

迁安市九江煤炭储运有限公司
焦炉煤气制氢项目
安全条件评价报告

建设单位：迁安市九江煤炭储运有限公司

建设单位法定代表人：缪汝学

建设项目单位：迁安市九江煤炭储运有限公司

建设项目单位主要负责人：缪汝学

建设项目单位联系人：李伟保

建设项目单位联系电话：18732506989

(建设单位公章)

2024 年 10 月

迁安市九江煤炭储运有限公司

焦炉煤气制氢项目

安全条件评价报告

评价机构名称：河北秦安安全科技股份有限公司

资质证书编号：APJ-（冀）-001

法定代表人：陈彦中

审核定稿人：董喜梅

项目负责人：张志强

评价单位联系电话：0335-3690808

（安全评价机构公章）

2024 年 10 月

前言

氢能是一种来源丰富、绿色低碳的清洁能源，氢能的商业化利用对助推实现我国“2030 碳达峰、2060 碳中和”目标具有重要价值。抓好“碳达峰”、“碳中和”主题，培育新的增长动能，加速氢燃料电池汽车产业发展，加快氢燃料电池汽车试点示范和推广应用，推动唐山市的氢能产业做大做强，致力于成为清洁能源行业的引领者，是唐山市在新一轮的城市博弈中抢抓先机的一个重要方向。

为应对气候变化、践行中国绿色发展理念、打赢蓝天保卫战，从中央到河北省再到唐山市，相继出台了《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》、《京津冀能源协同发展规划(2016-2025年)》、《河北省推进氢能产业发展实施意见》、《河北省氢能产业链集群化发展三年行动计划》、《河北省氢能产业发展“十四五”规划》、《唐山市关于实施创新驱动发展战略加快新兴产业发展的实意见》、《唐山市新能源产业发展规划(2021-2025年)》等重要文件，以构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。为加快落实党中央、国务院以及河北省的决策部署，产业转型升级，在深入调研国内外氢能产业发展趋势和唐山市氢能产业发展现状的基础上，唐山市人民政府于2021年11月2日发布《唐山市氢能产业发展规划（2021-2025）》，明确了产业链发展、示范应用、载体平台建设、节能减排四方面的发展目标；规划了“一轴，一港、三大平台、多点支撑”的总体布局；提出将大力发展可再生能源制氢，到2025年，可再生能源制氢厂达到4个以上，建成加氢站30座以上，氢燃料电池汽车运营数量达到3000辆以上，其中氢能重卡不少于2000辆；推进重卡“柴改氢”，减少柴油使用量11.3万吨/年，实现碳减排约20万吨/年（仅考虑用绿氢供应部分），以重卡引领，促进交通领域快速脱碳，成为在京津冀区域仅次于北京市的第二大氢燃料电池汽车示范区域。同时，唐山市利用京津冀氢能产业协同发展机遇，立足自身“港口、区位、资源、产业”四大优势，深挖可再生能源制氢潜力，加快新旧动能转换培育氢能产

业，打造全国重要“绿氢”基地，培育具有唐山特色的氢能产业体系，促进唐山市“十四五”时期能源结构清洁低碳绿色转型。

建设单位基础条件完善、运营管理成熟、市场竞争力强，利用焦炉系统副产焦炉煤气资源开发氢能项目的契机，借鉴先进的产业园制氢模式，在工业园区内打造“制氢、加氢、运氢”一体化示范工程，建设氢能产业发展基地，符合氢能产业发展需要，极具发展潜力。该项目的实施能够帮助打造全产业链氢能生态圈，促使建设单位成为唐山市的先进清洁能源示范企业，快速进入唐山及京津冀地区氢能产业市场，大力推动在氢能研发、示范和利用等方面的发展，为今后氢能利用提供配套氢源、运营数据和经验，提升企业氢能领域内的竞争力。同时，唐山市是京津冀氢燃料电池汽车示范城市群的成员城市，氢气既能为建设单位内部物流车辆的氢燃料电池车自用，也能为市场供应燃料电池氢气，助推唐山市绿色发展，助力京津冀的氢能产业，构建低碳社会。

迁安市九江煤炭储运有限公司（以下简称“该公司”）成立于 2005 年 2 月 28 日，位于河北省迁安市上射雁庄镇平青大公路西侧，注册资本 30 亿元，公司类型为有限责任公司，法定代表人缪汝学，公司经营范围：一般项目：煤炭及制品销售；金属矿石销售；非金属矿及制品销售；建筑材料销售；金属材料销售；机械设备销售；石灰和石膏销售；有色金属合金销售；高性能有色金属及合金材料销售；针纺织品销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）；橡胶制品销售；润滑油销售；电子产品销售；再生资源销售；五金产品批发；五金产品零售；服装服饰批发；服装服饰零售；货物进出口；生产性废旧金属回收；道路货物运输站经营；普通货物仓储服务（不含危险化学品等需许可审批的项目）；装卸搬运；小微型客车租赁经营服务；建筑工程机械与设备租赁；炼焦；有色金属合金制造；汽车零部件及配件制造；热力生产和供应；谷物种植；豆类种植；油料种植；薯类种植；水果种植；蔬菜种植；食用菌种植；园艺产品种植；树木种植经营；食用农产品批发；食

用农产品零售。（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）许可项目：危险化学品生产；公共铁路运输；道路货物运输（不含危险货物）；牲畜饲养；家禽饲养；水产养殖。（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）。

该公司 420 万 t/a 焦化项目（一期）拥有 4 座 HXDK55-08F 型焦炉，420 万 t/a 焦化项目（二期）拥有 4 座 JNDK55-08F 型焦炉，110 万 t/a 焦化项目拥有 1 座 HXDK55-08F 焦炉、2 座 JNDK55-08F 型焦炉，配套 6 座干熄焦，3 套煤气净化设备，4 套污水处理系统，2 套备煤供应系统，1 套脱硫废液及低品质硫磺制酸装置。发电车间拥有 4 台锅炉、6 台发电机，总年产发电量为 830123540kW·h。液化气车间拥有 100000m³ 焦炉煤气气柜 1 台和 5000m³LNG 储罐 2 台，天然气生产能力为 3.27 亿 Nm³/a。

该公司具有年产 530 万吨焦炭生产能力及配套的煤焦油精制、脱硫废液制酸和煤气综合利用的能力。

2024 年 7 月 15 日，迁安市九江煤炭储运有限公司在河北迁安经济开发区管理委员会（迁安高新技术产业开发区管理委员会）对其“焦炉煤气制氢项目”进行了备案，备案编号：迁经开行审投资西备字〔2024〕42 号。主要建设内容及规模：项目占地面积约 32 亩，总建筑面积 4493.86 平方米，主要建设厂房等相关配套附属设施；购置安装压缩机、冷却器、加热器、分离器、脱萘器、脱硫器、干燥器、过滤器、净化系统、充装柜、缓冲罐、混合罐等配套设备。项目建成达产后，氢气产能为 12000Nm³/h，即 9600 万 Nm³/年。

迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目位于河北省迁安市上射雁庄镇平青大公路西侧迁安市九江煤炭储运有限公司现有厂区内。

河北秦安安全科技股份有限公司受迁安市九江煤炭储运有限公司的委托，承担了迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目的安全条件评价

工作。

受委托后，我公司成立了安全评价小组，对该项目进行了前期现场勘查和有关资料的收集、分析工作。在此基础上，依据《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》（安监总危化[2007]255号）等国家有关法律法规和规章、标准及项目工程资料，编制完成本报告。该报告经审查批准后，将为该项目下一阶段的安全设施设计、施工、管理提供依据。

评价组经过现场勘察，并结合该项目实际情况，运用安全检查表、预先危险性分析法及危险度评价法进行了定性、定量评价，报告中对该项目可能存在的危险有害因素的种类和程度进行了分析和预测，并针对这些危险、有害因素提出了安全对策措施及建议。

我公司结合该企业建设项目的实际情况，坚持科学、公正、合法、自主的原则，对该项目进行安全条件评价，并编写了《迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目安全条件评价报告》。

在编写本报告的过程中，我公司评价组得到了迁安市九江煤炭储运有限公司领导、安全管理人员及技术人员的大力支持与配合，在此表示衷心的感谢！

目录

1 安全评价工作经过	1
1.1 安全评价的目的	1
1.2 安全评价对象和范围	1
1.3 安全评价工作前期准备和工作经过	4
1.4 安全评价工作程序	4
2 建设项目概述	7
2.1 建设项目背景	7
2.2 建设项目简介	9
2.3 建设项目所在地自然条件	14
2.4 建设项目采用的主要技术情况	18
2.5 建设项目主要技术工艺流程概述	24
2.6 建设项目主要原辅材料、产品的储存、消耗情况	28
2.7 建设项目上下游生产工艺的关系	30
2.8 总平面布置及建（构）筑物情况	31
2.9 建设项目道路、运输及物流、人流情况	33
2.10 建设项目主要设备	34
2.11 建设项目主要公辅设施	37
2.12 防雷、防静电接地	44
2.13 自动化控制	45
2.14 可燃（有毒）气体泄漏检测报警	49
3 危险、有害因素的辨识结果及依据说明	50
3.1 危险、有害因素辨识的依据	50
3.2 主要物质的危险、有害特性	51
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	52
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	52

3.5 重大危险源辨识结果	52
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	53
4 评价单元的划分结果及理由说明	55
4.1 评价单元的划分原则	55
4.2 评价单元划分结果	55
4.3 评价单元划分结果的理由说明	56
5 采用的安全评价方法及理由说明	58
5.1 安全评价方法的选择	58
5.2 采用的安全评价方法理由说明	58
6 定性、定量分析危险、有害程度的结果	60
6.1 建设项目固有危险程度的分析结果	60
6.2 建设项目风险程度分析结果	65
6.3 各评价单元评价结果分析	77
6.4 典型事故案例分析	79
7 建设项目安全条件分析	92
7.1 建设项目的具体情况	92
7.2 建设项目的安全条件分析	93
8 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性分析	99
8.1 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	99
8.2 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	100
8.3 拟为生产或储存过程配套和辅助工程能否满足安全生产的需要 ...	101
9 “两重点一重大” 及其安全可靠性分析	105
9.1 重点监管的危险化工工艺安全评价	105

