

中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司石油化工总厂
制氢装置改造项目
安全条件评价报告

建设单位：中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂

建设项目单位：中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂

建设项目单位主要负责人：罗京广

建设项目单位联系人：李洪滨

建设项目单位联系电话：18661385268

2018年4月15日

中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司石油化工总厂

制氢装置改造项目
安全条件评价报告

评价机构名称：东营市胜丰安全技术服务有限公司

资质证书编号：APJ-（鲁）-314

法定代表人：周兴友

审核定稿人：李志勇

评价负责人：吴佳东

联系电话：0546-7750102

2018年4月15日

前 言

中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂（以下简称胜利石化总厂）是胜利油田分公司的二级单位，位于山东省东营市东营区史口镇、龙居镇和郝家镇交界处，全厂占地 2.3 平方千米。

胜利石化总厂现有生产装置：220 万吨/年常减压装置、110 万吨/年重油催化（FDFCC-III）装置、50 万吨/年汽柴油加氢装置、100 万吨/年柴油液相加氢装置、9200Nm³/h 干气制氢装置、1.5 万吨/年硫磺回收装置、60 万吨/年延迟焦化装置、15 万吨/年催化重整装置、20 万吨/年气体分馏装置和 50 万吨/年汽油选择性加氢装置等，主要产品有汽油、柴油、液化气、石脑油、硫磺、石油焦等。

胜利石化总厂现有一套 9200Nm³/h 的干气制氢装置为 15 万吨/年固定床半再生重整装置提供氢气。目前，在汽油按国 V 质量标准，柴油国 IV 标准生产时，制氢装置产氢气量为 8200~8500Nm³/h，考虑到制氢纯度要求，当装置达最大负荷时，全厂氢气平衡已基本达到上限。2016 年 6 月，石化总厂完成汽柴油国 V 质量升级改造后，汽柴油全部按国 V 质量标准装置试验运行。按照国家和中石化油品质量升级计划安排，2017 年 1 月 1 日起京津冀及周边地区（含山东）汽油已全部达到国 V 标准，2019 年 1 月起柴油全部达到国 V 标准。因此，石化总厂汽柴油全部按国 V 标准生产，氢气产量无法满足需求，存在约 2000Nm³/h 的氢气缺口。为保障石化总厂汽柴油产品质量合格出厂，迫切需要对现有制氢装置进行扩能改造，增加全厂氢气供应，保证国 V 油品生产。

胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目，总投资 1180 万元，在不新增占地的情况下，通过对转化炉对流段拆除重建，对少部分管道、阀门等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集

器的结构，可以实现将制氢规模由 9200Nm³/h 扩大至 11000Nm³/h 的目的。

为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，确保建设项目在安全方面符合国家的有关法律、法规、标准和规定，根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令[2014]第 13 号）、《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 45 号令，79 号令修订）、《山东省危险化学品建设项目安全监督管理办法实施细则》（鲁安监发[2018]17 号）规定，中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂应对其制氢装置改造项目进行安全条件评价。为此，该单位委托我公司承担该项目的安全条件评价工作。

我公司接到委托后，成立了评价项目组，按照《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（试行）》（安监总危化[2007]255 号）要求，在对该企业生产项目实地考察、现场询问、查阅资料和调研的基础上，通过科学分析并采用安全检查表法、危险度法等方法进行评价，找出该项目潜在的事故隐患，并在此基础上提出了消除、预防或降低装置危险性和提高装置安全运行等级的安全对策与措施，最后编制完成了本次安全条件评价报告。

此次安全评价工作，自始至终都得到了中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂领导和员工的大力支持和配合，在此表示衷心的感谢！

评价项目组

2018 年 4 月

非常用术语、符号和代号说明

(1) PSA

变压吸附技术

(2) DCS

分散控制系统

(3) ESD

紧急停车系统

(4) 符号、代号说明

CAS 号：是美国化学文摘对化学物质登录的检索服务号。

UN 编号：联合国《关于危险货物运输的建议书》对危险货物的编号。

LD₅₀：口服毒性半数致死量、皮肤接触毒性半数致死量

LC₅₀：吸入毒性半数致死浓度

RTECS 号：是美国毒物登记信息系统的注册登记号。

MAC：最高容许浓度；在一个工作日内，任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

PC-STEL：短间接接触容许浓度；在遵守 PC-TWA 前提下容许短时间（15min）接触的浓度。

PC-TWA：时间加权平均容许浓度；以时间为权数规定的 8h 工作制，40h 工作周的平均容许浓度。

目 录

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 1 安全评价工作经过..... | 1 |
| 1.1 安全评价目的..... | 1 |
| 1.2 评价依据..... | 1 |
| 1.3 评价对象及范围..... | 1 |
| 1.4 工作经过和程序..... | 3 |
| 2 建设项目概况..... | 5 |
| 2.1 建设单位基本情况..... | 5 |
| 2.2 建设项目基本情况..... | 7 |
| 2.3 地理位置、用地面积和生产规模、周边环境及总图布置..... | 19 |
| 2.4 项目涉及的主要原辅材料和品种名称、数量、储存情况..... | 26 |
| 2.5 项目工艺流程和主要装置和设施的布局及其上下游生产装置关系..... | 29 |
| 2.6 公用工程和辅助设施..... | 38 |
| 2.7 危险化学品包装、储存、运输的技术要求..... | 54 |
| 2.8 安全投入..... | 56 |
| 2.9 本项目劳动定员及安全管理..... | 57 |
| 3 危险、有害因素的辨识结果..... | 58 |
| 3.1 物质的危险、有害特性..... | 58 |
| 3.2 危险、有害因素的辨识..... | 60 |
| 3.3 重大危险源辨识结果..... | 61 |
| 4 评价单元划分及评价方法选择..... | 62 |
| 4.1 评价单元划分..... | 62 |
| 4.2 评价方法的选择..... | 63 |
| 5 定性、定量分析危险、有害程度的结果..... | 64 |
| 5.1 固有危险程度分析..... | 64 |
| 5.2 风险程度分析..... | 66 |
| 5.3 定性、定量评价结果..... | 69 |
| 5.4 事故案例分析..... | 70 |
| 6 安全条件分析..... | 74 |
| 6.1 建设项目外部安全条件分析..... | 74 |
| 6.2 安全可靠性分析..... | 79 |
| 6.3 生产工艺装置自动化控制分析评价..... | 80 |
| 6.4 安全管理可靠性分析评价..... | 88 |
| 7 安全对策措施、建议和结论..... | 92 |
| 7.1 对策措施与建议..... | 92 |
| 7.2 结论..... | 100 |
| 8 评价单位与建设单位交换意见..... | 103 |
| 附件 1 危险有害因素分析过程..... | 105 |
| 附 1.1 主要危险、有害物质及其危险、危害特性..... | 105 |
| 附 1.2 工艺及设备危险、有害因素分析..... | 120 |
| 附 1.3 安全管理缺陷危险性分析..... | 129 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 附 1.4 环境因素分析..... | 131 |
| 附 1.5 重大危险源辨识过程..... | 134 |
| 附件 2 选用的安全评价方法简介..... | 136 |
| 附 2.1 安全检查表法（SCL）..... | 136 |
| 附 2.2 预先危险性分析法（PHA）..... | 136 |
| 附 2.3 危险度评价法..... | 138 |
| 附 2.4 道化学火灾、爆炸指数评价法..... | 139 |
| 附件 3 定性、定量分析评价过程..... | 141 |
| 附 3.1 定性评价..... | 141 |
| 附 3.2 定量分析评价..... | 164 |
| 附件 4 评价依据..... | 170 |
| 附 4.1 法律、法规、规章..... | 170 |
| 附 4.2 国家标准、规范、规程..... | 171 |
| 附 4.3 依据的其他有关文件资料..... | 173 |
| 附件 5 报告附件目录..... | 174 |

1 安全评价工作经过

1.1 安全评价目的

(1) 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，确保中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造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，保证项目建成后在安全方面符合国家有关法律、法规和标准、规范的要求。

(2) 通过对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目的环境条件、地理位置、生产工艺过程、物料介质、主要设备设施、作业场所和操作条件等进行调研、分析，辨识生产过程中可能存在的危险、有害因素的种类、分布及危险、危害程度。

(3) 通过对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目的安全评价，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论。

(4) 为建设单位安全生产管理系统化、标准化和科学化提供依据和条件，为安全生产综合管理部门实施监督提供参考依据，为建设项目初步设计提供依据。

1.2 评价依据

- (1) 有关法律、法规、规定。
- (2) 技术标准、规范。
- (3) 建设项目的有关技术文件、资料。

评价依据的详细目录详见附件 4-评价依据。

1.3 评价对象及范围

根据该项目的实际情况，经与建设单位共同协商，本次评价对象

为中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目，评价范围为 11000Nm³/h 制氢装置改造内容，11000Nm³/h 制氢装置主要系统单元、设备及评价范围见下表：

