价的评价单元划分：根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，可以将建设项目外部安全条件、总平面布置、主要装置（设施）、公用工程划分为评价单元。

- (1) 外部安全条件单独划为一个单元；
- (2) 总平面布置及建（构）筑物结构单独划分为一个单元；
- (3) 生产装置划分为一个单元；

根据评价单元划分原则，结合焦炉煤气制氢项目工艺流程和总平面布置特点，将生产装置单元划分成一个单元。

(4) 公辅设施划分为供配电子单元、自动化控制子单元、消防及给排水子单元压缩空气及氮气供应子单元、采暖通风子单元；

- (5) 重大隐患判定划分为一个单元；

该项目涉及的重大隐患判定项尤显重要，因此，将重大隐患判定单独划分为一个单元。

- (6) 安全生产管理划分为一个单元；

事故的直接原因是人的不安全行为和物的不安全状态，但造成“人失误”和“物故障”的直接原因却常常是管理上的缺陷，安全生产管理同样至关重要，因此，将安全生产管理单独划为 1 个单元。

本报告在合理划分评价单元的基础上，根据评价对象危险、有害因素分析的辨识结果及分布情况，对该项目涉及的火灾、爆炸、中毒和窒息、灼烫、

机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、起重伤害、触电、容器爆炸等危险、有害因素作出定性定量评价。

5 采用的安全评价方法及理由说明

5.1 安全评价方法的选择

通过对迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目的分析，针对每个评价单元的特点分别选取不同的评价方法。选取结果见下表。

表 5.1-1 安全评价方法与评价单元的对应关系表

评价方法 评价单元	检查表法	预先危险性分析法	危险度评价法
1.外部安全条件单元	√		
2.总平面布置及建筑结构单元	√		
3.生产工艺及设备单元	√	√	√
4.公辅设施单元	√		
5.重大隐患判定单元	√		
6.安全生产管理单元	√		

5.2 采用的安全评价方法理由说明

建设项目的**外部安全条件、总平面布置及建筑结构、生产工艺及设备、公辅设施、重大隐患判定、安全生产管理等符合性评价主要选用安全检查表法，作出与依据的法律、法规、标准、规范是否一致的结论，最终制定出补充的安全对策措施，为安全设施设计提供依据。

采用预先危险性分析法，对生产过程中的火灾爆炸、中毒和窒息、高处坠落、触电、灼烫、机械伤害等进行预先危险性分析，并提出相应的安全对策措施。

针对对规模大、复杂、危险性高的评价对象往往先用简单、定性的评价法（如检查表法）进行评价，根据国家标准、行业标准、部门规章等编制的检查表，检查建设项目采取的各项安全措施是否全面，并提出相应的安全对策措施。

通过对该项目主要生产装置采用危险度评价法，进行比较计算，确定工

艺危险性的 大小，并根据评价结果，确定进一步评价的对象。

6 定性、定量分析危险、有害程度的结果

6.1 建设项目固有危险程度的分析结果

6.1.1 定量分析具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度、状态和所在的作业场所结果

(1) 具有爆炸性的化学品数量、浓度、状态和所在的作业场所结果

该项目涉及的危险化学品通过对照《危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)》(应急厅函〔2022〕300 号修订)、《危险化学品分类信息表》进行分析,不涉及“爆炸物”的危险化学品。