9.2 重点监管的危险化学品安全评价	105
9.3 重大危险源的安全评价	108
10 外部安全防护距离分析	109
10.1 外部安全防护距离计算依据	109
10.2 计算方法的确定	109
10.3 个人风险和社会风险容许标准	109
10.4 个人风险和社会风险分析	111
10.5 计算过程	112
10.6 计算结果	118
11 安全对策与建议	120
12 安全评价结论	133
12.1 主要危险、有害因素评价结果	133
12.2 建设项目应重点防范的重大危险、有害因素	133
12.3 需要重视的重要安全对策措施	134
12.4 危险、有害因素控制及受控程度	134
12.5 从安全生产角度的符合性评价结论	135
13 与建设单位交换意见的结果	137
附件 1 安全评价依据	138
1.1 法律、法规	138
1.2 部门规章及规范性文件	139
1.3 标准、规范	142
1.4 其它相关的文件、资料	146
附件 2 选用的评价方法简介	147
附件 3 危险、有害因素分析过程	151
3.1 自然条件危险、有害因素分析	151
3.2 主要物料及其危险特性	152

3.3 项目选址的危险有害因素分析	156
3.4 总平面布置及建（构）筑物的危险性辨识	157
3.5 生产过程的危险、有害因素辨识	158
3.6 作业环境的危险、有害因素辨识	169
3.7 建设项目重大危险源辨识与分级	169
附件 4 定性、定量分析过程	174
4.1 外部安全条件评价单元	174
4.2 总平面布置及建（构）筑物单元	175
4.3 生产工艺及设备单元	178
4.4 公辅设施单元	191
4.5 重大隐患判定单元	203
4.6 安全生产管理单元	205
附件 5 对可能发生的危险化学品事故后果的预测过程	214
附件 6 附件	230

1 安全评价工作经过

1.1 安全评价的目的

建设项目安全条件评价目的是贯彻“以人为本，坚持安全发展，坚持安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针和落实《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（安监总局令第45号、79号令修正）、《河北省危险化学品建设项目安全监督管理细则》（冀安监管三〔2012〕146号）、《河北省人民政府办公厅关于印发河北省氢能产业安全管理办法（试行）的通知》（冀政办字〔2023〕85号）的精神，为迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目的安全设施设计提供科学依据，以利于提高建设项目本质安全程度。

建设项目安全条件评价的主要内容为：

- （1）评价建设项目的选址、总图布置、生产工艺、辅助设施等与相关法律、法规、规章、标准、规范的符合性；
- （2）辨识与分析建设项目的危险、有害因素，并通过定性、定量评价，预测发生事故的可能性及其严重程度；
- （3）提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，为下阶段的安全设施设计提供依据，确保建设项目的本质安全。

1.2 安全评价对象和范围

迁安市九江煤炭储运有限公司根据企业发展规划及市场需求决定投资14933万元，在厂区内预留用地进行焦炉煤气制氢项目的建设。

2024年7月15日，迁安市九江煤炭储运有限公司在河北迁安经济开发区管理委员会（迁安高新技术产业开发区管理委员会）对其“焦炉煤气制氢项目”进行了备案，备案编号：迁经开行审投资西备字〔2024〕42号。主要建设内容及规模：项目占地面积约32亩，总建筑面积4493.86平方米，主

要建设厂房等相关配套附属设施；购置安装压缩机、冷却器、加热器、分离器、脱萘器、脱硫器、干燥器、过滤器、净化系统、充装柜、缓冲罐、混合罐等配套设备。

项目建成达产后，氢气产能为 $12000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，即 $9600\text{万 Nm}^3/\text{年}$ 。

本次安全评价的对象为迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目，评价范围包括外部安全条件、总平面布置及建（构）筑物、生产工艺及设备、安全防护设施、公用工程和辅助设施以及安全管理方面的内容，以及生产过程中所涉及物质的危险、有害因素的辨识、分析和评价。

本评价报告将针对该项目存在的危险、有害因素以及危险、危害程度，提出可行的安全对策措施及建议。

该公司其它生产经营活动及厂外运输等不在本次评价范围之内。

与原有装置等衔接部分的评价范围节点划分具体情况如下：

表 1-1 评价范围一览表

序号	名称	安全评价范围	依托情况	评价内容
1	选址	该项目位于迁安市九江煤炭储运有限公司现有液化气厂区内	-	项目选址符合性
2	总平面布置	该项目利用厂区预留地进行建设，由西向东依次布置充装柜区、制氢主装置区、焦炉煤气压缩厂房，空压制氮站建于 LNG 厂区原空压制氮站北侧，变配电间、机柜间、循环水站由西向东依次布置在原翻车机大棚西侧。	-	项目总平面布置与法律法规、标准的符合性
3	建（构）筑物	新增建（构）筑物主要为变配电室、机柜间、循环水站、空压制氮站、焦炉煤气压缩厂房、氢气压缩厂房等。	依托公司 LNG 车间集中控制室、化验室等	项目建构筑物的符合性，依托部分仅分析其匹配性
4	生产工艺、设备	购置安装压缩机、冷却器、加热器、分离器、脱萘器、脱硫器、干燥器、过滤器、净化系统、充装柜、缓冲罐、混合罐等配套设备。	依托厂区焦炉煤气供气管网	项目生产工艺及设备的符合性，依托部分仅分析其匹配性
7	公辅设施	主工艺装置、机柜间及循环水站等的电气系统范围由干熄焦两台主变压器接线起及该项目变配电室及之后的电气线路部分；空压制氮机部分电气系统范围由液化气车间 LNG 变电所接线起及之后的电气线路部	新建空压制氮机依托液化气车间 LNG 变电所供电	项目供电系统的符合性，空压制氮机依托液化气车间 LNG 变电所电气部分分析其匹配性

序号	名称	安全评价范围	依托情况	评价内容
		分		
	给排水	建设单位现有管网开口就近接管，切断阀及之后送至新建循环水站部分，排水评价范围为排水管道接至北侧原管廊污水管网接点之前的部分	依托东孟庄补水 DN400 分支管道	项目给排水系统的符合性，依托部分仅分析其匹配性
	消防	装置区内消防支管的敷设及室外消火栓系统	依托原有消防主管网、消防泵房	项目消防系统的符合性，依托部分仅分析其匹配性
	供暖	焦炉煤气压缩厂房采暖热水供水管路及散热器	依托焦化厂区采暖水	项目供暖的符合性，依托部分仅分析其匹配性
	蒸汽供应	新建管路输送至换热器加热以及仪表伴热、吹扫使用的蒸汽，其中低压蒸汽管线评价范围为在原装置外管 D23~D24 间接口及之后的部分；中压蒸汽管线评价范围为在原液化装置外管 D23~D24 间接口及之后的部分	依托厂区原有蒸汽管网	项目蒸汽供应系统的符合性，依托部分仅分析其匹配性
	通风	项目新建装置、建构筑物的通风系统内容	-	项目新建装置、建构筑物的通风系统的符合性
	供气	①新建空压制氮机及之后的管路部分； ②原料焦炉煤气管道自提氢主装置区东侧现有通往 LNG 煤气主管网管廊 D26 至 D27 处接口及其之后的 DN1000 焦炉煤气管道部分； ③解吸气外送管网评价范围为解吸气鼓风机增压且经鼓风机后冷器冷却后经外管输送至原送焦化燃气管线，管道交接点（位于装置北侧外管管廊 D23 至 D24 之间）之前的部分； ④放空气总管评价范围为火炬系统接点及之前的沿原装置管廊输送的部分	-	项目新建空压制氮系统、原料气、解吸气、放空气管网设置的符合性
7	自动控制	新增 DCS、GDS、火灾自动报警系统等控制系统	信号接至原有 LNG 中控室	项目新增 DCS、GDS、火灾自动报警系统等控制系统的符合性，依托部分仅分析其匹配性
	安全管理	拟新增定员 19 人，安全管理机构依托公司原有	对现有三项制度、应急管理情况进行符合性评价	项目安全管理方面的符合性，依托部分仅分析其匹配性

1.3 安全评价工作前期准备和工作经过

河北秦安安全科技股份有限公司按照公司制定的《安全评价过程控制体系文件》的要求对该项目进行了风险分析后，与迁安市九江煤炭储运有限公司签订了《迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目安全评价合同》。河北秦安安全科技股份有限公司选定各行业领域的评价人员组建了评价项目组，于 2024 年 8 月 27 日赴现场对项目选址及周边情况进行考察，收集了项目的可行性研究报告及相关工程资料；建设单位技术人员也多次与评价组人员共同讨论研究项目情况。评价过程中评价组成员认真分析整理企业提供以及现场收集的相关材料，针对项目收集适用的法律、法规、技术标准以及相关的技术资料，根据被评价项目工程、系统的具体情况，辨识和分析项目存在的危险、有害因素及重大危险源等。在危险、有害因素辨识的基础上，根据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（国家安监总局危化[2007]255 号）的相关要求和项目工艺、设备、设施情况，确定安全评价单元，采用安全检查表法、预先危险性分析法及危险度评价法进行定性、定量评价，依据 GB36894、GB/T37243 对外部安全防护距离进行确定，对导致事故发生的可能性和严重程度进行评价，并提出有针对性的安全对策措施。