表 1-1 11000Nm³/h 制氢装置工程内容一览表

| 装置 | 系统单元 | | 说明 | 备注 | 是否属于评价范围 | |
|------------------------------|-------------|-------|--|---|----------|---|
| 11000Nm ³ /h 制氢装置 | 反应器类 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 | |
| | 冷换类 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 | |
| | 容器类 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 | |
| | 加热炉 | 对流段 | | 拆除对流段,按11000Nm ³ /h产能重新设计并重建 | 改造 | 是 |
| | | 辐射段炉管 | | 更换 | 更换 | 是 |
| | | 炉顶燃烧器 | | 更换 | 更换 | 是 |
| | | 引风机 | | 更换 | 更换 | 是 |
| | | 鼓风机 | | 新增 | 新增 | 是 |
| | | 空气预热器 | | 更换 | 更换 | 是 |
| | | 其他设备 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 |
| | 旋转设备 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 | |
| 塔类 | 吸附塔 | | 更换塔底分布器、塔顶收集器,拆除进出口过滤器,现场热处理 | 更换、改造 | 是 | |
| | 其他设备 | | 全部利旧 | 利旧 | 否 | |
| 公辅设施 | 供配电 | | 第一变电站,郝现变稠油甲线和郝现变稠油乙线,双电源;加氢重整车间变、配电间及配电设施 | 依托 | 否 | |
| | 给排水 | | 厂区现有生产给水系统、消防给水系统、循环水系统、排水系统等 | 依托 | 否 | |
| | 供热 | | 厂区现有蒸汽管网 | 依托 | 否 | |
| | 化学水 | | 厂区现有除盐水、除氧水处理系统及相应管网 | 依托 | 否 | |
| | 火炬放空及气体回收 | | 厂区现有火炬放空系统 | 依托 | 否 | |
| | 消防 | | 厂区内现有消防站、气防站、火灾报警、蒸汽灭火系统 | 依托 | 否 | |
| | 制氮、供风 | | 厂区现有空压站、氮气站 | 依托 | 否 | |
| | 分析化验等辅助生产设施 | | 厂区内现有装置的分析化验等辅助生产设施 | 依托 | 否 | |
| | 自控仪表 | | 装置现有DCS及ESD控制系统 | 依托 | 否 | |

本项目所涉及原装置利旧设备不在本次评价范围内，本次评价仅描述符合性；本项目所涉及的供配电、给排水、制氮、供风、消防、化学水、供热、火炬放空系统等公辅设施均依托厂区内原有设施，不在本次评价范围内，本次评价仅描述其配套符合性。

凡涉及项目的环保问题、职业卫生评价、生活设施、项目界区外的运输及输送等，应执行国家有关规定和相关标准，不在本评价范围之内。同一厂区内的其他生产装置及配套设施不在本次评价范围。

1.4 工作经过和程序

1.4.1 前期准备

根据该项目的实际情况，与建设单位共同协商确定安全评价对象和范围。在充分调查研究安全评价对象和范围相关情况时，收集、整理安全评价所需要的各种文件、资料和数据。

1.4.2 安全评价

(1) 辨识危险、有害因素

运用危险、有害因素辨识的科学方法，辨识该项目可能造成爆炸、火灾、中毒等事故的危险、有害因素及其分布。分析该项目可能造成作业人员伤亡的其它危险、有害因素及其分布。

(2) 划分评价单元

根据建设项目的实际情况和安全评价的需要，将建设项目外部安全条件、总图布置、主要装置（设施）划分为评价单元。

(3) 确定安全评价方法

选择国际、国内通行的安全评价方法。

(4) 定性、定量分析危险、危害程度

(5) 分析安全条件和安全生产条件

(6) 提出安全对策措施与建议

(7) 整理、归纳安全评价结论

1.4.3 与建设单位交换意见

评价机构就该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。

1.4.4 编制安全评价报告

具体评价程序见下图：

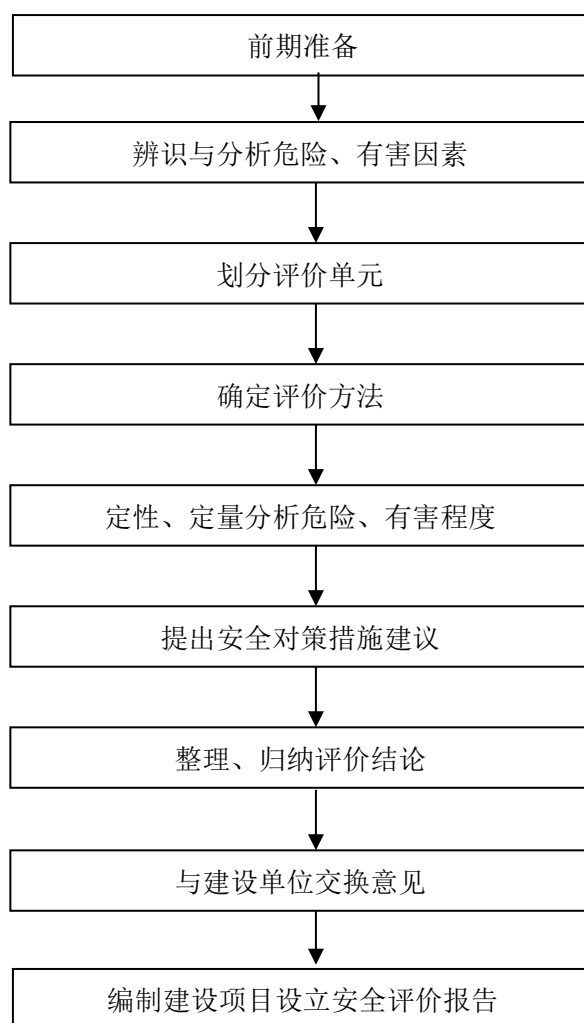


图1-1 设立安全评价程序框图

2 建设项目概况

2.1 建设单位基本情况

2.1.1 单位名称、类型、地址和法人代表

单位名称：中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂

公司类型：股份有限公司分公司（上市）

单位住所：东营市东营区郝纯路

负责人：罗京广

成立日期：2006年3月22日

2.1.2 企业概况

胜利油田分公司石油化工总厂（以下简称胜利石化总厂），位于山东省东营市东营区史口镇、龙居镇和郝家镇交界处，全厂占地面积2.3平方公里。其前身为稠油处理厂，依据国家计委计燃[1985]第1535号批复，1987年5月开工建设，1990年9月建成投产。1996年6月根据胜油局发编字[1996]45号文，胜利油田石油化工开发总公司更名为胜利石油管理局石油化工总厂。

（1）生产装置概况

胜利石化总厂现有生产装置：220万吨/年常减压装置、110万吨/年重油催化（FDFCC-III）装置、50万吨/年汽柴油加氢装置、100万吨/年柴油液相加氢装置、9200Nm³/小时干气制氢装置、1.5万吨/年硫磺回收装置、60万吨/年延迟焦化装置、15万吨/年催化重整装置、20万吨/年气体分馏装置和50万吨/年汽油选择性加氢装置等，主要产品有汽油、柴油、液化气、石脑油、硫磺、石油焦等。

企业现有装置涉及的重点监管危险化工工艺：裂化工艺（重油催化裂化装置）、加氢工艺（汽油选择性加氢装置、柴油加氢装置）；重点监管的危险化学品：汽油、原油、石脑油、液化石油气、氢气、

硫化氢、干气（甲烷）苯、乙烷、丙烷、乙烯等。

全厂装置和罐区构成一级危险化学品重大危险源。

（2）公用辅助工程概况

胜利石化总厂公辅工程较为完备而且余量较大，目前全厂新鲜水供水能力2400t/h，循环水17400t/h，污水处理能力500m³/h。供电能力35000kVA。中压锅炉5台供汽能力225t/h，供风能力686Nm³/min，供氮能力1500Nm³/h。油品储罐库容27.26×10⁴m³。火车装车台3座，汽车装车台3座。

（3）安全管理情况

企业总人数1900余人，设置安全环保科（专职安全管理人员10人），专、兼职安全管理人员50余人，由谷月刚担任安全总监，其中10人具有注册安全工程师资格证。企业成立了成立由总厂厂长任组长，分管副厂长任副组长，各职能部门负责人组成的安全、健康和环境（HSE）管理委员会。

企业按国家有关法律、法规的要求配备了厂级安全总监，设置了安全环保管理部门，负责对总厂各项劳动安全卫生工作实施全面的监督管理。各生产车间分别配备了专职的安全主任监督1名，辅助车间配备安全工程师或安全员，全面负责车间的安全监督管理工作，另外还有班组安全员，形成了横向到边、纵向到底的公司、车间、班组（作业组）的三级安全管理监督网络。

公司依据自身特点和实际情况，制订了各级、各岗位人员的安全生产责任制，并逐级进行考核。建立了较完善的安全管理体系，制订了安全方针及安全目标。

企业已取得安全生产许可证，证书编号（鲁）WH安许证字[2017]000060号，许可范围为汽油569300吨/年、柴轻油931800吨/

年、石脑油 58800 吨/年、硫磺 9100 吨/年、液化石油气 132600 吨/年、丙烯 4700 吨/年、氢气 9200Nm³/h、氮气 1500 Nm³/h、混合碳五 13400 吨/年、干气 96600 吨/年等，有效期至 2020 年 7 月 7 日。