(2) 具有可燃性的化学品储存的数量、浓度、状态和所在的作业场所结果

表 6.1-1 定量分析具有可燃性化学品情况汇总表

可燃性物质	作业场所	总容积(m ³)	存在状态	数量(t)	工况	浓度
焦炉煤气	脱硫器	2*185.5	气态	0.58	常温、0.3MPa	混合物
	脱硫气液分液器	40	气态	0.062	常温、0.3MPa	混合物
	脱油脱萘器	89.9*3	气态	0.42	40~180℃ 0.3/0.08MPa	混合物
	预处理器	31.6*2	气态	0.591	40~160℃ 1.8/0.08MPa	混合物
	预处理气液分液器	10	气态	0.093	常温、1.8MPa	混合物
	吸附器	44.8*8	气态	3.357	常温、 0.02-1.7MPa	混合物
	焦炉煤气压缩机	100	气态	1.4	常温, 1.8MPa	混合物
氢气	顺放罐	63*2	气态	0.027	常温、 0.05-0.2MPa	99.9%
	脱氧器	3	气态	0.005	40~120℃ 1.65MPa	99.9%
	干燥器	10	气态	0.031	40~160℃ 1.65MPa	99.9%
	预干燥器	5	气态	0.079	40~160℃ 1.65MPa	99.9%
	脱氧加热器	0.3	气态	0.0004	40~120℃ 1.65MPa	99.9%
	脱氧冷却器	0.6	气态	0.0009	40~150℃ 1.65MPa	99.9%
	干燥加热器	0.4 ³	气态	0.0006	40~160℃ 1.65MPa	99.9%

可燃性物质	作业场所	总容积(m ³)	存在状态	数量(t)	工况	浓度
	干燥冷却器	0.4	气态	0.0006	40~160℃ 1.65MPa	99.9%
	脱氧气液分离器	4	气态	0.006	1.65MPa, 常温	99.9%
	干燥气液分离器	2	气态	0.003	1.65MPa, 常温	99.9%
	产品气缓冲罐	40	气态	0.058	1.6MPa, 常温	99.999%
	氢气压缩机	2.5*6	气态	0.09	20MPa, 常温	99.999%
	充装柱及长管拖车	21.3*12	气态	4.6	20MPa, 常温	99.999%
解吸气	脱油脱萘再生加热器	0.8	气态	0.001	40~180℃ 0.08MPa	混合物
	脱油脱萘再生冷却器	4	气态	0.005	40~180℃ 0.08MPa	混合物
	再生气液分液器	6.25	气态	0.016	0.06MPa, 常温	混合物
	预处理再生加热器	2.2	气态	0.003	40~160℃ 0.08MPa	混合物
	预处理再生冷却器	4	气态	0.006	40~160℃ 0.08MPa	混合物
	解吸气冷却器	6	气态	0.008	40~100℃ 0.08MPa	混合物
	解吸气缓冲罐	170	气态	0.23	0.05-0.15MPa, 常温	混合物
	解吸气混合罐	170	气态	0.177	0.02-0.05MPa, 常温	混合物

(3) 具有毒性的化学品储存数量、浓度、状态和所在的作业场所结果

表 6.1-2 定量分析具有毒性化学品情况汇总表

毒性物质	作业场所	总容积(m ³)	存在状态	数量(t)	工况	浓度
焦炉煤气	脱硫器	2*185.5	气态	0.58	常温、 0.3MPa	混合物
	脱硫气液分液器	40	气态	0.062	常温、 0.3MPa	混合物
	脱油脱萘器	89.9*3	气态	0.42	40~180℃ 0.3/0.08MPa	混合物
	预处理器	31.6*2	气态	0.591	40~160℃ 1.8/0.08MPa	混合物
	预处理气液分液器	10	气态	0.093	常温、 1.8MPa	混合物
	吸附器	44.8*8	气态	3.357	常温、 0.02-1.7MPa	混合物
	焦炉煤气压缩机	100	气态	1.4	常温、 1.8MPa	混合物
解吸气	脱油脱萘再生加热	0.8	气态	0.001	40~180℃ 0.08MPa	混合物

毒性物质	作业场所	总容积(m ³)	存在状态	数量(t)	工况	浓度
	器					
	脱油脱萘再生冷却器	4	气态	0.005	40~180℃ 0.08MPa	混合物
	再生气液分液器	6.25	气态	0.016	0.06MPa, 常温	混合物
	预处理再生加热器	2.2	气态	0.003	40~160℃ 0.08MPa	混合物
	预处理再生冷却器	4	气态	0.006	40~160℃ 0.08MPa	混合物
	解吸气冷却器	6	气态	0.008	40~100℃ 0.08MPa	混合物
	解吸气缓冲罐	170	气态	0.23	0.05-0.15M Pa, 常温	混合物
	解吸气混合罐	170	气态	0.177	0.02-0.05M Pa, 常温	混合物

(4) 具有腐蚀性的化学品储存数量、浓度、状态和所在的作业场所结果

该项目涉及的危险化学品通过对照《危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)》(应急厅函〔2022〕300 号修订)、《危险化学品分类信息表》进行分析,不涉及腐蚀性化学品。