本评价报告编制过程中，评价项目组就迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目安全评价过程中有关情况多次与建设单位相关人员交换意见；评价项目组将《迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目安全条件评价报告》初稿电子版发至建设单位，与建设单位达成了一致意见后，河北秦安安全科技股份有限公司编制完成了《迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目安全条件评价报告》。

1.4 安全评价工作程序

根据国家安全生产监督管理总局发布的《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）规定，建设项目的安全条件评

价工作程序包括以下内容：

(1) 前期准备

①确定安全评价对象和范围

②收集整理评价所需资料

(2) 安全评价

①辨识危险、有害因素

②划分评价单元

③确定安全评价方法

④定性、定量分析危险、有害程度

⑤分析安全条件

⑥分析主要技术、工艺或者方式和装置、设备、设施及其安全可靠性

⑦提出安全对策与建议

⑧整理、归纳安全评价结论

(3) 与建设单位交换意见

(4) 编制安全条件评价报告

安全评价程序框图见图 1-1：

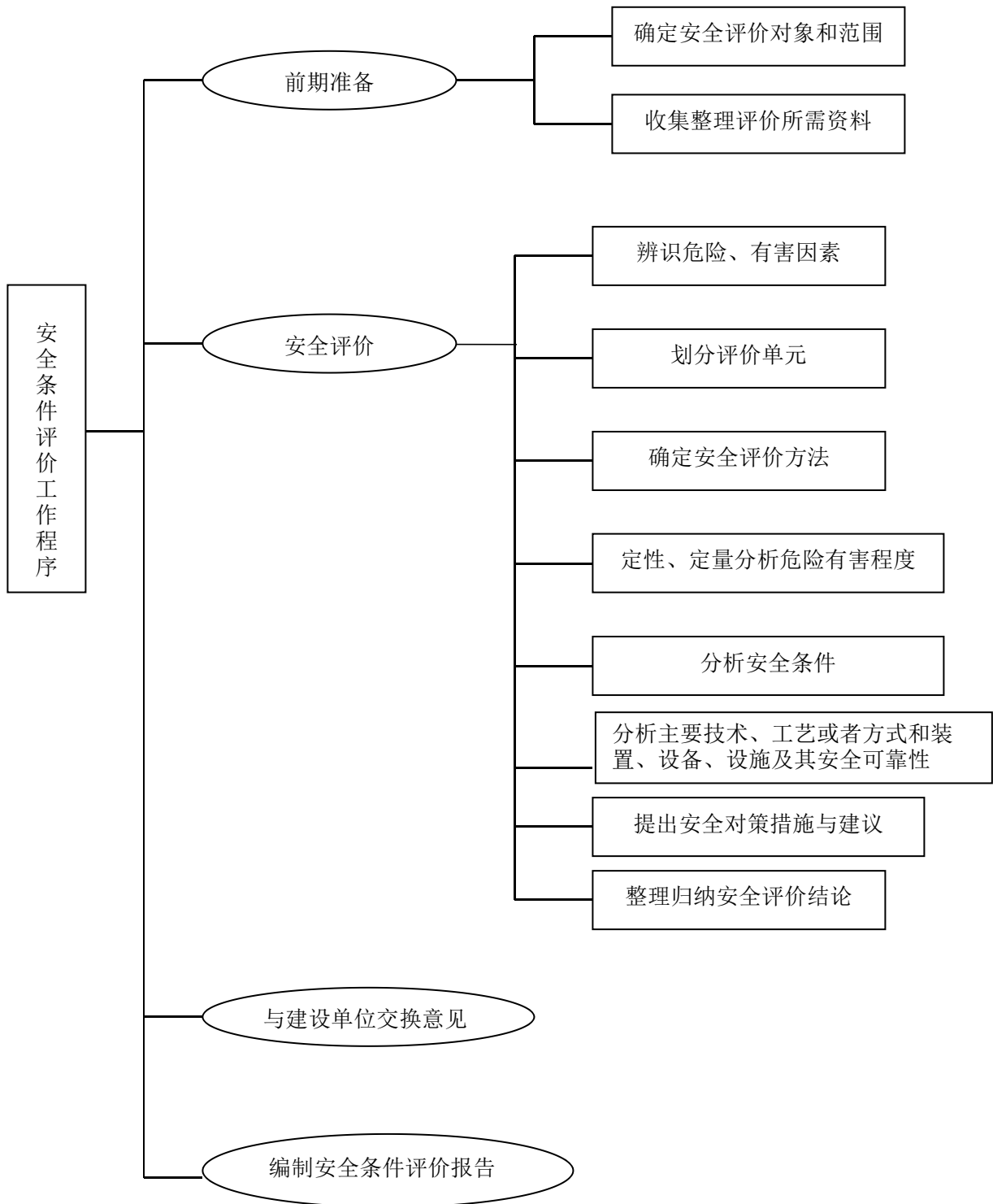


图 1-1 安全评价程序框图

2 建设项目概述

2.1 建设项目背景

迁安市九江煤炭储运有限公司为充分利用完善的基础条件、成熟的运营管理、强大的市场竞争力，利用焦炉系统副产焦炉煤气资源开发氢能项目的契机，借鉴先进的产业园制氢模式，在工业园区内打造“制氢、加氢、运氢”一体化示范工程，建设氢能产业发展基地，符合氢能产业发展需要，极具发展潜力。该项目的实施能够帮助打造全产业链氢能生态圈，促使建设单位成为唐山市的先进清洁能源示范企业，快速进入唐山及京津冀地区氢能产业市场，大力推动在氢能研发、示范和利用等方面的发展，为今后氢能利用提供配套氢源、运营数据和经验，提升企业氢能领域内的竞争力。同时，唐山市是京津冀氢燃料电池汽车示范城市群的成员城市，氢气既能为建设单位内部物流车辆的氢燃料电池车自用，也能为市场供应燃料电池氢气，助推唐山市绿色发展，助力京津冀的氢能产业，构建低碳社会。

迁安市九江煤炭储运有限公司成立于 2005 年 2 月 28 日，位于河北省迁安市上射雁庄镇平青大公路西侧，注册资本 30 亿元，公司类型为有限责任公司，法定代表人缪汝学，公司经营范围：一般项目：煤炭及制品销售；金属矿石销售；非金属矿及制品销售；建筑材料销售；金属材料销售；机械设备销售；石灰和石膏销售；有色金属合金销售；高性能有色金属及合金材料销售；针纺织品销售；化工产品销售（不含许可类化工产品）；橡胶制品销售；润滑油销售；电子产品销售；再生资源销售；五金产品批发；五金产品零售；服装服饰批发；服装服饰零售；货物进出口；生产性废旧金属回收；道路货物运输站经营；普通货物仓储服务（不含危险化学品等需许可审批的项目）；装卸搬运；小微型客车租赁经营服务；建筑工程机械与设备租赁；炼焦；有色金属合金制造；汽车零部件及配件制造；热力生产和供应；谷物种植；豆类种植；油料种植；薯类种植；水果种植；蔬菜种植；食用菌种植；

园艺产品种植；树木种植经营；食用农产品批发；食用农产品零售。（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）许可项目：危险化学品生产；公共铁路运输；道路货物运输（不含危险货物）；牲畜饲养；家禽饲养；水产养殖。（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）。

该公司 420 万 t/a 焦化项目（一期）拥有 4 座 HXDK55-08F 型焦炉，420 万 t/a 焦化项目（二期）拥有 4 座 JNDK55-08F 型焦炉，110 万 t/a 焦化项目拥有 1 座 HXDK55-08F 焦炉、2 座 JNDK55-08F 型焦炉，配套 6 座干熄焦，3 套煤气净化设备，4 套污水处理系统，2 套备煤供应系统，1 套脱硫废液及低品质硫磺制酸装置。发电车间拥有 4 台锅炉、6 台发电机，总年产发电量为 830123540kWh。液化气车间拥有 100000m³ 焦炉煤气气柜 1 台和 5000m³LNG 储罐 2 台，天然气生产能力为 3.27 亿 Nm³/a。

该公司具有年产 530 万吨焦炭生产能力，及相应配套的煤焦油精制、脱硫废液制酸和煤气综合利用的能力。

该公司已于 2023 年 4 月 13 日换发了河北省应急管理厅核发的安全生产许可证，证书编号：（冀）WH 安许证字[2023]020213，有效期 2022 年 6 月 23 日至 2025 年 6 月 22 日。许可范围：焦炉煤气：2505000000m³/a、粗苯：66422t/a、煤焦油：201106t/a、硫磺：3020t/a、天然气：32700 万 Nm³/a、燃料气（主要成分：氢气 66.3%，氮气 22.3%，甲烷 11.4%）：5346.08 万 Nm³/a、硫酸（98%）：7.102 万 t/a***。

该公司施行总经理负责制，下设生产技术处、综合管理处、安监处、环保处、设备处、监察处、质计处、财务处、供应处、销售处、保卫处、焦煤处等职能部门，另设原料车间、炼焦一车间、炼焦二车间、炼焦三车间、炼焦四车间、化产车间、液化气车间、水处理车间、维检中心、发电车间等生产车间，企业现有职工 2300 人，设有专职安全管理机构-安监处，配备了 53 名专职安全管理人员，其中 9 名为注册安全工程师，注册安全工程师占专职

安全管理人员的比例为 16.9%。公司主要负责人、安全总监、安全生产管理人员均经安全生产监督管理部门培训和考核，取得安全管理知识和能力合格证书。主要负责人和专职安全生产管理人员具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级以上职称或化工类注册安全工程师资格。从业人员经企业内部进行安全生产教育和培训，经考试合格后上岗；各类特种作业人员经相关部门组织的专门的安全作业培训考核，取得上岗资格。

2024 年 7 月 15 日，迁安市九江煤炭储运有限公司在河北迁安经济开发区管理委员会（迁安高新技术产业开发区管理委员会）对其“焦炉煤气制氢项目”进行了备案，备案编号：迁经开行审投资西备字〔2024〕42 号。