企业已取得二级安全标准化证书，证书编号 AQBWH201500012。

2.2 建设项目基本情况

项目名称：制氢装置改造项目

项目性质：技术改造项目

项目投资：1180 万元，其中安全投入不低于 70.8 万元（投资比例不低于总投资的 6%）

本装置为转化制氢改造装置，改造目的是将产氢规模由 9200Nm³/h 提高至 11000Nm³/h。原装置采用轻烃水蒸汽转化工艺、变压吸附（PSA）技术制氢，改造后，工艺技术路线不变。通过对转化炉对流段拆除重建，对少部分管道、阀门等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集器的结构，可以实现将制氢规模由 9200Nm³/h 扩大至 11000Nm³/h 的目的。

项目在原厂区原有装置的基础上进行技术改造，不涉及新征土地。项目用地已于 2000 年 12 月 30 日取得《土地他项权利证明书》。

2.2.1 建设项目现状

（1）生产现状

石油化工总厂制氢装置于 1990 年竣工，1996 年投产，以天然气为原料，原设计能力为 5000Nm³/h 工业氢，由兰州石油化工设计院设计，1997 年改为以轻烃为原料。

2000 年因用氢量增加扩大到 6500Nm³/h，主要更换部分转化炉管，转化炉管新增加 12 根至总数 44 根，原料由轻烃改为石脑油。

2003 年根据生产要求将制氢装置扩能改造为 9200Nm³/h，原料改

为包括加氢干气、焦化干气和催化干气在内的混合干气。现有的制氢装置由洛阳石油化工设计院改造完成，同年 10 月投产，改造主要内容为增加新型的变温反应系统和导热油系统、更换加氢反应器和氧化锌脱硫槽、新增原料气压缩机、部分换热设备和转化炉对流段产汽系统的排管也进行更换。

2013 年，PSA 单元由原 8-3-3 流程升级改造为 8-1-3 流程，以提高装置氢气产量和装置运行性能。

现有 9200Nm³/h 制氢装置(拟改造装置)与东侧汽柴油加氢装置、和催化重整装置同属于加氢重整车间。开工时制氢装置稍提前开工进料，同时汽柴油加氢装置和催化重整装置进行置换、引原料油等操作，等制氢装置生产出合格氢气后，汽柴油加氢装置引入氢气进行置换和预硫化操作，同时重整预加氢装置也引制氢氢气进行生产，重整装置生产正常后产出重整氢气，和制氢氢气并入氢气管网，为总厂各用氢装置（包括汽柴油加氢装置）提供氢源。

停工时，汽柴油加氢装置逐步停用原料氢气，同时制氢装置和重整装置也相应进行降量操作，等汽柴油加氢装置彻底停用氢气后，重整装置也切除原料循环，最后制氢装置切断原料气进行相应后续停工操作。

因此三套装置在开工和停工时，相互关联度很高，属于同开同停，视为联合装置。

（2）建设项目安全许可情况

现有 9200Nm³/h 制氢装置（拟改造装置）是于 2003 年在原 6500Nm³/h 制氢装置的基础上进行扩能改造建成，原料改为包括加氢干气、焦化干气和催化干气在内的混合干气，由洛阳石油化工设计院于本次改造完成，并于 2003 年 10 月投产。

北京实华油海工程技术有限公司 2016 年 9 月对石化总厂进行了安全现状评价，评价范围包括了 9200Nm³/h 制氢装置，评价结论：

“中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂危险化学品具备安全生产的条件，符合国家危险化学品生产企业及有关国家规范、标准要求”，石化总厂危险化学品安全生产许可证书已于 2017 年 7 月延期至 2020 年 7 月。

(3) 建设项目法定检验、检测情况

9200Nm³/h 制氢装置现有压力容器共 34 台，均按照规定定期校验，下次校验时间为 2019 年 4 月；压力管道按照规定定期校验，下次校验时间为 2019 年 4 月；装置设置安全阀共 21 台，校验 14 台，下次校验时间为 2018 年 8 月，其余 7 台安全阀由于开工期间阀门无法切出，无法按期全面校验，目前安全阀运行状况良好，均按照规定办理了校验延期手续，计划 2018 年 6 月停工检修时校验；装置内 2 台固定式硫化氢和 15 台可燃气体检测仪表均按照规定每半年检验一次，下次检验时间为 2018 年 5 月 3 日。

2017 年 9 月 28 日，山东天科防雷工程有限公司对 9200Nm³/h 制氢装置的防雷装置进行了安全检测，并出具了《防雷装置检测报告》，检测结论为“所测数据符合国家防雷规范要求”，有效期至 2018 年 3 月 27 日。

2.2.2 项目来由和国家产业政策情况

(1) 国 V 汽柴油升级改造投产后，全厂氢气平衡存在缺口

总厂现有一套 9200Nm³/h 的干气制氢装置和 15 万吨/年固定床半再生重整装置提供氢气。目前，在汽油按国 V 质量标准、柴油国 IV 标准生产时，制氢装置产氢气量为 8200-8500Nm³/h，考虑到制氢纯度要求，当装置达最大负荷时，全厂氢气平衡已基本达到上限。按照

国家和中石化油品质量升级计划安排，2017年1月1日起京津冀及周边地区（含山东）汽油已全部达到国V标准，2019年1月起柴油全部达到国V标准。因此，石化总厂汽柴油全部按国V标准生产，氢气产量无法满足需求，存在约2000Nm³/h的氢气缺口，全厂氢平衡见下表2-1。为保障石化总厂汽柴油产品质量合格出厂，迫切需要对现有制氢装置进行扩能改造，增加全厂氢气供应，保证国V油品生产。

表 2-1 国 V 汽柴油质量升级后全厂氢平衡

| 序号 | 项目 | 纯氢 (Nm ³ /h) | 备注 |
|----|----------|-------------------------|---|
| 一 | 产氢 | | |
| 1 | 半再生重整 | 4000 | |
| 2 | 制氢 | 8600 | 制氢设计产氢 9200 Nm ³ /h, 为保证氢气纯度, 实际最大产氢量为 8600 Nm ³ /h |
| | 产氢合计 | 12600 | |
| 二 | 耗氢 | | |
| 1 | 汽、柴油加氢精制 | 5500 | |
| 2 | 液相柴油加氢 | 7000 | |
| 3 | 催化汽油加氢 | 1900 | |
| 4 | 硫磺 | 200 | |
| | 耗氢合计 | 14600 | |
| 三 | 氢气缺口 | 2000 | |

(2) 目前 PSA 系统阻力较大，影响制氢装置运行。

制氢装置实际生产运行中，在系统负荷较高，PSA 系统存在阻力较高的问题。其中：压缩机至转化炉入口段阻力为 0.2MPa；转化炉阻力 0.3MPa；变换段阻力 0.12MPa；变压吸附 PSA 吸附塔阻力 0.3MPa。各段压力均超出常规设计值（以上各段一般不超过 0.1MPa；0.25MPa；0.1MPa；0.1MPa）。初步分析的原因：除处理负荷较大导致的阻力升高外，吸附塔出口收集器的气体流通面积（开孔率）过小，导致阻力过大。系统阻力的增大问题，制约着吸附塔工作压力的提高，不利于制氢装置的产氢能力和氢气纯度的提高，还存着在一定安全隐患。急需对 PSA 系统实施优化改造。

因此，为增加氢气供应，保证石化总厂国 V 油品生产和质量合

格，以及消除制氢装置生产中存在问题和隐患，实施制氢装置优化改造非常必要。

根据《产业结构调整指导目录》（2011年，2013年修改版），该项目不属于淘汰类和限制类建设项目，符合国家产业政策要求。

根据东营市经济和信息化委员会出具《关于对东区经信发[2018]90号和93号的回复意见》，该项目符合东营市政府化工产业布局，准予备案。

2.2.3 主要技术、工艺和国内外同类项目水平对比

（1）工艺技术来源

本项目工艺技术由上海华西化工科技有限公司提供。

（2）主要工艺、技术对比

目前，拥有干气、天然气制氢技术的国外公司主要是法国的德希尼布（Technip），德国的鲁奇（Lurgi）、林德（Linde）和伍德（Uhde），英国的福斯特惠勒（Foster Wheeler）及丹麦的托普索（Topsoe）等，综合能耗基本在 11.30-12.56GJ/1000m³ H₂。干气制氢主要采用白热转化法和蒸汽转化法两种工艺，以 Technip、Uhde、Linde 三种蒸汽转化工艺为代表的蒸汽转化法最具优势，装置上应用最多。采用 Technip 工艺在加拿大建设的最大的单系列制氢装置规模已达 23.6×10⁴m³/h。