6.1.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度结果

(1) 采用预先危险性分析法,分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度,其结果见下表。

表 6.1-3 定性分析建设项目固有危险程度结果表

场所	事故类型	危险级别	危险程度	事故后果
焦炉煤气压缩机厂房、PSA 制氢装置区、预处理、氢气压缩机厂房、充装站等场所	火灾爆炸	IV	灾难性的	设备损坏、人员伤亡
	中毒和窒息	IV	灾难性的	人员伤亡
	高处坠落	III	危险的	人员伤亡
	触电	III	危险的	人员伤亡
	灼烫	II	临界的	人员受伤
	机械伤害	II	临界的	人员受伤
	容器爆炸	III	危险的	设备损坏、人员伤亡
	物体打击	II	临界的	人员受伤
	起重伤害	III	危险的	人员伤亡
	车辆伤害	II	临界的	人员受伤

(2) 采用危险度评价法, 分析建设项目主要生产装置及设备的固有危险程度, 其结果见下表。

表 6.1-4 定性分析建设项目固有危险程度结果表

项目	分 值				该项目情况	取值
	A (10 点)	B (5 点)	C (2 点)	D (0 点)		
物质	1.甲类可燃气体 2.甲 A 类物质及液态烃类 3.甲类固体 4.极度危害介质	1.乙类可燃气体 2.甲 B、乙 A 类可燃液体 3.乙类固体 4.高度危害介质	1. 乙 B、丙 A、丙 B 类可燃液体 2.丙类固体 3.中、轻度危害介质	不属左述之 A、B、C 项之物质	该项目涉及的物质主要为焦炉煤气、氢气、解吸气, 属于甲类可燃气体	10
容量	1.气体 1000m ³ 以上 2.液体 100m ³ 以上	1.气体 500-1000 m ³ 2.液体 50-100m ³	1.气体 100-500m ³ 2.液体 10-50m ³	1.气体<100m ³ 2.液体<10m ³	该项目气体主要存在于吸附器、缓冲罐、压缩机及工艺管道中, 体积小于 100m ³	0
温度	1000℃以上使用, 其操作温度在燃点以上	1. 1000℃以上使用, 其操作温度在燃点以下 2.在 250-1000℃使用, 其操作温度在燃点以上	1. 在 250-1000℃使用, 其操作温度在燃点以下 2. 在低于 250℃使用, 其操作温度在燃点以上	在低于 250℃使用, 其操作温度在燃点以下	该项目操作温度均在物质燃点以下	0
压力	100MPa	20~100MPa	1~20MPa	1Mpa 以下	该项目工艺系统中最高压力为 22MPa	5
操作	1.临界放热和特别剧烈的放热反应操作 2.在爆炸极限范围内或其附近的操作	1.中等放热反应 (如烷基化、酯化、加成、氧化、聚合、缩合等反应) 操作 2.系统进入空气或不纯物质, 可能发生的危险、操作 3.使用粉状或雾状物质, 有可能发生粉尘爆炸的操作 4.单批式操作	1.轻微放热反应 (如加氢、水合、异构化、烷基化、磺化、中和等反应) 操作 2.在精制过程中伴有化学反应 3.单批式操作, 但开始使用机械等手段进行程序操作 4.有一定危险的操作	无危险度操作	该项目属系统进入空气或不纯物质, 可能发生的危险、操作	5
合计					Σi=20	

通过对生产工艺进行危险度评价, 分值大于 16, 属 I 级, 高度危险。

6.1.3 定量计算分析建设项目安全评价范围内的固有危险程度结果

具有爆炸性化学品爆炸后相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

根据《危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）》（安监总厅管三[2015]80 号，应急厅函〔2022〕300 号修订），该项目不涉及爆炸性危险化学品。但焦炉煤气、氢气、解吸气与空气混合形成爆炸性混合物，但解吸气爆炸极限尚无资料，本报告以吸附器和预干燥器为计算对象，混合物浓度达到爆炸下限时，计算爆炸性混合物的质量及 TNT 摩尔当量。