2.2 建设项目简介

2.2.1 项目名称

焦炉煤气制氢项目

2.2.2 建设单位

迁安市九江煤炭储运有限公司

2.2.3 建设项目类型

新建危险化学品生产项目

2.2.4 选址符合性

2022 年 1 月 14 日，唐山市人民政府办公室公布了《关于公布我市化工重点监控点企业名单的通知》，将认定通过的化工重点监控点企业名单进行了公布，其中包含“迁安市九江煤炭储运有限公司”。依据《河北省化工重点监控点认定办法》第四条“被认定为重点监控点的企业，在项目审批、建设和管理方面参照化工园区内企业执行。支持企业按照化工项目建设管理有关规定，依法依规在厂区内或紧邻厂区新建、改建、扩建现有装备产品和产业链上下游项目。”该项目建设地点位于迁安市九江煤炭储运有限公司厂区内预留用地，项目建设符合国家产业政策以及河北省、唐山市规划和布局。

迁安市九江煤炭储运有限公司焦炉煤气制氢项目位于该公司 LNG 储罐南侧预留地内，建设项目工程地质结构良好；2024 年 7 月 15 日该项目在河北迁安经济开发区管理委员会规划建设局取得了该项目的规划意见，项目选址符合规划。

2.2.5 建设地点

建设项目位于河北省迁安市上射雁庄镇平青大公路西侧迁安市九江煤炭储运有限公司厂内，中心地理位置坐标为东经 118°44′7.93″，北纬 40°6′55.71″。

2.2.6 建设项目周边情况

迁安市九江煤炭储运有限公司位于迁安市上射雁庄镇平青大公路西侧，该项目位于迁安市九江煤炭储运有限公司液化气车间东南侧（LNG 储槽南侧）预留发展用地，项目主装置界区范围东侧距平青大公路 2990m，东北侧距平林镇村 407m，西北侧距芝草坞村 1210m，西南侧距孙家店村 1480m，东南侧距下射雁村 1780m，南距大秦铁路 50m，距彭家洼村 1280m，东侧距刘新庄村 1820m，北侧距马兰公路为 164m。

表 2.2-1 项目边界与大周边情况表

项目建筑设施	方位	周边村庄/设施	标准要求间距 (m)	拟设间距 (m)	标准依据	符合性
焦炉煤气提氢 主装置区	东	刘新庄村	100	1820	《石油化工企业 设计防火标准 (2018 年版) 表 4.1.9	符合
	东北	平林镇村	100	407		符合
	北	马兰公路	20	164		符合
	西北	芝草坞村	100	1210		符合
	西南	孙家店村	100	1480		符合
	东南	下射雁村	100	1780		符合
	南	彭家洼村	100	1280		符合
	南	大秦铁路	35	50		符合

该项目制氢主装置区拟建于液化气车间东南侧（LNG 储槽南侧）预留区域，项目北侧为 2 台 LNG 储罐区，东北侧为富氢尾气提氢（PSA）装置区，

东侧为公司料场大棚，南侧为矿粉皮带通廊及大秦铁路，西侧为经二路（公司内道路），再向西为 LNG 装置区脱盐车站、事故水池及水泵房，西北侧为深冷液化装置区；变配电室、循环水站、机柜间区域西侧为料场大棚，南侧为厂内道路，北侧为矿粉皮带通廊，东侧为翻车机大棚；新建空压制氮装置南侧毗邻原 LNG 空压制氮站，东侧为 LNG 车间厂内道路，北侧为机修及库房，西侧为消防水站。该项目设施小周边情况详见下表：

表 2.2-2 项目周边环境情况表

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)	符合性
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	符合
	南	矿粉皮带通廊 (戊类) 皮带通廊	-		17.62	符合
焦炉煤气压缩机厂房 (甲类)	南	厂界围墙	25		27.28	符合
	北	富氢尾气提氢装置区 (甲类)	30		31.15	符合
	西	焦炉煤气管道 (去往 LNG 厂区, DN2000)	5	《工业企业煤气安全规程》GB6222-2005 第 6.2.1.5 条	6.53	符合
	东	料场 (铁矿粉) 大棚 (戊类)	12	《建筑设计防火规范 (2018 年版)》 GB50016-2014 表 3.4.1	24.57	符合
	南	矿粉皮带通廊 (戊类)	-	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.2.12	6.82	符合
	南	矿粉皮带转运站 (戊类)	-	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.1.9	20.51	符合
充装柜及充装车位 (甲类)	西	经二路 (区域外道路)	20	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.1.9	22.16	符合
	西	LNG 装置区污水处理站	25	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.2.12	60	符合
	东北	富氢尾气提氢装置区 (甲类)	30	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.2.12 注 5	62.87	符合
制氢主装置区 (甲类)	北	LNG 储罐 (固定顶带氮封 5000m ³ *2)	30	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.2.12 注 5	78.14	符合
预处理装置 (甲类)	南	矿粉皮带通廊 (戊类)	-	《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》 GB50160-2008 表 4.2.12	14.44	符合
循环水站 (风冷, 戊类)	北	矿粉皮带通廊 (戊类)	12	《氢气站设计规范》 GB50177-2005	14.69	符合

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)	符合性
				表 3.0.2		
	东	翻车机大棚 (戊类)	10	《建筑设计防火规范 (2018 年版)》 GB50016-2014 表 3.4.1	26.81	符合
变配电室 (丁类)	西	料场 (铁矿粉) 大棚 (戊类)	10		86	符合
	南	厂内道路	-		6.83	符合
空压制氮区域	东	厂内道路	-	-	12.97	符合
	北	机修及库房	-	-	11.9	符合
	西	消防水站	-	-	31.14	符合
	南	原空压制氮站	-	-	毗邻	符合
机柜间	北	矿粉皮带通廊 (戊类)	-	-	4.12	符合
	南	厂内道路	-	-	8.13	符合

2.2.7 建设项目的占地面积

该项目占地面积约 32 亩，总建筑面积 4493.86 平方米。

2.2.8 建设项目生产规模

该项目为焦炉煤气制氢项目，项目建成达产后，氢气产能为 12000Nm³/h，即 9600 万 Nm³/年。

2.2.9 建设内容

该项目主要建设内容：项目主要建设厂房等相关配套附属设施；购置安装压缩机、冷却器、加热器、分离器、脱萘器、脱硫器、干燥器、过滤器、净化系统、充装柜、缓冲罐、混合罐等配套设备。

2.2.10 项目总投资

项目总投资 14933 万元，其中项目资本金 5973.20 万元，项目资本金占项目总投资的比例为 40%。

2.2.11 劳动定员及工作制度

该项目不改变企业原有的组织机构和管理体制，项目拟设置生产管理人员和技术人员，负责项目的日常生产管理及生产岗位的操作。

管理人员拟采取白班一班制，具体工作是负责车间内行政管理、生产调度、安全、环保、质量检验、材料统计等。根据建设单位目前实行的三班倒

班制，该项目生产人员暂按相同运转编制，装置年操作时间 8000h 考虑。

该项目拟新增劳动定员 19 人，其中管理人员按新增定员 1 人考虑。主装置区和压缩、充装等外操定员按 18 人考虑。装置管理人员和技术人员拟招聘具有本科以上化工专业学历并有三年以上化工生产及管理经验，生产人员具有中专以上学历并有三年以上化工厂生产岗位工作经历。

2.2.12 产业政策符合性情况

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》、《河北省新增限制和淘汰产业目录（2015 年版）》的要求，该项目不属于限制类或淘汰类。依据《河北省人民政府办公厅关于印发河北省氢能产业安全管理办法（试行）的通知》（冀政办字[2023]85 号）《河北省氢能产业发展实施意见》《河北省氢能产业发展“十四五”规划》《唐山市氢能产业发展规划（2021-2025）》《唐山市人民政府办公室关于印发唐山市氢能产业发展实施方案的通知》（唐政办字〔2022〕86 号）要求：“结合京津冀区域氢燃料电池汽车发展情况，建立工业副产氢为主、可再生能源制氢为辅的多元化制氢产业体系。2023 年前，以迁安市、滦州市为制氢核心，融合古冶区、曹妃甸区、海港开发区、丰南区，辐射丰润区、迁西县，依托唐山市中溶科技、九江焦化、美锦焦化等化工企业，开展工业副产氢提纯，将焦化企业焦炉煤气高效利用与制氢结合起来，加快扩大氢气产能，促进转型升级、提质增效，满足全市氢燃料电池汽车发展初期的氢气需求。推进低成本、规模化制氢，逐步降低制氢成本。”

该项目已在河北迁安经济开发区管理委员会（迁安高新技术产业开发区管理委员会）备案，备案编号：迁经开行审投资西备字〔2024〕42 号，符合产业政策要求。根据《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）、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）、《淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）》（安监总科技

〔2015〕75号）、《淘汰落后安全技术工艺、设备目录(2016年)》（安监总科技〔2016〕137号），该项目不存在淘汰落后危险化学品安全生产工艺、设备。

综上所述，该项目是基于国家新能源行业发展规划而提出的，符合国家、地方以及相关各部门对氢能源行业配套扶持的产业政策。项目的建设有利于企业的转型升级，带动企业发展水平全面提升，符合企业的发展规划，前景十分广阔。

2.3 建设项目所在地自然条件

2.3.1 地质条件

迁安市位于河北省东北部，燕山南麓，滦河岸边。东经 $118^{\circ} 26'$ 至 $118^{\circ} 55'$ ，北纬 $39^{\circ} 51'$ 至 $40^{\circ} 15'$ 之间。东西跨度 39 公里，南北纵距 45 公里。属暖温带、半湿润季风性气候。全年平均气温 11.5°C 。全年降水量 711.9 毫米。