天然气制氢的工艺流程由原料气处理、蒸汽转化、CO 变换和氢气提纯四大单元组成：

① 原料气处理单元。主要是天然气的脱硫，采用 Co-Mo 催化剂加氢串 ZnO 的脱硫工艺。对于大规模的制氢装置内于原料气的处理量较大，因此在压缩原料气时，可选择较大的离心式压缩机。离心式压缩机可选择电驱动、蒸汽透平驱动和燃气驱动。

② 蒸汽转化单元。核心是转化炉，拥有天然气制氢技术的各大公司转化炉的型式、结构各有特点，上、下集气管的结构和热补偿方式以及转化管的固定方式也不同。虽然对流段换热器设置不同，但是从进 / 出对流段烟气温度数据可知，烟道气的热回收率相差不大。在近期的工艺设置上，各公司在蒸汽转化单元都采用了高温转化，采用较高转化温度和相对较低水碳比的工艺操作参数设置有利于转化深度的提高，从而节约原料消耗。

③ CO 变换单元。按照变换温度分，变换工艺可分为高温变换（350~400℃）和中温变换（低于 300~350℃）。近年来，由于注意对资源的节约，在变换单元的工艺设置上，一些公司开始采用 CO 高温变换加低温变换的两段变换工艺设置，以进一步降低原料的消耗。

④ 氢气提纯单元。各制氢公司在工艺中已采用能耗较低的变压吸附（PSA）净化分离系统代替了能耗高的脱碳净化系统和甲烷化工序，实现节能和简化流程的目标，在装置出口处可获得纯度高达 99.9% 的氢气。各制氢公司采用的 PSA 系统均是从 PSA 专利商处购买相关的设计和设备，国外主要 PSA 技术供应商有 UOP、Linde、Air Liquide 和 Air Products 公司。

催化剂、转化催化剂、变换催化剂和 PSA 吸附剂等多种催化剂。加氢催化剂一般使用 Co-Mo 或者 Ni-Mo 催化剂，寿命在 5 年以上，脱硫剂使用 ZnO，一般半年更换 1 次。各公司使用的转化催化剂型号不同，使用寿命均可达到 4~5 年以上，变换催化剂的寿命为 5 年以上。国外催化剂供应商主要有 Syntex、Sud-Chemie 及丹麦的 Topsoe 公司等。Topsoe 公司拥有除 PSA 吸附剂之外的天然气制氢的各种性化剂，其他公司则需要和制氢催化剂的生产商进行合作。

国内现有的大型、特大型天然气制氢装置多为国外引进技术，核心技术蒸汽转化工序仍需要采用国外的先进工艺技术，但在变换和 PSA 工艺技术方面，西南化工研究设计院开发的 PSA 技术已具有工业应用的条件。中、小型规模的天然气制氢装置也建有不少，主要采用自主开发的间歇式天然气蒸汽转化制氢工艺、加压蒸汽转化工艺和换热式两段蒸汽转化工艺。其中，加压蒸汽转化工艺在该领域内占有相当的优势，工艺成熟可靠，并在国内有各种规模（大、中、小型）多套工业化装置运行；换热转化工艺是一种节约天然气原料的技术，但受换热转化反应器设计的限制，目前国内仅在中、小型装置中使用。

安徽华东化工医药工程有限责任公司采用天然气、加氢干气、焦化干气、催化干气等气体原料，或液体原料作为制氢原料，以及任何比列的气液原料作为制氢原料，经过原料精制处理，与水蒸汽在催化剂的作用下，发生水蒸气转化反应，通过变换反应和 PSA 提纯工艺，生产纯度在 99~99.999%规格的氢气，满足不同用户的要求，其中制氢单系列规模从 200~60000Nm³/h，业绩近 70 套，主要包括盘锦北方沥青股份有限公司 15000Nm³/h 水蒸气转化制氢装置、中石化石家庄炼油厂 14000Nm³/h 水蒸气转化制氢装置、中石油兰州化学工业公司 11000Nm³/h 水蒸气转化制氢装置等。

（3）建设项目拟采用的工艺技术路线

原装置采用轻烃水蒸汽转化工艺、变压吸附（PSA）技术制氢，改造后，工艺技术路线不变。通过对转化炉对流段拆除重建，对少部分管道、阀门等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集器的机构，可以实现将制氢规模由 9200Nm³/h 扩大至 11000Nm³/h。

该项目采用的工艺技术均经过多年工业实践，技术成熟可靠，不存在技术风险。

2.2.4 本项目改造技术方案

国内轻烃蒸汽转化制氢技术自六十年代第一套 $2 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ 油田气制氢装置一次投产成功以来，取得了可喜的进展。最新的进展包括：（1）低水碳比、高转化温度，以降低原料和燃料消耗；（2）预转化工艺和后转化工艺（一种列管式的转化反应器）与常规转化炉的优化组合应用，以降低转化炉的燃料消耗；（3）应用现代节能技术，优化余热回收方案，以进一步降低装置能耗。

五十年来的工业实践表明，国内自行设计施工的制氢装置工艺可靠，开车方便，原料、燃料单耗和主要性能能量指标均已达到国际先进水平。

本装置是以轻烃（天然气、各种干气、轻石脑油）为原料制取工业氢的装置，造气工艺为水蒸汽转化法。

（1）原料精制工艺

现有装置的脱硫工艺采用成熟的氧化锌脱硫技术。为降低操作费用，确保装置长周期安全生产，设置两台 ZnO 脱硫反应器，即可串联也可并联操作，使 ZnO 利用率可达 100%，并可在不停工的情况下，更换脱硫剂。脱硫部分利旧。

（2）蒸汽转化工艺条件

①转化温度：由于转化炉管材质以及尾管材质限制，现有装置转化炉出口设计温度为 800°C ，实际操作控制 $780\sim 800^\circ\text{C}$ ，因此转化反应的深度不够，残余 CH_4 含量较高达 $3.0\sim 4.5\text{v}\%$ 。

为降低原料消耗，加大转化反应深度，结合国内制氢工艺的普遍设计条件以及转化炉炉管的生产水平，转化炉的出口温度由改造前的 800°C 提高到 840°C 。

②水碳比

本次改造将转化炉的出口温度由 800°C 提高至 840°C 后，由于高

温更有利于转化反应的发生，因此从化学平衡的角度来说，可以将水碳比适当降低。综合权衡后，水碳比可定为 3.2~3.5 (mol/mol)，设计值按 3.5 计。

③转化压力

本装置产氢压力要求为 1.2MPaG，转化炉入口压力 \leq 2.1MPaG，压缩机出口压力不变。

④转化入口温度

转化炉入口温度的选择主要取决于装置采用的原料。通常而言，原料中的 C1 含量越高、C2/C3+含量越低，转化炉入口温度可以适当提高；相反，C2/C3+含量越高，转化炉入口温度应适当降低，以避免烃类裂解积碳的情况发生。

对于本装置，由于原料复杂多变，且原料中含有 C2~C5 烃类，应将转化炉入口温度控制在 500℃左右。

根据目前转化炉管和催化剂性能水平，综合考虑原料种类、性质、消耗，催化剂寿命、装置投资等因素，对转化炉的操作条件选择如下：

转化入口压力 2.1MPa(G)

转化入口温度 500℃

转化出口温度 840℃

H₂O/C 3.5 (mol/mol)

(3) 一氧化碳变换流程的选择

CO 变换反应为放热反应，低温对变换平衡有利，可得到较高的 CO 变换率，进而可提高单位原料的产氢量。但为了简化制氢工艺流程，降低操作复杂性，通常 PSA 净化制氢工艺只采用一段变换工艺。转化反应出口的转化气中也含有大量的水蒸汽，其 H₂O/CO 达到 4.5~5.0 左右 (mol/mol)，高 H₂O/CO 比使得在较高的温度下也能达

到较深的变换深度。因此，制氢装置中的变换反应采用一段变换工艺即可。现有装置采用的是一段中温变换，变换催化剂采用铁系中变催化剂，恰好满足装置改造后的变换需求。变换部分利旧即可。

（4）热量回收流程的选择

现有装置的热量回收部分流程如下：中变气自中温变换反应器出口，经原料油加热器、锅炉给水第二预热器、锅炉水预热器、除盐水预热器回收热量后，其温度降低至 100~118℃左右，再经变换气水冷却器冷却分液后，进入 PSA 提氢单元。本次扩能改造至 11000Nm³/h 后，热量回收流程不变，但转化炉对流段已不能满足扩能后的要求，需对其进行改造重建。

（5）提氢工艺选择

现有装置的 PSA 提氢单元于 2008 年由 8-3-3 流程改为 8-1-3 流程，更改后的 8-1-3 流程处理能力大大提升，可完全满足本次改造至产氢 11000Nm³/h 的需求。因此 PSA 提氢单元仍可利旧，其程控阀、PSA 运行程序无需改动。

但从现有装置的运行情况来看，PSA 单元存在压降大的问题：产氢 9000Nm³/h 左右时，PSA 单元的压降达 0.25MPa 左右。压降集中在原料气总管和吸附塔顶之间，由于此段包含的管道较短，经计算压降并不大，因此基本可以判定是由于吸附塔的结构引起的压降问题。