计算过程（以焦炉煤气为例）：

可燃介质与空气混合形成爆炸性混合物，如果爆炸性混合物遇火源会发生爆炸。其 TNT 当量可按蒸气云爆炸模型计算，计算公式如下：

$$W_{TNT} = \frac{2\alpha W_f Q_f}{Q_{TNT}} \quad (1)$$

式中： W_{TNT} ——当量 TNT 质量（kg）；

α ——可燃气体蒸气云当量系数（一般为 0.0002~0.159，统计平均值为 0.04）；

W_f ——泄漏到空气中的燃料质量（kg）；

Q_f ——参与蒸气云爆炸事故的燃料燃烧热值（kJ/kg）；

Q_{TNT} ——TNT 爆热值，取为 4520（kJ/kg）。

该项目焦炉煤气存在于吸附器中，以泄漏源为球心 100m³的半球范围内可燃介质与空气混合形成爆炸性混合物，达到爆炸下限 4%，则泄漏气体体积约为 4Nm³，密度约为 0.518kg/m³，则该球形空间焦炉煤气总量约为 2.072kg。

焦炉煤气的热值 $Q_f=34749\text{kJ/kg}$

将数据代入式（1）

则 $W_{TNT}=1.27\text{kg}$

折合成摩尔量： $N_{TNT}=W_{TNT}/M_{TNT}$

式中： W_{TNT} ——蒸气云的 TNT 当量，kg

N_{TNT} ——燃料相当 TNT 的物质摩尔量（mol）

M_{TNT} ——TNT 的摩尔质量（kg/mol），取值 227.13g/mol

$N_{TNT}=1.27 \div (227.13 \times 10^{-3}) = 5.59 \text{mol}$

表 6.1-5 具有爆炸性的化学品爆炸后相当于 TNT 的摩尔量结果表

名称	所在部位		爆炸下限	密度	化学品质量 t	TNT 摩尔当量（mol）	TNT 质量当量（kg）
	储存设施	容积 m^3					
焦炉煤气	吸附器	42*8	4%	0.518kg/ m^3	3.357	5.59	1.27
氢气	预干燥器	5	4%	0.09kg/ m^3	0.079	3.04	0.69