迁安市地处燕山余脉南部，有低山、丘陵、平原三种地貌类型。其中低山面积 283.73 平方公里，主要分布在北部长城沿线和西部地区，占全市总面积的 23.1%；丘陵面积 410.24 平方公里，主要分布在北部、西部低山与平原之间及东南一带，占全市总面积的 33.4%；平原面积为 535.03 平方公里，主要分布在城关盆地和东南部丘陵以北，北部丘陵以南，西部丘陵以东，占全市总面积的 43.5%。全市整个地形呈东、西、北三面高，南面低的簸箕状，具有典型的盆地地形特征，市区坐落在这一盆地中。迁安盆地由底部向北、东地势逐渐抬高，呈明显的阶梯状，总的地势为西北高，东南低。

2.3.2 水文条件

迁安市地处海河流域东北部，水资源较为丰富，总体水质较好。该地区共有大小河流 16 条，除滦河、青龙河、白羊河、冷口沙河常年有水外，其余大部分为季节性河流。境内河流除西沙河、管河外均属滦河水系。全市最

大过境河流为滦河，滦河流经大崔庄、马兰庄、杨店子、迁安镇等镇（乡），境内长 54 公里，流域面积 262.8 平方公里。西沙河流经境内蔡园、大五里、杨店子、木厂口等镇（乡），境内长 46.10 公里，流域面积 168.10 平方公里。西有西沙河蜿蜒，东有青龙河环绕，境内形成了三河并行互相辉映的自然景观。

2.3.3 气候气象

迁安市属暖温带半湿润季风型大陆性气候，受西伯利亚及蒙古冷气团和太平洋高压影响，四季分明。2020 年，迁安市总的气候特点：降水偏少，气温偏高，日照偏多。

（1）常规气象资料来源

项目采用迁安气象站(编号：54439)资料，气象站位于河北省迁安市，地理坐标为东经 118.71 度，北纬 40.0238 度，海拔高度 50.9 米，其观测资料代表了该地区气象特征，收集了近 20 年(2002-2021 年)气象资料进行统计分析。

（2）风向、风速与风频气象资料统计分析

1) 风向、风频

根据 2002-2021 年 20 年气象统计资料，区域年、月风向频率见表 2.3-1，风频玫瑰图见图 2.3-1。

表 2.3-1 近 20 年风向频率表(%)

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1 月	3.09	2.94	3.20	3.58	6.79	6.90	4.74	3.08	2.27	1.54	1.59	2.00	9.26	12.67	12.00	5.64	18.81
2 月	3.48	3.39	3.79	4.39	7.49	8.46	5.02	3.93	2.68	1.61	1.80	2.24	8.32	9.65	10.77	5.61	17.41
3 月	3.49	3.26	3.63	4.39	7.91	8.40	6.23	5.70	3.25	2.11	2.17	2.57	8.33	8.31	9.26	4.83	16.32
4 月	3.54	3.68	3.88	4.24	7.76	8.20	6.53	6.78	3.56	2.28	2.12	3.13	9.36	7.84	7.38	4.43	15.41
5 月	3.19	2.85	3.30	4.20	8.18	9.18	7.21	7.20	3.63	2.26	2.23	2.70	9.55	7.36	7.28	4.36	15.40
6 月	3.59	3.32	3.95	4.85	9.79	11.75	8.58	8.06	3.29	1.70	2.10	2.21	6.33	5.27	6.46	3.86	15.19
7 月	3.37	3.32	4.56	5.13	10.37	11.81	9.14	7.91	2.90	1.90	1.84	1.91	5.23	4.93	6.24	4.24	15.42
8 月	4.23	3.96	4.89	5.40	8.83	8.56	7.45	6.08	2.72	1.80	1.98	2.30	6.61	6.39	7.49	4.50	17.06
9 月	4.25	4.29	4.09	4.56	7.45	7.57	6.01	4.35	2.63	1.77	2.05	2.50	8.30	7.58	9.18	4.84	18.71
10 月	3.88	3.55	3.22	3.49	5.77	6.03	4.86	4.07	2.52	2.03	1.99	2.56	9.18	10.23	9.78	4.40	22.54

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
11 月	4.21	3.71	3.37	3.75	6.27	5.75	4.54	3.42	2.43	1.54	1.71	2.03	8.58	12.37	10.82	4.76	20.77
12 月	3.10	2.91	3.05	3.39	6.37	5.73	3.82	2.94	2.10	1.43	1.63	1.84	9.39	15.47	11.78	4.98	20.10
春季	3.35	3.20	3.54	4.12	7.40	7.92	5.33	4.24	2.73	1.75	1.85	2.27	8.64	10.21	10.68	5.36	17.51
夏季	3.44	3.28	3.71	4.43	8.58	9.71	7.44	7.35	3.49	2.08	2.15	2.68	8.41	6.82	7.04	4.22	15.33
秋季	3.95	3.86	4.51	5.03	8.88	9.31	7.53	6.11	2.75	1.82	1.96	2.24	6.71	6.30	7.64	4.53	17.06
冬季	3.73	3.39	3.21	3.54	6.14	5.84	4.41	3.48	2.35	1.67	1.78	2.14	9.05	12.69	10.79	4.71	21.14
全年	3.62	3.43	3.74	4.28	7.75	8.20	6.18	5.29	2.83	1.83	1.93	2.33	8.20	9.01	9.04	4.70	17.76

根据多年气象统计资料，区域年最多风向为NW 风，频率分别为9.04%，次多风向为WNW 风，频率为9.01%，年最少风向为SSW 风，出现频率均为1.83%，年静风频率为17.76%。

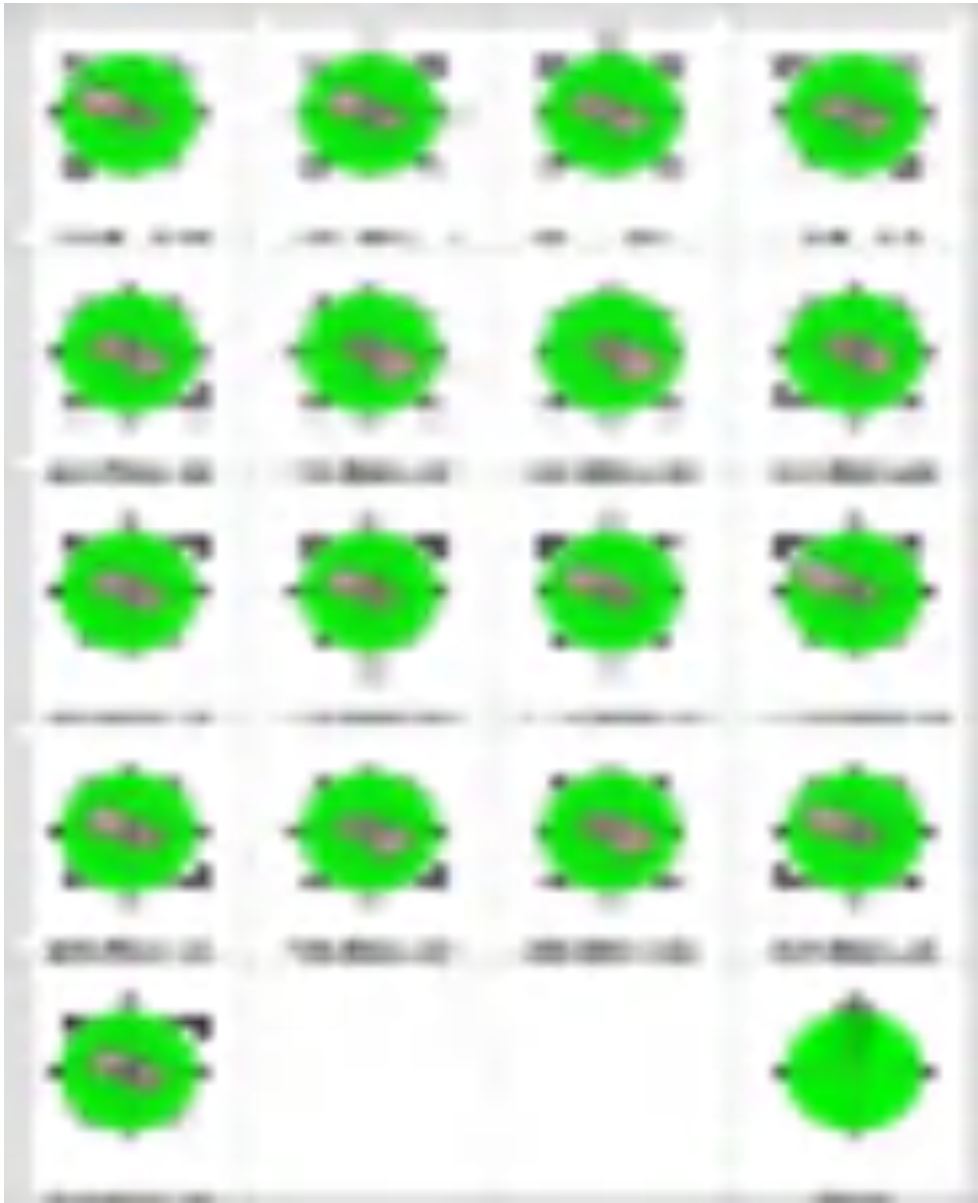


图 2.3-1 近 20 年全年、代表月风向频率玫瑰图

2) 风速

根据 2002-2021 年 20 年气象统计资料，区域年、月平均风速见表 2.3-2。

表 2.3-2 迁安气象站各风向平均风速 (m/s)

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
风速	1.37	1.52	1.83	2.11	1.96	1.70	1.50	1.29	1.20	1.18	1.26	1.36	1.52