经查看吸附塔的制造图纸，塔底分布器、塔顶收集器的开孔率小、含过滤器，这些设计原本可以满足最开始的 5000Nm³/h 制氢规模，但本装置经过多次改造后，产能提升了将近 1 倍，已不能满足现有的 PSA 运行要求。为解决吸附塔的压降问题，需要对吸附塔的塔底分布器、塔顶收集器进行更换改造，必要时，需要对吸附塔进行现场热处理。

（6）酸性水的回收利用

在变换气冷却过程中将产生大量的冷凝水，该冷凝水仅含有微量的二氧化碳、甲醇和氨。如果直接排放，将会污染环境或增加污水处理场负担。现有装置的设计是将工艺冷凝液经汽提塔汽提后，送出界区做除氧水用，既能减少污水排放，又可以节能。因此，本改造装置的酸性水处理方式仍可以利旧，酸性水泵也可以满足改造后的输送要求。

（7）PSA 解析气的利用

PSA 解吸气的特点是低热值（约 2100kcal/h）、低压（0.03Mpa）。针对 PSA 解吸气的上述特点，必须采用特制的火嘴，才能确保正常燃烧。为此，通常采用双套式燃烧火嘴，即可以直接燃烧高热值的天然气，也可以直接燃烧低压（0.03Mpa）低热值的 PSA 的解吸气，也可以同时燃烧高热值的气体和低压低热值的 PSA 的解吸气。其最大的优点是低压（0.03Mpa）低热值的 PSA 的解吸气不需加压，即可燃烧。

现有装置是以 PSA 解吸气和天然气为燃料，供转化炉燃烧。改造至 11000Nm³/h 后，仍采用该种方式，以 PSA 解吸气为主燃料，不足部分补充天然气。

但改造至 11000Nm³/h 后，装置规模增大，转化炉管出口工艺气温度由 800℃ 提高至 840℃，转化炉的热负荷提高，再考虑到现有燃烧器已使用近 13 年，为保证改造后的装置运行稳定正常，本次扩能改造需对燃烧器进行更换。现有装置解吸气总管管径为 DN200，当产氢量达到 9000Nm³/h 时，PSA 单元的解吸气放空阀打开，解吸气无法全量进入转化炉燃烧，经核算，解吸气总管的理论压降达到 15kPa/100m，这主要是由于解吸气总管尺寸过小引起的。为保证对

PSA 解吸气的充分利用，需要将解吸气总管管径扩大至 DN300，以降低管道压降。

(8) 转化炉部分改造

根据现有资料、标定数据分析，转化炉扩能存在的主要问题及需改造部分有：

①辐射段管系压降偏大，本次改造需更换辐射段管系（包括转化管、上下尾管、上下集合管、转油线等），并增大管径。

②从标定数据来看，炉膛同一高度测温点温差在 300-400 度之间，炉顶燃烧器燃烧状况好坏不一，另外提量至 11000Nm³/h 规模后，全炉热负荷也提高了，燃烧器需全部更换。

③由于制氢规模提高后全炉负荷增加，对流段烟气温度升高，原对流段换热面积、材质都有不足，加之原对流段炉管使用年限也较长，需拆除对流段，根据 11000Nm³/h 产能设计重新排管。

④由于制氢规模提高后全炉负荷增加，相应的烟风量增加，原风机（特别是引风机）难以满足改造后风量和压头要求，另外改造对流段需对风机位置重新布置，考虑更换引风机。

(9) 工艺管道和设备匹配性说明

制氢装置在原有 9200Nm³/h 的基础上进行 11000Nm³/h 改造，充分考虑到了现有的工艺管道及设备的压力等级和各项工艺参数，在不新增占地的情况下，通过对转化炉对流段拆除重建，更换全部燃烧器、炉管和上下猪尾管等，对少部分管道、阀门等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集器的机构等技改，使主要工艺操作条件与改造前基本保持一致，经过设计核算可以实现将制氢规模扩大至 11000Nm³/h 的生产目的。

2.3 地理位置、用地面积和生产规模、周边环境及总图布置

2.3.1 项目所在地理位置

该项目在胜利石化总厂厂内建设，该厂位于东营市西南约 11km 处，东南距史口镇约 2km。在该厂西面约 11km 处，黄河由西南向东北流入渤海。该厂北面有大赵家和小赵家两个村庄、稠油末站油库，北面 700m 处有一条东西向的排水渠-五干渠。

胜利石化总厂具有比较良好的交通运输条件。该厂东面约 2 公里处有张东铁路（张店到东营）自东北向西南通过，该条铁路与胶济铁路连通，东营境内设置了东营、史口及方家庄三个车站。

东营至济南、淄博均建有高速公路，公路交通也十分的便利。胜利石化总厂东面约 0.5km 处有郝纯 II 级公路自东北向西南通过，目前是该厂的主要对外交通道路。东营市与胜利石化总厂的道路已成网状连接。项目所在地理位置详见附图-建设项目区域位置示意图。

本项目所在厂区不位于下列地区：发震断层和抗震设防烈度为 9 度及以上的地区、生活饮用水源保护区、国家划定的森林、农业保护及发展规划区、自然保护区、风景名胜区和历史文物古迹保护区、山体崩塌、滑坡、泥石流、流沙、地面严重沉降或塌陷等地质灾害易发生区和重点防治区、采矿塌落、错动区的地表界限内、蓄滞洪区、坝或堤决溃后可能淹没的地区、危及到机场净空保护区的区域、具有开采价值的矿藏区或矿产资源储备区、水资源匮乏的地区、严重的自重湿陷性黄土地段、厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等工程地质条件恶劣地段、山区或丘陵地区的窝风地带，选址符合《石油化工工厂布置设计规范》（GB50984-2014）的规定。

2.3.2 占地面积和生产规模

项目在原厂区原有装置的基础上进行技术改造，不涉及新征土

地，制氢装置占地面积： $64\text{m} \times 78\text{m} = 4992\text{m}^2$ ，改造后，制氢规模由 $9200\text{Nm}^3/\text{h}$ 扩大至 $11000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

2.3.3 项目周边环境

(1) 本项目与厂外周边设施情况

厂区北侧：为末站路，路北为稠油厂末站油库、东营市海科化工集团公司（石化企业）、山东万通化工集团有限公司（石化企业）、沥青厂、大赵村、小赵村。

南侧：神驰化工集团有限公司（石化企业）、十一图村。

西侧：山东佳泰化工有限公司（石化企业）。

东侧：郝纯路，路东为商户。

该项目生产装置与周边企业、道路或居民区之间的关系及间距见表 2.3-1。

表 2.3-1 该项目与周边企业、道路及居民区之间的间距

| 方位 | 周边设施 | 与本项目装置间距 (m) | 标准要求距离 (m) | 标准依据 | 符合性 |
|-----------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|-----|
| 东 | 商户 | 1800 | ≥ 100 | GB50160-2008 4.1.9 | 符合 |
| | 郝纯路 | 1600 | ≥ 100 | 《公路安全保护条例》第十八条 | 符合 |
| 西 | 山东佳泰化工有限公司 (甲类装置) | 1255 | ≥ 40 | GB50160-2008 4.1.10 | 符合 |
| 南 | 神驰化工集团公司重油催化裂化装置 (甲类) | 780 | ≥ 40 | | 符合 |
| 北 | 十一图村 | 2500 | ≥ 100 | GB50160-2008 4.1.9 | 符合 |
| | 小赵村 | 1500 | ≥ 100 | | 符合 |
| | 大赵村 | 2700 | ≥ 100 | | 符合 |
| | 稠油末站油库 (甲类储罐) | 680 | ≥ 50 | GB50160-2008 4.1.10 | 符合 |
| | 东营市海科化工集团公司炼油厂 (甲类装置) | 760 | ≥ 40 | | 符合 |
| | 万通公司 (甲类装置) | 1150 | ≥ 40 | | 符合 |
| | 沥青厂 (甲类装置) | 950 | ≥ 40 | | 符合 |
| 末站路 (农工路) | 650 | ≥ 20 | GB50160-2008 4.1.9 | 符合 | |

备注：括号内指火灾危险性、防火间距起止点。

由上表可知，该项目与周边设施之间的间距符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）等标准、规范的要求。

(2) 本项目厂内周边环境

拟改造制氢装置位于厂区的中南部位置，其东侧为 50 万吨/年汽柴油加氢装置、15 万吨/年催化重整装置，西侧为 220 万吨/年常减压装置，南侧为第二给水加压泵站、循环水场和化学药剂设施，北侧从西至东依次为 105#原油罐区、1#原油罐区、2#加氢原料及柴油组分罐区。本项目改造设备均在原装置区内，未超出原装置界区。