6.2 建设项目风险程度分析结果

6.2.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

（1）危险化学品泄漏的可能性分析

该项目设备、管线泄漏后涉及到的主要危险化学品为焦炉煤气、氢气、解吸气等，主要危险特性为具有毒性、爆炸性、可燃性。

生产中容易发生泄漏的设备归纳为 6 类，即管道、阀门、法兰、泵、工艺设备和容器。造成各种泄漏事故的可能性，原因主要有 4 类：

①设计失误

吸附器、缓冲罐等自重较大的设施，如地基处理不当下沉造成容器底部产生裂缝，或物料管道扭曲、变形、错位等可导致泄漏事故；

选材不当，如强度不够、临氢容器、设备和管道及其附件材料不满足强度、低温韧性、抗氢渗透性能、氢脆敏感性等要求，耐腐蚀性差、规格不符等也可导致泄漏事故；

安全措施设置不合理。如介质输入输出管道没有设置冷热补偿，因热胀冷缩产生的应力导致泄漏。

地址勘察有误、抗震设防不足等，没有采取充分的加强地基及锚固措施，

致使设备框架等产生倾斜、裂纹、塌陷，造成危险化学品泄漏事故。

②设备方面

加工不符合要求，或未经检验擅自采用代用材料；

加工质量差，特别是容器、管道等焊接质量差；

施工和安装精度不高，如管道连接不严密等；

选用的标准定型产品质量不合格；

对安装的设备未进行验收；

设备长期使用未按规定检修期进行检修，或检修质量差造成泄漏；

计测仪表未定期校验，造成计量不准；

阀门、法兰、盲板等损坏泄漏，又未及时更换；

设备附件质量差，或长期使用后材料变质、腐蚀或破裂等。

③管理方面

未制定完善的安全操作规程；不严格执行巡回检查制度；

未严格执行隐患排查治理制度，已发现的问题不及时解决；

指挥错误，甚至违章指挥；

让未经培训的工人上岗，知识不足，错误判断；

安全措施落实不到位，如用阀门代替盲板，冬季水封无保温，有毒、易燃气体泄漏检测报警仪不定期校验，管道未定期检测壁厚，设备管道未做防腐或防腐层损坏等。

设备带病运转。

④人为失误

误操作，违反操作规程；判断错误，如记错阀门位置而开错阀门；

脱岗、睡岗，思想不集中等，不能及时准确地观察、修订定工况参数，参数超限导致泄漏；

素质差，不具备应急处置突发事件的能力，发现异常现象不知如何处理，甚至错误处置。

(2) 具有爆炸性、可燃性、毒性的化学品泄漏的可能性区域

该项目生产装置包括 PSA 装置、缓冲罐、压缩机等。涉及的危险物料氢气、焦炉煤气、解吸气等均具有可燃性、爆炸性；生产设备数量多，设备的密封性要求很严，且存在多种压力容器和压力管道，有发生泄漏的可能性。

装卸工违章操作或脱岗；长管拖车超载、超速行驶，司机急刹车、猛转向、疲劳驾驶，致使车辆事故造成泄漏。长管拖车没有安装紧急切断阀，充装区连接的管道破裂等，也可导致易燃易爆物料泄漏。

该项目工艺装置内设备多为钢制，因腐蚀等原因存在化学品泄漏的可能性，但较多的情况是管道、阀门、管线接口等处的泄漏。

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/T37243-2019 附录 C 给出了同类设备典型泄漏场景泄漏频率值，具体见下表。

表 6.2-1 管道泄漏频率值

管道直径 (mm)	泄漏频率（每米每年）			
	小孔泄漏	中孔泄漏	大孔泄漏	完全破裂
20	3×10^{-5}	-	-	1×10^{-6}
25	2×10^{-5}	-	-	2×10^{-6}
50	1×10^{-5}	-	-	2×10^{-6}
100	3×10^{-6}	2×10^{-6}	-	2×10^{-7}
150	1×10^{-6}	1×10^{-6}	-	3×10^{-7}
200	1×10^{-6}	1×10^{-6}	3×10^{-7}	7×10^{-8}
250	7×10^{-7}	1×10^{-6}	3×10^{-7}	7×10^{-8}
300	3×10^{-7}	1×10^{-7}	1×10^{-7}	7×10^{-8}
400	3×10^{-7}	7×10^{-7}	7×10^{-8}	7×10^{-8}
>400	2×10^{-7}	7×10^{-7}	7×10^{-8}	3×10^{-8}

表 6.2-2 固定的带压容器和储罐泄漏频率值

设备类型	泄漏频率（每年）			
	小孔泄漏	中孔泄漏	大孔泄漏	完全破裂
带压容器	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}

设备类型	泄漏频率（每年）			
	小孔泄漏	中孔泄漏	大孔泄漏	完全破裂
工艺容器-塔器	8×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-5}	6×10^{-6}
工艺容器-过滤器	9×10^{-4}	1×10^{-4}	5×10^{-5}	1×10^{-5}
反应容器	1×10^{-4}	3×10^{-4}	3×10^{-5}	2×10^{-6}

表 6.2-3 泵和压缩机泄漏频率值

设备类型	泄漏频率（每年）			
	小孔泄漏	中孔泄漏	大孔泄漏	完全破裂
单密封离心泵	6×10^{-2}	5×10^{-4}	1×10^{-4}	-
双密封离心泵	6×10^{-3}	5×10^{-4}	1×10^{-4}	-
离心压缩机	-	1×10^{-3}	1×10^{-4}	-
往复式压缩机	-	6×10^{-3}	6×10^{-4}	-

表 6.2-4 换热器泄漏频率值

物料位置	泄漏场景（每年）			
	泄漏场景 1	泄漏场景 2	泄漏场景 3	泄漏场景 4
危险物质在壳程	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
危险物质在管程，壳程设计压力小于危险物质压力	-	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-5}
危险物质在管程，壳程设计压力大于危险物质压力	-	-	-	1×10^{-6}

由上表可知，压缩机、PSA 制氢装置各类塔器、换热器、缓冲罐等及相关管道等设备发生泄漏的可能性较小，泄漏频率分别为 $10^{-2}\sim10^{-8}$ 级，但危险化学品物料泄漏后可能造成火灾、爆炸、中毒和窒息等事故，因此应做好设备检维修工作，防范危险化学品泄漏。