从上表可以看出，该区域年平均风速为 1.52m/s。4 月份平均风速最大为 2.11m/s；10 月份平均风速最小为 1.18m/s。从全年风速的季度变化看，春季平均风速大，有利于大气污染物的扩散和稀释；夏、秋、冬季平均风速小，不利于大气污染物的扩散和稀释。其他气象参数情况见下表。

表 2.3-3 其他气象参数表

序号	项目		单位	参数
1	气温	最高气温	℃	38.6
		最低气温	℃	-24.5
		平均气温	℃	10
2	气压	夏季大气压力	Pa	100258
		年平均气压	mbar	1010.9
3	降雨量	最大降雨量	mm	1103.5
		最小降雨量	mm	435.23
		平均降雨量	mm	735.15
		年平均蒸发量	mm	1784.6
4	湿度	最大相对湿度	%	79
		最小相对湿度	%	56
		平均相对湿度	%	61.5
5	降雪	基本雪压	kN/m ² (R=50)	0.35
		最大积雪深度	cm	17.5
6	无霜期	-	天	168
7	日照	年平均日照时数	小时	2800
8	冻土	最大冻土深度	cm	80
9	雷暴日	-	天	32.7
10	基本风压	-	kN/m ² (R=50)	0.4

2.3.4 抗震设防烈度

该项目位于上射雁庄镇，根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），该地区地震动峰值加速度为 0.15g，反应谱特周期为 0.40s，对应地震烈度Ⅶ度区。依据《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010（2024 年版）附录 A 河北省迁安市所属设计地震分组为 A.0.2 第二组，该公司各类建筑物抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g。根据《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021），该项目属于重点设防类，因此应按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施，拟按照 8 度设防。

2.4 建设项目采用的主要技术情况

2.4.1 原料路线的选择

目前国内制氢厂家采用的制氢方法有多种：如水电解制氢、氨裂解制氢、甲醇裂解制氢、天然气加压蒸汽转化制氢、含氢的混合气（焦炉气、苯乙烯尾气等）中提纯氢等。

表 2.4-1 几种制氢方法比较（以生产 1000Nm³ 纯氢计）

序号	比较项目	单位	水电解法	天然气蒸汽转化+PSA	焦炉气+PSA	氨裂解+PSA	甲醇裂解+PSA
1	投资	万元	1500	604	500	600	600
2	主要消耗						
(1)	软水	t	2	1.2			
(2)	焦炉气或天然气	Nm ³		546	2500		
(3)	液氨	kg				700	
(4)	甲醇	kg					690
(5)	燃料油	kg				260	260
(6)	电	kwh	5500~6000	106	450	50	100
(7)	蒸汽	t	0.06	2(自给)	0.3	0.3	0.34
(8)	循环水	t	20	58	45	60	60
3	回收解吸气	Nm ³			1500		
4	综合能耗	GJ	69.29	20.82	23.49	35.42	36.13

从上表可以看出，以天然气或焦炉煤气为原料制取氢气具有较大优势，但我国是一个“缺油、少气、富煤”的国家，天然气资源越来越紧张，故对于该项目而言，以建设单位自产的焦炉煤气为原料制取氢，是最经济合理、切实可行的。

该项目原料焦炉煤气来自现有焦炉煤气管网，总管流量~10 万 m³/h，能满足项目原料焦炉煤气处理气量。

2.4.2 工艺技术方案的选择

从含氢混合气中分离提纯氢气，工业上主要采用深冷分离法、膜分离法和变压吸附（简称 PSA）分离法。

（1）深冷分离技术

深冷分离法是一种传统的低温分离工艺，是利用原料组分的沸点差来达到分离目的。作为一种传统的气体分离提纯方法，深冷分离法在国内外早已实现工业化生产。当前深冷工艺正向着大型化、多功能综合利用和提高自动化水平方向发展，其能耗和技术经济指标均有较大的改善。由于氢气的相对挥发度比烃类高，因此最简单和最常用的深冷工艺是采用分级部分冷凝法，根据冷凝液的特性采用二级或三级部分冷凝。其主要设备是一个把换热器、节流阀、分离器等设备组装在一起的冷箱，其所需冷量靠冷凝液产生的焦耳—汤姆逊膨胀效应来提供，如果烃类冷凝液不足或压力不足以提供所需要的冷冻量时，可以靠氢气膨胀透平或由外部提供冷量。深冷分离法投资较高。

（2）膜分离技术

膜分离法是最近十多年来发展较快的新型气体分离技术。这一工艺是利用了混合气体通过高分子聚合物时的选择性渗透原理，不同的组分有不同的渗透率。典型组分的相对渗透率如下：

H₂O、H₂、He、H₂S、CO₂、Ar、CO、N₂、CH₄

高→中→低

气体组分透过膜的推动力是膜两侧的压力差。根据各组分渗透率的差

异, 具有较高渗透率的气体如氢气富集在膜的渗透侧, 而具有较低渗透性的气体则富集在未渗透侧, 从而达到分离混合气体的目的。随着有较多的气体渗透过膜, 较低渗透性的组分相对增多。因此要求的氢纯度较高时回收率就较低, 氢纯度较低时回收率就较高。膜分离系统的产品氢纯度对氢回收率的影响比变压吸附或深冷工艺更明显。要求的氢回收率越高, 在原料组分和系统压力一定的条件下, 所需的膜面积也越大, 且面积随氢回收率的增加以指数关系增加。对于特定的膜系统和原料组分, 氢回收率主要取决于原料和渗透侧之间的压力比, 而与两者的绝对压差的关系较小。压比越大, 氢回收率就越高。但压比越大, 压缩原料所需的压缩功就越大。因此需要综合考虑。

(3) 变压吸附技术

变压吸附 (PSA) 分离法是 20 世纪 60 年代以后发展起来的常温气体分离技术, 美国联合碳化物公司首先采用 PSA 技术从含氢工业废气中回收高纯度氢。目前, 全世界各种类型的 PSA 装置约 7000 套, 其应用领域主要包括:

- 1) 气体净化处理 (脱除 H_2O 、 CO_2 、 H_2S 等)。
- 2) 从混合气体中分离与提纯 H_2 。
- 3) 空气分离制 O_2 、 N_2 (包括富氧)。
- 4) 从混合气中分离回收 CO 。
- 5) 从混合气中分离回收 CO_2 。
- 6) 用于 He 、 Ar 等稀有气体的分离与提纯。
- 7) 从发酵气中分离 CH_4 和 CO_2 。
- 8) 用于正、异构烃类的分离 (提高辛烷值)。
- 9) 用于从工业废气中脱除 SO_x 、 NO_x 、 NH_3 等。
- 10) 用于制造高热值燃料气。

随着 PSA 工艺的不断完善和技术进步, 装置单系列最大处理能力超过每小时 20 万 m^3 , 出现了 20 床或 20 床以上的多塔工艺, 研制了多种新型吸

附剂，如金属离子负载型吸附剂，特殊孔径专用吸附剂等。在流程开发方面也出现了真空解吸 PSA 流程，互补 PSA 流程，带辅助床或惰性床的 PSA 流程。同时，装置的自动化程度越来越高，向智能化发展，实现了真正的无人操作。目前，我国已建成各型 PSA 装置约 3000 余套，在部分技术领域处于世界领先水平。

变压吸附工艺及膜分离工艺方案比较见下表所示：

表 2.4-4 变压吸附工艺及膜分离工艺方案比较

序号	比较项目	变压吸附	膜分离
1	工艺概况	操作简单，动态设备多，原料不需预净化	操作简单，静态操作，原料需要预净化
2	氢气回收率	85%	84%
3	氢气纯度	99.9%	85--92%
4	杂质组分 CO、CO ₂	≤10ppm	>1000ppm
5	设备	多	少
6	占地	大	小
7	核心设备寿命	20 年	10 年
8	操作难度	自动化操作，简单，开停车方便	简单，开停车方便
9	维护费用	较少	较少
10	产氢效益比	1.42	1
11	综述	先进，适合大气量，回收氢气纯度高的场合	先进，适合小气量，氢气纯度不高的场合

从工艺技术可靠性、操作灵活性、操作弹性以及副产品的回收等来看，上述从含氢原料气中分离提纯氢气的三种分离法各有优缺点。

（1）操作灵活性

装置操作的灵活性是指适应不同性质原料的能力。在石油化工厂和炼油厂中，原料会经常发生变化。在上述三种分离提纯氢气的工艺中，变压吸附的操作灵活性最高，在原料杂质浓度改变时，仅靠简单的调整吸附时间，就能维持产品氢的纯度和氢回收率。膜分离工艺对原料组分的变化适应能力居中。而深冷分离法的操作最不灵活，原料中低沸点组分的浓度变化会直接影响到产品的纯度，而高沸点组分的增加，会堵塞换热器，给操作带来不利，

因此需严格控制原料预处理。

（2）可靠性和稳定性

在石油化工厂和炼油厂中，氢气和水、电、汽等一样，可视作一项相当重要的公用工程。氢提纯装置的可靠性和稳定性，直接影响到下游用氢装置的生产，因此，选择工艺技术方案时，尤其要考虑其可靠性和稳定性。

通常，装置的可靠性是以开工率和非计划停工来衡量的。

膜分离系统的开工率高，其工艺连续性较好，且控制部件及易损件极少，不会造成停工，开工率可达 100%。

变压吸附系统的开工率也很高。作为变压吸附系统最关键的运动部件程控阀，属专利产品，启闭速度快、双向流通性好、密封性能高、寿命长、故障率极低。

深冷分离系统可靠性比变压吸附系统或膜分离系统较差，主要原因在于其原料要求高，预处理系统经常发生故障，从而导致冷箱停工。

（3）操作弹性

良好的操作弹性可以适应不同处理量的操作要求，因此，除了工艺可靠性和操作灵活性，装置的操作弹性也是工艺选择时一个重要的参考因素。

上述三种工艺装置都有良好的操作弹性。其中变压吸附装置在处理量为设计值的 30~110%的范围内仍能维持产品氢纯度，但氢收率有少许降低。膜分离装置当处理量为设计值的 30~100%之间也能保持产品纯度，但回收率损失较大；在低负荷时，通常靠增加渗透压力或减少一些膜块来实现操作弹性。深冷分离装置的操作弹性则主要取决于设计，在理论上，其操作弹性的下限取决于装置热量的损失量；在处理量降低至设计值的 30~50%时仍能维持产品氢纯度，但产品回收率略有降低。