表 2.3-2 该项目所在装置与厂内周边设备设施之间的间距

| 装置 | 方位 | 相邻装置或建构筑物名称 | 依据规范 | 防火距离 (m) | | 符合性 |
|-------------------------------------|----|--------------------------------------|--------------------------|----------|------|-----|
| | | | | 规范要求 | 实际距离 | |
| 11000Nm ³ /h 制氢装置(甲类) | 东 | 50 万吨/年汽柴油加氢装置(甲类) | GB50160-2008 第 5.2.9 | -- | 8 | 符合 |
| | 西 | 220 万吨/年常减压装置(甲类) | GB50160-2008 第 4.2.12 | ≥30 | 36 | 符合 |
| | 北 | 2#加氢原料及柴油组分罐区(乙类) | | ≥40 | 54 | 符合 |
| | 西北 | 1#原油罐区(甲类) | | ≥40 | 78 | 符合 |
| | 南 | 循环水场、化学药剂设施 (第二类全厂重要设施) 厂内主要道路 | | ≥35 | 50 | 符合 |
| | | | | ≥15 | 25 | 符合 |
| | 西南 | 第二给水加压泵站(第二类全厂重要设施) | | ≥35 | 90 | 符合 |

根据现场勘查，本项目与《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2011]第 591 号、2013 修订）第十九条规定的以下八大类场所的距离：

表 2.3-3 拟改造项目与法律法规予以保护区的安全距离

| 序号 | 法律法规予以保护区 | 周边环境实际情况 | 规定、规范要求的间距 | 结果 |
|----|--------------------|---|---|------|
| 1 | 居住区及商业中心、公园等人员密集区域 | 该项目距史口镇约 2500m，距大赵村约 2700m，距小赵村约 1500m，距离十一图村约 2500m，距离东侧商户约 1800m。 | 根据《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）4.1.9 条，甲乙类工艺装置距离周围居民区、村庄、公共福利设施距离不得小于 100m。 根据《石油化工企业卫生防护 | 符合规定 |

| 序号 | 法律法规予以保护区域 | 周边环境实际情况 | 规定、规范要求的间距 | 结果 |
|----|--|----------------------------------|--|------|
| 2 | 学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施 | 距离学校、医院、影剧院、体育场（馆）的距离大于 1000m | 《距离》（SH3093-1999）2.0.1 条，本项目化工装置距离居住区之间的卫生防护距离不应小于 150m。 | 符合规定 |
| 3 | 饮用水源、水厂及水源保护区 | 东距耿井水源 20000m，南距胜利油田纯化水厂 30000m。 | 《中华人民共和国水污染防治法》第 58 条禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目。 第 59 条禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。第 60 条禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。 | 符合规定 |
| 4 | 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、地铁风亭以及地铁站出入口 | 东距史口火车站约 20000m，距郝纯路 1900m。 | 《公路安全保护条例》（中华人民共和国国务院令 593 号）第十八条除按照国家有关规定设立的为车辆补充燃料的场所、设施外，禁止在下列范围内设立生产、储存、销售易燃、易爆、剧毒、放射性等危险物品的场所、设施： （一）公路用地外缘起向外 100 米； （二）公路渡口和中型以上公路桥梁周围 200 米； （三）公路隧道上方和洞口外 100 米。 | 符合规定 |
| 5 | 基本农田保护区、基本草原、畜禽遗传资源保护区、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 | 所在区域无畜牧区、渔业水域和种畜、水产苗种生产基地。 | 《基本农田保护法》第 17 条禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。 | 符合规定 |

| 序号 | 法律法规予以保护区域 | 周边环境实际情况 | 规定、规范要求的间距 | 结果 |
|----|--------------------|---------------------------|--|------|
| 6 | 河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区 | 北距五千渠 1700m, 南距四千渠 2500m。 | 《风景名胜区条例》第 26 条禁止在风景名胜区内修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；《中华人民共和国自然保护区条例》第 32 条在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。 | 符合规定 |
| 7 | 军事禁区、军事管理区 | 周围 1km 内无此类场所 | 《中华人民共和国军事设施保护法实施办法》第九条、第十条在水域军事禁区、水域军事管理区内，禁止建筑、设置非军事设施，禁止从事水产养殖、捕捞或者其他活动。 | 符合规定 |
| 8 | 法律、行政法规规定予以保护的其他区域 | 周围 1km 内无此类场所 | -- | 符合规定 |

由上表可知，拟改造装置与周边设施的安全距离符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）的规定，与《危险化学品安全管理条例》第十九条规定的场所、设施、区域间距符合有关法律、法规、标准、规范的要求。

2.3.4 项目所在地自然环境条件

（1）环境温度

| | |
|-------------|--------|
| 历年年平均气温 | 13.6℃ |
| 历年极端最高气温 | 38.2℃ |
| 历年极端最低气温 | -13.0℃ |
| 最热月（7月）平均温度 | 27.5℃ |

最冷月（1月）平均温度 -2.1℃

(2) 降雨量

历年年平均降雨量 612.8mm

历年最大年降雨量 726.9mm

历年最小年降雨量 534.1 mm

历年最大日降雨量 137.6 mm

历年平均暴雨日数 3.4 天

(3) 蒸发量

平均年蒸发量 1880.4mm

最大蒸发量 325.1 mm（5月）

最小蒸发量 37 mm（1月）

(4) 风力与风向

常年平均风速 3.65m/s

夏季平均风速 3.39m/s

冬季平均风速 3.47m/s

基本风压值 45kg/m²

常年主导风向 南偏东

夏季主导风向 南偏东

冬季主导风向 西北

风向频率图



(5) 最大冻土深度 0.64m

(6) 地震

区域地震设防烈度 7度（第二组）

基本地震加速度 0.10g

场地类别 III

结构设计使用年限按 50 年考虑。

(7) 雷暴日数 27.4d

2.3.5 总图布置

(1) 总图布置

厂区根据功能分区为办公区、生产区、公辅工程区、储存区。办公区位于厂区东南角，布置有综合办公楼、档案室。公辅工程区位于厂区南侧，布置有锅炉房、变电站、空压、制氮站、循环水场等设施。生产区位于厂区的中部，布置有常减压装置、原料预处理及减粘装置、重油催化裂化装置、柴油加氢装置、延迟焦化装置、硫磺回收装置、气分装置、制氢装置。储存区位于厂区东北侧，布置有液化气罐区、柴油罐区、汽油罐区。

拟改造制氢装置位于厂区的中南部位置，其东侧为 50 万吨/年汽柴油加氢装置、15 万吨/年催化重整装置，西侧为 220 万吨/年常减压装置，南侧为第二给水加压泵站、循环水场和化学药剂设施，北侧从西至东依次为 105#原油罐区、1#原油罐区、2#加氢原料及柴油组分罐区。该装置与厂内周边设施间距见表 2.3-3，符合《石油化工企业设计防火规范》的要求。

拟改造制氢装置与东侧的 50 万吨/年汽柴油加氢装置、15 万吨/年催化重整装置为联合装置，同属于石化总厂加氢重整车间。装置北侧从西至东依次布置有装置机柜间、车间办公楼、车间控制室。

装置内设备、建筑物平面布置的防火间距见表 2.3-4。

表 2.3-4 装置内设备、建筑物平面布置的防火间距检查表

| 序号 | 名称 | 相对方位 | 周边设施 | 防火间距(m) | | 标准依据 | 是否符合 |
|----|----------|------|---------------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | 规范要求 | 实际距离 | | |
| 1 | 制氢装置(甲类) | 北 | 加氢重整车间 机柜间 | ≥15 | 20 | GB50160-2008 5.2.1 | 是 |
| | | 东北 | 加氢重整车间 办公楼 | ≥15 | 29 | | 是 |

| 序号 | 名称 | 相对方位 | 周边设施 | 防火间距(m) | | 标准依据 | 是否符合 |
|----|---------------------|------|-----------|---------|------|-----------------------|------|
| | | | | 规范要求 | 实际距离 | | |
| | | | 加氢重整车间控制室 | ≥15 | 80 | | 是 |
| 2 | 转化炉(炉内辐射段操作温度高于自燃点) | 南 | 装置变、配电间 | ≥15 | 29 | | 是 |
| | | 东 | PSA解吸气分液罐 | ≥6 | 27 | GB50160-2008 5.2.4 | 是 |
| 3 | 天然气压缩机 | 西北 | 转化炉 | ≥9 | 48 | GB50160-2008 5.2.1 | 是 |

(2) 竖向布置

原制氢装置竖向布置采用平坡式,本次工程保持已有场地设计坡度、坡向,不再重新调整。中心控制室、配电室室内地坪标高 0.6m; 置内跨越道路管道桁架高度均高于 5.5m; 雨水排出方式现采用暗管(路边埋设雨水管),路面放置雨水蓖子。雨水由雨水蓖子至路边暗管,经汇集后的雨水外排至市政雨水管网。

(3) 道路及出入口

厂区设环形道路,主要道路宽 12m,次要道路宽 6m,采用公路型混凝土路面,转弯半径 12m,道路净空高度 5.5m。拟改造装置四周设有环形消防车道,装置内设有贯通式消防道路。