在所有严重设备失效事故中，设备配管占了大约 1/3，高于所有其他单一设备类。而管道泄漏可能性与管道复杂性有关，管道复杂性主要体现在接头、注入点、支管和阀门的数量等方面，管道越复杂，发生泄漏的可能性也越大。

该项目生产装置包括压缩机、PSA 制氢装置各类塔器、换热器、缓冲罐等及相关管道。涉及的危险物料具有可燃性、毒性；生产设备的密封性要求很严，有发生泄漏的可能性。

该项目设备露天布置,夏季高温曝晒,设备内物料膨胀可能会发生泄漏;设备本体设计制造缺陷或人孔密封老化,易发生泄漏;由于基础下沉,进出口刚性连接可能会造成管道断裂引发泄漏。

(3) 采取的安全对策措施

①生产工艺过程全密闭;各类塔器、换热器、压缩机等设备以及各类管道拟配置温度、压力监测报警装置,利用 DCS 控制系统对工艺过程进行监控。温度、压力监测的报警值,根据现场生产工艺要求在 DCS 控制系统中进行设定。

②利用工艺装置设置的联锁保护装置,并引入集控中心 DCS 系统。该项目以 DCS 系统集中监视、控制、操作为主,机旁仪表盘和就地仪表监视、控制、操作为辅,确保整个仪控系统可靠、先进。

6.2.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后造成火灾、爆炸事故的条件

化学性爆炸三要素为具有爆炸性物质、达到爆炸极限范围、激发能源。

只要可燃气体与空气混合的体积百分数达到爆炸极限范围内,遇到激发能源,即可引起爆炸事故。

火灾三要素为可燃物、助燃物、点火源。氢气、焦炉煤气、解吸气等均为易燃物,如果泄漏到环境中,遇到点火源即可引发火灾。

(1) 该项目作业场所可能会存在多种激发能源:

1) 防雷设施不完善或存在缺陷,遇到雷暴恶劣天气遭受雷击产生的雷击火花;

2) 涉及危险物质管道等防静电接地、法兰跨接等设施不完善或存在缺陷,静电积聚放电而产生静电火花;

3) 火灾爆炸危险区域作业人员穿化纤类工作服,与人体摩擦产生静电放电的静电火花;

4) 火灾爆炸危险区域内的电气为非防爆型电气或防爆级别、组别不符

合要求可能产生电气火花；

5) 火灾爆炸危险区域内用电设备绝缘损坏、短路等引发击穿放电、电弧；线路过载产生高温或使用电热设备产生高温表面，当温度超过易燃物料自燃点时引发火灾；

6) 检修过程未使用防爆工具，金属器件撞击，操作工穿带铁钉鞋，所产生的金属撞击火花；

7) 吸烟、违规检修动火等产生的各类明火；

8) 火灾、爆炸危险区域与明火场所或散发火花地点安全距离不足。

(2) 需要的时间

氢气、焦炉煤气、解吸气等与空气能形成爆炸性物质。当其达到爆炸极限时，遇明火瞬间就会发生爆炸，其达到爆炸极限的时间长短与泄漏孔的孔径大小，内压、风速大小有关。

假设主装置区预干燥器内氢气发生泄漏，泄漏的气体假设在以泄漏点为球心、体积为 1000m³半球形空间内挥发并积聚，在此空间内混合气体（以氢气计）达到爆炸下限（以氢气爆炸下限 4%计）时，此空间内氢气的体积为 40m³。

依据伯努利原理，将预干燥器中的氢气泄漏过程假设为理想正压流体在有势体积力作用下作定常运动，运动方程（即欧拉方程）沿流线积分而得到的表达运动流体机械能守恒的方程，即

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

其中，P 为流体中某点的压强，单位为 Pa；

V 为流体在该点的流速，单位为 m/s；

ρ 为流体密度，单位为 m³/s，预干燥器内；

g 为重力加速度，单位为 m/s²，取 9.8m/s²；

h 为该点所在高度，单位为 m，假设泄漏点高度在 3.5m。