（4）副产品的回收

在焦炉煤气氢提纯工艺中，解吸气为副产品气，由于 CH_4 浓度被浓缩，热值较高。该项目解吸气热值 5034.81kcal/Nm^3 ，为普通天然气热值的 60%

左右，因此可以回收到现有燃料气管网中加以综合回收利用。

该项目氢气提纯工艺技术方案的选择，从以上分析可知，深冷分离工艺较复杂，操作灵活性较差，投资较高，适用于大规模工业装置，不适用于该项目；而膜分离技术是最近十多年来发展较快的新型气体分离技术，国内在氢氮膜分离技术方面有一定成果，但其它领域尚处于研究开发阶段，在国外工业化气体膜分离装置较多，但对高性能膜材料、制膜工艺、膜分离工程技术和膜分离机理等问题还需进一步研究，尤其膜分离技术不能把原料气中的 CO 、 CO_2 等杂质降至 10ppm 以下，且产品氢气纯度不能达到 99.9%。综合以上因素，该项目优先选择变压吸附分离技术。

西南化工研究设计院有限公司从 20 世纪 60 年代末开始采用变压吸附技术分离气体混合物的实验研究，到 1981 年实现了工业化。最初是用于合成氨弛放气中制取高纯度氢（99.999%），以后不断开发了从焦炉煤气、氨厂变换气、甲醇尾气、甲醛尾气、石油裂解气、冷箱尾气等二十多种含氢混合气中提取氢气，在此基础上，又从单纯的制氢领域拓展到变压吸附制一氧化碳、二氧化碳、变换气脱碳、天然气净化、空气制富氧、空气制纯氮、浓缩甲烷、浓缩乙烯等九大技术领域，PSA 工艺流程从四塔一次均压发展到四塔二次均压流程，八塔三次均压流程，十塔四次均压流程，从单一的逆放降压解吸工艺发展到抽空解吸工艺、逆放抽空组合工艺等，从四塔单系列发展到多塔多段式复合系列，装置规模已达到 $280000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。国产 PSA 装置的自控水平也在不断提高，不仅开发了一般中、小规模的小型 PLC 自控系统，还开发了先进的 DCS 集散型控制系统。各种新型程控阀门和多种高效吸附剂的研制成功，更提高了 PSA 装置的可靠程度和技术先进性。目前，西南化工研究设计院有限公司已建成各型 PSA 装置约 2000 余套，在部分技术领域处于世界领先水平，已建成投运的焦炉煤气制氢项目有武汉钢铁公司 1990 年所建 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ 制氢装置为国内第一套焦炉煤气提氢装置，青海盐湖集团工业股份有限公司 $2*70000\text{Nm}^3/\text{h}$ 为国内目前投运的最大焦炉煤气制

氢装置等。

故针对建设单位实际情况,选择西南化工研究设计院有限公司提供的成熟可靠的焦炉煤气 PSA 氢提纯项目是技术可行的,该项目拟采用焦炉煤气为原料制取氢气,原料焦炉煤气经预处理后,采用变压吸附分离技术制取氢气,产品氢气能满足建设单位物流氢燃料电池车用或充装后外送当地及周边加氢站和下游相关企业。

2.5 建设项目主要技术工艺流程概述

来自界外焦炉煤气在 3~6kPa、~40℃ 下进入本装置内,经预净化系统除去焦炉煤气中粉尘后进入压缩机增压至~0.3MPa 后,进入脱硫、脱油脱萘系统脱除大部分的 H₂S、萘、焦油等杂质组份后,进入压缩机继续增压至 1.80MPa 并冷却至~40℃ 条件下进入预处理系统脱除苯和高烃类杂质,使焦炉气达到变压吸附原料气的进气要求,预处理净化气进入 PSA 系统提纯得到半产品粗氢气,粗氢气经脱氧干燥后得到合格的产品纯氢去压缩充装槽车外运。

(1) 焦炉煤气预净化

来自界外的焦炉煤气在常温,3~6kPa 下进入进入除雾除尘器(T7101),包裹有焦油尘的小液滴与荒煤气在除雾除尘器内高精度分离,除雾除尘后的焦炉煤气进入下游压缩工序。

为了减少焦油尘在纤维床内的逐步累积而导致堵塞,系统设计了由冲洗水罐(V7101)、冲洗水泵(P7101AB)、循环泵(P7102AB)组成的定期的冲洗系统,对疏松纤维床进行彻底冲洗,冲洗后的含尘废水进入疏松纤维床底部,最终通过特殊设计的排污口排出。

(2) 焦炉煤气的压缩

为避免焦炉煤气中萘杂质堵塞压缩机造成压缩机检修量增大,本装置压缩机增压至~0.3MPa 后引出脱硫、脱油脱萘系统脱除大部分的 H₂S、萘、焦

油等杂质组份后，进入压缩机继续增压至 1.80MPa 并冷却至 $\sim 40^{\circ}\text{C}$ 进入下游工序。

本工序设置污水收集罐用于收集压缩机级间冷凝液及检维修时废水，经污水泵增压到 $\geq 0.4\text{MPa}$ 送至界外污水处理。

（3）焦炉煤气脱硫

来自压缩工序 $\sim 0.3\text{MPa}$ 的焦炉煤气经脱硫气液分离器分离游离态液滴后进入由两台脱硫器组成的脱硫系统，脱除大部分的 H_2S 杂质，脱硫器可串并联使用，使用半年后更换。

（4）焦炉煤气脱油脱萘

经脱硫后的焦炉煤气进入由 3 台脱油脱萘器组成的脱油脱萘系统，2 台进料，1 台再生，交替轮换使用。焦炉煤气进入脱萘系统将绝大部分的萘、焦油及部份硫、苯等杂质脱除。吸附饱和的吸附剂采用加热到 180°C 的解吸气(来自后续 PSA 工段)通入脱油脱萘器进行再生，再用常温解吸气冷吹降温到常温并送到燃料管网，脱油脱萘剂约 72h 再生一次，正常工况下脱油脱萘吸附剂 2 年更换一次。

焦炉煤气脱油脱萘工序由 3 台脱油脱萘器（T7401ABC）、1 台脱油脱萘再生加热器（E7401）、2 台脱油脱萘再生冷却器（E7402AB）、1 台再生气液分离器（V7401）和一系列程控阀组成。

本工序设置污水罐（V7401）用于收集预净化污水、主装置冷凝液及检维修时废水，经污水泵（P7401）增压到 $\geq 0.4\text{MPa}$ 送至界外污水处理。

（5）焦炉煤气预处理

来自末级压缩的焦炉煤气在 $\sim 1.8\text{MPa}$ ，常温下经预处理气液分离器分离游离态液滴后，进入由 2 台预处理器组成的预处理系统，1 台进料，1 台再生，交替轮换使用。焦炉煤气进入预净化系统将脱除苯、高烃类组分等杂质组分，以确保 PSA 系统能长时间稳定工作。预处理系统的吸附剂采用解吸气加热至约 160°C 吹扫，再用常温解吸气冷吹降温到常温。吸附剂 8 小时再

生一次，使用 2 年更换。

焦炉煤气预处理工序由 1 台预处理气液分离器、2 台预处理器（T7501AB）、1 台预处理再生加热器（E7401）、1 台预处理再生冷却器（E7502）和一系列程控阀组成。

（6）PSA 提氢

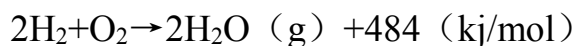
预处理之后的原料气进入 8 塔组成的变压吸附系统，在变压吸附系统中每台吸附器在不同时间依次经历吸附(A)、多级压力均衡降(EiD)、顺放(PP)、逆放 (D)、冲洗(P)、多级压力均衡升(EiR)、最终升压(FR)。逆放步骤排出吸附器中吸留的部分杂质组分，剩余杂质通过冲洗步骤进一步完全解吸。

解吸气经解吸气缓冲罐和混合罐稳压后经鼓风机增压到 80kPa，再经解吸气冷却器冷却到常温后一部分（~8000Nm³/h）送预处理工序作为再生气，另一部分（~3500Nm³/h）送脱油脱萘工序作为再生气，其余的解吸气与再生后的解吸气一起混合送出界区。

PSA 提氢工序由 8 台吸附器（T7601A~H）、2 台顺放罐（V7601AB）、1 台解吸气缓冲罐（V7602）、1 台解吸气混合罐（V7603）、2 台解吸气鼓风机（C7601AB）、1 台解吸气冷却器（E7601）和一系列程控阀组成。

（7）脱氧干燥

焦炉煤气中含有大量的 O₂，即使通过净化、变压吸附分离后，由于 O₂ 在吸附剂分离系数的影响，通过吸附分离得到的氢气中，氧还有部分残留，需通过脱氧反应及干燥除掉氧和反应后生成的水以满足最终产品的要求。反应式如下：



脱氧气冷却至 40℃后进入由 2 台干燥器和 1 台预干燥器等组成的等压干燥(操作压力：1.65MPa，温度：40~160℃)系统脱除水，得到露点≤-60℃的合格氢气，在稳定的流量和压力下输出供后序工段使用。