厂区设有四个出入口与厂外道路直接相连,东侧设有一处人流出入口、一处铁路出入口,北侧设有两处物流出入口。

2.4 项目涉及的主要原辅材料和品种名称、数量、储存情况

2.4.1 原料

本改造装置的原料为以焦化干气为主,不足的补充催化干气。焦化干气的最低流量约为 800Nm³/h,最高流量约 3000Nm³/h,平均流量取 2400Nm³/h。焦化干气设计流量取 2400Nm³/h,催化干气流量根据产氢量确定。

表 2.4-1 原料气规格

| 序号 | 项目 | 焦化干气 (v%) | 催化干气 (v%) |
|----|---------------------------------|-----------|-----------|
| 1 | H ₂ | 8 | 35.4 |
| 2 | CH ₄ | 57.35 | 21.57 |
| 3 | C ₂ H ₄ | 2.57 | 5.73 |
| 4 | C ₂ H ₆ | 19.16 | 11.71 |
| 5 | C ₃ H ₆ | 1.24 | 0.59 |
| 6 | C ₃ H ₈ | 2.26 | 0.46 |
| 7 | iC ₄ H ₈ | 0.05 | 0.11 |
| 8 | nC ₄ H ₈ | 0.05 | 0.1 |
| 9 | iC ₄ H ₁₀ | 0.1 | 0.38 |
| 10 | nC ₄ H ₁₀ | 0.08 | 0.19 |
| 11 | iC ₅ H ₁₂ | | 0.09 |
| 12 | nC ₅ H ₁₂ | | 0.02 |
| 13 | CO | 0.79 | 0.89 |
| 14 | CO ₂ | 0.16 | 1.26 |
| 15 | N ₂ | 7.19 | 20.57 |
| 16 | O ₂ | 1 | 0.93 |
| 17 | H ₂ O | | |
| 18 | 合计 | 100 | 100 |
| 19 | 温度, °C | 40 | 40 |
| 20 | 压力, MPa.G | 0.6 | 0.6 |
| 21 | 气量 Nm ³ /h | 2400 | 根据产氢量确定 |

2.4.2 辅助材料

现有装置主要辅助材料汇总见表 2.4-2, 改造后, 辅助材料用量不变。

表 2.4-2 化学药剂及辅助材料用量

| 序号 | 名称 | 型号及规格 | 成分 | 一次装入量 t (m ³) | 预期寿命 | 折合年用量 t | 备注 |
|----|--------|-----------|---|---------------------------|------|---------|----|
| 1 | 加氢催化剂 | JT-4 | CoO, MoO ₃ | 10.35 (14.8) | 3 | 3.45 | 总量 |
| 2 | 脱氯剂 | T408 | Ca | 2×0.48 (2×0.6) | 2 | 0.48 | 总量 |
| 3 | 氧化锌脱硫剂 | JX-4C | ZnO | 2×9 (2×8.2) | 2 | 9 | 总量 |
| 4 | 转化催化剂 | Z417/Z418 | NiO | 4.4 (4.4) | 3 | 1.47 | 总量 |
| 5 | 中变催化剂 | B113-2 | Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ | 9.36 (7.8) | 3 | 3.12 | 总量 |
| 6 | 吸附剂 | 多种 | Al ₂ O ₃ 、活性炭、分子筛 | 107.6 | 15 | 5.38 | 总量 |

2.4.3 燃料

转化炉燃料以 PSA 解吸气为主，规格见表 2.4-3，不足时补充天然气，燃料天然气规格见表 2.4-4。

表 2.4-3 PSA 解吸气规格

| 序号 | 组成 | 改造前 | 改造后 |
|------|------------------|-------|-------|
| 摩尔分率 | | V% | V% |
| 1 | H ₂ O | 1.23 | 1.22 |
| 2 | H ₂ | 33.1 | 32.67 |
| 3 | CH ₄ | 6.05 | 5.93 |
| 4 | CO | 6.24 | 6.1 |
| 5 | CO ₂ | 46.62 | 45.64 |
| 6 | N ₂ | 6.76 | 8.43 |
| 合计 | | 100 | 100 |
| 温度 | ℃ | 40 | 40 |
| 压力 | MPa(G) | 0.03 | 0.03 |

2.4-4 外部燃料气（天然气）规格

| 序号 | 项目 | 天然气 v% |
|----|---------------------------------|--------|
| 1 | H ₂ | |
| 2 | CH ₄ | 88.46 |
| 3 | C ₂ H ₆ | 2.41 |
| 4 | C ₃ H ₈ | 1.79 |
| 5 | iC ₄ H ₁₀ | 0.23 |
| 6 | nC ₄ H ₁₀ | 0.48 |
| 7 | iC ₅ H ₁₂ | 0.09 |
| 8 | nC ₅ H ₁₂ | 0.06 |
| 9 | C ₆ + | 2.66 |
| 10 | CO | 0.02 |
| 11 | CO ₂ | 2.31 |
| 12 | N ₂ | 1.27 |
| 13 | O ₂ | 0.19 |
| 14 | H ₂ O | |
| 15 | 合计 | 100 |
| 16 | 温度，℃ | 40 |
| 17 | 压力，MPa.G | 0.6 |

2.5 项目工艺流程和主要装置和设施的布局及其上下游生产装置关系

2.5.1 工艺流程简述

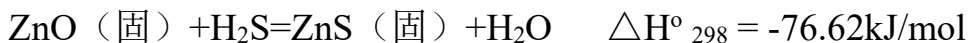
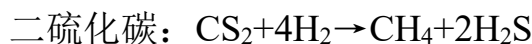
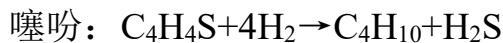
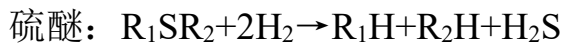
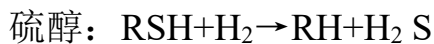
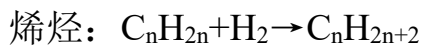
(1) 进料系统

由装置外来的焦化干气和催化干气在原料气缓冲罐中混合后，经压缩机加压至 2.4MPaG，进入原料精制部分。

(2) 原料精制部分

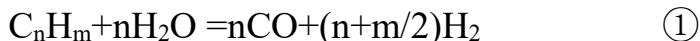
压缩后的原料气经过转化炉对流段与烟气换热至 270℃后，进入加氢反应器。现有装置设置了 1 台变温加氢反应器串联 1 台绝热加氢反应器，变温加氢反应器采用列管式反应器，加氢反应释放的热量由循环导热油连续取出。

270℃的原料气一部分经过变温加氢反应器后，再与剩余的原料气混合进入绝热加氢反应器，其出口气体温度约 380℃。在这两台加氢反应器中，均发生烯烃饱和反应和有机硫转化反应，然后进入氧化锌脱硫反应器。在氧化锌脱硫反应器中，硫化氢与氧化锌反应生成固体硫化锌被吸收下来。脱除硫化氢后的气体硫含量小于 0.2ppm，烯烃含量小于 ≤1%，进入转化部分，具体反应如下：



(3) 软化部分

精制后的原料气按水碳比 3.5 ($\text{H}_2\text{O}/\text{C}$, mol/mol) 与水蒸汽混合, 再经转化炉对流段预热至 500°C , 进入转化炉辐射段。在催化剂的作用下, 发生复杂的水蒸汽转化反应, 从而生产出氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳和水的平衡混合物。主要反应有:



以甲烷为主的气态烃, 蒸汽转化过程较为简单, 主要发生上述反应, 最终产品气组成由反应②③平衡决定。

烃类水蒸汽转化反应是体积增大的强吸热反应, 低压、高温、高水碳比有利于上述反应的进行。反应过程所需热量由转化炉顶部的气体燃料烧嘴提供, 出转化炉 840°C 高温转化气经转化气蒸汽发生器换热后, 温度降至 330°C , 进入中温变换部分。

(4) 变换部分

由转化部分来的约 330°C 的转化气进入中温变换反应器, 在催化剂的作用下发生变换反应:



将变换气中 CO 含量降至 3% 以下, 同时生产氢气。中变气经过原料油换热器、锅炉给水预热器、除盐水预热器进行热交换回收部分余热后, 再经中变气水冷却器冷却至 40°C , 经分水后进入 PSA 部分。

(5) 热回收及产汽系统

来自装置外的高压除氧水经过锅炉给水预热器、导热油/锅炉水预热器、锅炉给水第二预热器预热后进入汽包。锅炉水通过自然循环的方式分别经过转化炉产汽段、转化气蒸汽发生器产生 2.2MPa (G) 的饱和蒸汽。其中一部分经转化炉对流段过热至 450°C 后作为工艺配汽, 用于转化反应, 剩余蒸汽经减压至 1.0MPaG 后, 送出界区。