脱氧干燥工序由 1 台脱氧加热器（E7701）、1 台脱氧器（E7701）、1

台脱氧冷却器（E7702）、2 台干燥器（T7701AB）、1 台预干燥器（T7702）、1 干燥加热器（E7703）、1 台干燥冷却器（E7704）、1 台脱氧气液分离器（V7701）、1 台干燥气液分离器（V7702）、1 台产品气缓冲罐（V7703）、2 台精密过滤器（X7701AB）和一系列程控阀组成。

（8）氢气压缩

从脱氧干燥来的产品氢气压力~1.6MPa（G）进入氢气压缩机，压力升至 22MPa（G），送至氢气充装站进行长管拖车的充装外售。

其中 2 台氢气压缩机（C7802AB）为往复式（每台最大气量 4500Nm³/h，从 1.5MPa 升压到 22MPa），每台压缩机出口对应 8 个充车位。氢气往复式压缩机的出口管线按 22 MPa 进行设计。

另外 4 台氢气压缩机为膜压缩机对应 4 个充车位。

（9）氢气充装

来自氢气压缩机的 22MPa（G）氢气产品，通过加氢柱（12 个）充装到氢气长管拖车。

加氢柱是由安全阀、拉断阀气动阀/电磁阀、电气控制系统等主要部件组成的一种能安全完成高压氢气充装的专用设备。

工艺流程简图如下。

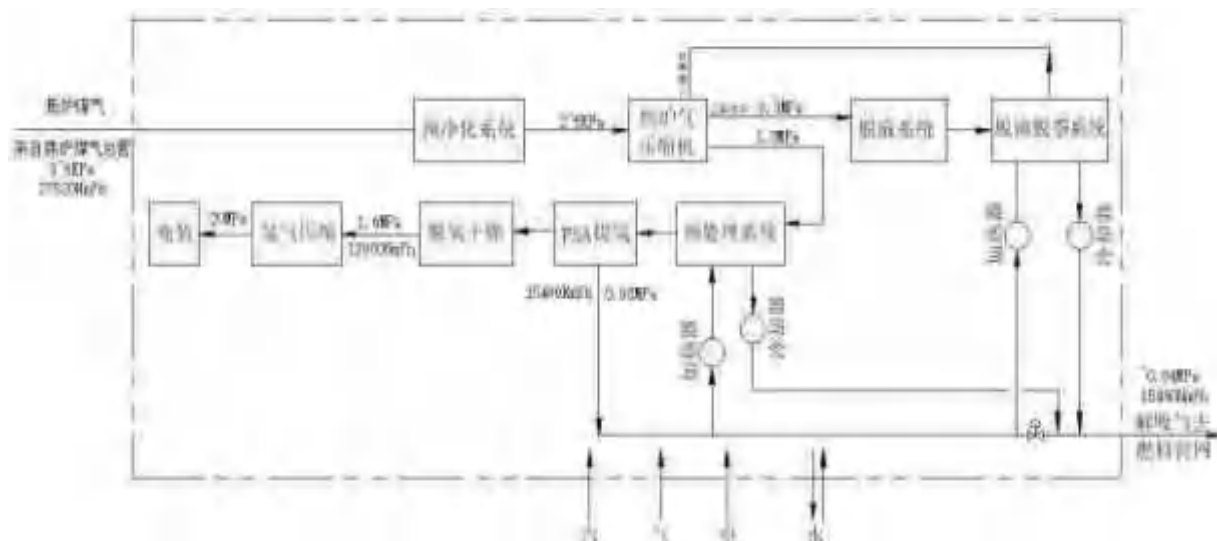


图 2.5-1 生产工艺流程图

2.6 建设项目主要原辅材料、产品的储存、消耗情况

该项目原辅材料、产品情况见下表。

表 2.6-1 主要原辅材料、产品的储存、消耗情况表

序号	名称	形态	生产量	使用量	储存形式	备注
1	焦炉煤气	气态	—	27520Nm ³ /h	管道输送	
2	氢气	气态	12000Nm ³ /h	—	长管拖车	
3	解吸气	气态	15490Nm ³ /h	—	管道输送	
4	缓释阻垢剂	固态	—	根据循环水站水质配置	汽车运输	

表 2.6-2 主要能源介质储存、消耗情况表

名称	规格	单位	数量	备注
电	220V	kW	20	照明和仪表用
	380V、50HZ	kW	1613.2	压缩机用
	10kV、50HZ	kW	5860	压缩机用
生活、生产水	P=0.4-0.5MPa, 32℃	t/h	25	循环水站补水
循环冷却水	上水 32℃, 供水压力 P ≥ 0.3MPa, 温差 Δt=8℃	t/h	938.5/1200 正常量/倒机最大量	压缩机、冷却器等使用
仪表空气	P=0.45-0.6MPa, dp-40℃	Nm ³ /h	200	调节阀用
氮气	P=0.4MPa, 99.5%O ₂ ≤0.5%	Nm ³ /h	2000	开停车使用
		Nm ³ /h	30	机泵氮封
中压蒸汽	3.5MPa 饱和蒸汽	t/h	2.63	换热器加热用
低压蒸汽	0.7~0.8MPa 饱和蒸汽	t/h	2	仪表伴热、吹扫

表 2.6-3 原料焦炉煤气典型指标

组分	H ₂	O ₂	N ₂	CO	CH ₄	CO ₂	CnHm	H ₂ O
波动范围 Vol, %	50~60	<0.8	4~7	8~12	16~22	2~6	<2.5	饱和
平均值 Vol, %	56.0	0.62	6.33	10.42	20.23	0.62	2.00	

表 2.6-4 原料焦炉煤气杂质组分

组分	H ₂ S	有机硫	NH ₃	苯	萘	焦油及粉尘
mg/Nm ³	≤200	≤90	≤40	≤2200	≤200	≤5

表 2.6-5 吸附材料一览表

序号	名称	主要成分	堆密度 t/m ³	总装重 t	备注
1	脱硫剂	活性炭	0.70~0.75	~153.58	半年更换
2	脱油脱萘剂	活性炭、焦炭	0.55~0.65	~74.94	2 年更换

序号	名称	主要成分	堆密度 t/m ³	总装重 t	备注
3	预处理剂	活性炭、硅胶、氧化铝	0.60~0.70	~38.63	2 年更换
4	PSA 吸附剂	活性炭、硅胶、氧化铝	0.70~0.75	~239.48	15 年更换
5	脱氧剂	载钯氧化铝	0.70~0.80	~2.34	3 年更换
6	干燥剂	硅胶、氧化铝	0.75~0.85	~19.16	3 年更换

产品气同时满足《氢气第 2 部分：纯氢、高纯氢和超纯氢》（GB/T3634.2-2011）高纯氢和《质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气》（GB/T37244-2018）中车用氢的品质要求，然后经压缩、充装外售的要求。

表 2.6-6 产品气要求（高纯氢）GB/T3634.2-2011

项目名称	指标
氢气纯度（体积分数）/10 ⁻²	99.999
氧含量（体积分数）/10 ⁻⁶	1
氩含量（体积分数）/10 ⁻⁶	供需商定
氮含量（体积分数）/10 ⁻⁶	5
一氧化碳含量（体积分数）/10 ⁻⁶	1
二氧化碳含量（体积分数）/10 ⁻⁶	1
甲烷含量（体积分数）/10 ⁻⁶	1
水分含量（体积分数）/10 ⁻⁶	3
杂质总含量（体积分数）/10 ⁻⁶	10

表 2.6-7 产品气要求（燃料电池氢）GB/T 37244-2018

组份		指标
氢气	H ₂	≥99.97%
非氢气体总量		300μmol/mol
水	H ₂ O	5μmol/mol
总烃（按甲烷计）	CH ₄	2μmol/mol
氧	O ₂	5μmol/mol
氮	He	300μmol/mol
总氮和氩	N ₂ +Ar	100μmol/mol
二氧化碳	CO ₂	2μmol/mol
一氧化碳	CO	0.2μmol/mol
总硫（按硫化氢计）	H ₂ S	0.004μmol/mol
甲醛	HCHO	0.01μmol/mol

组份		指标
甲酸	HCOOH	0.2μmol/mol
氨	NH ₃	0.1μmol/mol
总卤化物（按卤离子）		0.05μmol/mol
最大颗粒物浓度		1mg/kg
当甲烷浓度超过 2μmol/mol 时，甲烷、氮气和氩气的总浓度不准许超过 100μmol/mol		

副产品解吸气主要成分见下表。

表 2.6-8 解吸气成分一览表

组分	H ₂	CH ₄	CO	O ₂	CO ₂	CnHm	N ₂
Vol, %	21.89	38.43	18.51	1.05	4.44	4.44	11.24

该项目物料平衡见下表：

表 2.6-9 装置物料平衡表(干基)

项目	原料气①		产品气②		解吸气③	
	V%	Nm ³ /h	V%	Nm ³ /h	V%	Nm ³ /h
H ₂	56.00	15411.20	99.9992	12003.70	21.89	3390.46
O ₂	0.62	170.62	0.0001	0.01	1.05	162.09
N ₂	6.33	1742.02	0.0005	0.06	11.25	1741.96
CH ₄	21.63	5952.58	0.0001	0.01	38.43	5952.56
CO	10.42	2867.58	0.00002	0.00	18.51	2867.58
CO ₂	2.50	688.00	0.0000	0.00	4.44	688.00
CnHm	2.50	688.00	0.0000	0.00	4.44	688.00
合计	100.00	27520.00	100.0000	12003.79	100.00	15490.65
压力(MPa)	3~6kPa		22		0.02	
温度(℃)	40		40		40	

2.7 建设项目上下游生产工艺的关系

该项目主要使用来自煤气管网的焦炉煤气经预净化、煤气压缩、脱硫、脱油脱萘、预处理、PSA、脱氧干燥、氢气压缩、氢气充装，该项目上下游关系如下图所示：