(6) PSA 部分

来自变换部分的中变气，自塔底进入吸附塔 A~H 中正处于吸附工况的塔（始终同时有 1 台），在其中多种吸附剂的依次选择吸附下，一次性除去氢以外的几乎所有杂质，获得纯度大于 99.9 的产品氢气，经压力调节系统稳压后送出界区。当吸附剂吸附饱和后，通过程控阀门切换至其它塔吸附，吸附饱和的塔则转入再生过程。在再生过程中，吸附塔首先经过连续 3 次均压降压过程尽量回收塔内死空间氢气，然后通过顺放步序将剩余的大部分氢气放入顺放气罐(用作以后冲洗步序的冲洗气源)，再通过逆放和冲洗两个步序使被吸附杂质解吸出来。逆放解吸气进入解吸气缓冲罐后再流入解吸气混合罐，和冲洗解吸气混合均匀后送出界区。

制氢装置工艺流程图见下图。

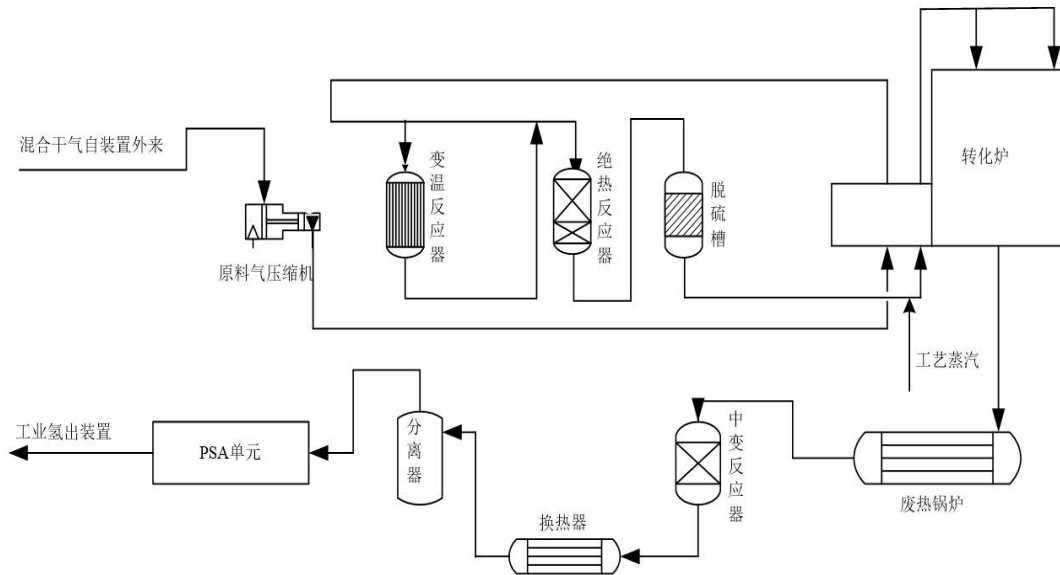


图 2.5-1 制氢装置工艺流程图

2.5.2 主要工艺参数

改造至 11000Nm³/h 后，主要工艺操作条件与改造前基本保持一致，具体见下：

(1) 变温加氢反应器

改造前后操作条件相同。

入口温度℃ 270（未变）

出口温度℃ 300

入口压力 MPa(G) 2.3

出口压力 MPa(G) 2.2

(2) 绝热加氢反应器

改造前后操作条件相同。

入口温度℃ 287

出口温度℃ 380

入口压力 MPa(G) 2.2

出口压力 MPa(G) 2.18

(3) 氧化锌脱硫反应器

改造前后操作条件相同。

入口温度℃ 380

出口温度℃ 360

入口压力 MPa(G) 2.18

出口压力 MPa(G) 2.15

(4) 转化炉辐射段

入口温度℃ 500

出口温度℃ 改造前 800，改造后 840

入口压力 MPa(G) 2.1

出口压力 MPa(G) 1.65

水碳比 mol/mol 改造前 4.13, 改造后 3.5

(5) 中温变换反应器

入口温度°C 改造前 360, 改造后 330

出口温度°C 改造前 425, 改造后 399

入口压力 MPa(G) 1.62

出口压力 MPa(G) 1.59

(6) 吸附塔

改造前后操作条件相同。

温度°C 40

压力 MPa(G) 1.57

(7) 转化炉对流段

改造前后操作条件相同。

操作条件详见报告表 2.5-3。

2.5.3 物料平衡

改造前产氢 9200Nm³/h 的物料平衡见表 2.5-1。

表 2.5-1 装置物料平衡 (产氢 9200Nm³/h)

| 项目 | | kg/h | Nm ³ /h | 备注 |
|----|------|-------|--------------------|--------|
| 入方 | 水蒸气 | 9963 | / | 自产 |
| | 焦化干气 | 2157 | 2400 | 装置外来 |
| | 催化干气 | 847 | 1107 | 装置外来 |
| | 合计 | 12967 | / | / |
| 出方 | 工业氢 | 833 | 9200 | 出装置 |
| | 解吸气 | 6746 | 5718 | 转化炉的燃料 |
| | 未反应水 | 5388 | / | 汽提后出装置 |
| | 合计 | 12967 | / | / |

改造后产氢 11000Nm³/h 的物料平衡见表 2.5-2。

表 2.5-2 装置物料平衡 (产氢 11000Nm³/h)

| 项目 | | kg/h | Nm ³ /h | 备注 |
|----|------|-------|--------------------|------|
| 入方 | 水蒸气 | 11724 | / | 自产 |
| | 焦化干气 | 2157 | 2400 | 装置外来 |

| 项目 | | kg/h | Nm ³ /h | 备注 |
|----|------|-------|--------------------|--------|
| | 催化干气 | 1555 | 2033 | 装置外来 |
| | 合计 | 15436 | / | / |
| 出方 | 工业氢 | 996 | 11000 | 出装置 |
| | 解吸气 | 8122 | 7006 | 转化炉的燃料 |
| | 未反应水 | 6318 | / | 汽提后出装置 |
| | 合计 | 15436 | / | / |

2.5.4 该项目与上下游装置关系

本制氢装置原料焦化干气来自石化总厂延迟焦化装置，催化干气来自重油催化装置；改造后主要产品为 11000Nm³/h 工业氢，产品氢供应胜利油田分公司石油化工总厂加氢重整车间气、柴油加氢装置，重油催化车间液相柴油加氢、汽油加氢，硫磺回收车间使用；副产的变压吸附尾气作为转化炉的燃料。

2.5.5 主要设备设施

本项目的设备设施改造主要是通过对转化炉对流段拆除重建，对少部分管道（辐射段炉管等）、阀门、引风机、炉顶燃烧器、空气预热器等设备等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集器的结构。

（1）转化炉

1) 转化炉管

转化炉管是在高温高压下工作的，所以对材料要求比较苛刻。

四川化机厂于 1985 年 2 月从美国阿贝克斯公司(国内引进的 Kellogg 型的转化炉管均用该公司技术生产)引进了制造离心浇铸管的设备和技术。目前，国内已有华星、华源、烟台玛努尔、久保联、托普等厂家能生产 HP、HK 系列的离心浇铸管，产品质量已达到国外同类产品指标，并已投入批量生产。国内几家化肥厂先后采用国产炉管在转化炉内试验，使用效果较好。在相同条件下，HP 系列炉管和 HK 系列炉管相比，具有使用温度高，许用应力大的特点，因此，

本次改造拟采用国产的 HP 系列炉管。

2) 下集合管

由于该制氢装置规模较小，转化炉下集合管的直径较小，采用热壁管（材质为 Cr2ONi32）较为经济合理。

3) 燃烧器

采用新型顶式燃烧器。

(2) 引风机

引风机由于风压偏低，需要更换，初选型号为 Y6-51-1No10D。

(3) 吸附塔

吸附塔为疲劳容器，采用美国 ASME 标准和中国 JB4732-95 进行应力分析计算和设计，所有设备设计寿命 15 年。

吸附塔的塔底分布器、塔顶收集器及对应过滤器已经不能满足 11000Nm³/h 产能的需求，造成吸附塔压降过大。因此，需对塔底分布器、塔顶收集器进行设计优化。为减少改造工程量，选择现场对塔底分布器、塔顶收集器进行拆除，重新安装，必要时对吸附塔进行现场热处理。

主要设备见下表：

表 2.5-3 设备一览表

| 序号 | 设备名称 | 数量(台/套) | 规格型号 | 操作条件 | | | 主体材料 | 改造内容 | 是否特种设备 |
|-----|--------------|---------|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------|---|--------|
| | | | | 介质名称 | 温度℃ | 压力MPaG | | | |
| 一 | 转化炉 (1 台) | | | | | | | | |
| 1 | 对流段 | | | | | | | 拆除原对流段, 按 11000Nm ³ /h 产能重新设计并重建 | 否 |
| 1.1 | 原料加热段炉管 | 32 | Φ89×8×3000 | 水蒸气、原料混合气 (催化干气、焦化干气) | 入口: 422 出口: 500 | 入口: 2.2 出口: 2.17 | TP347H | | |
| 1.2 | 过热蒸汽段炉管 | 36 | Φ89×8×3000 | 水蒸气 | 入口: 232 出口: 450 | 入口: 2.4 出口: 2.3 | P9 | | |
| 1.3 | 过热蒸汽段炉管 (翅片) | 12 | Φ89×8×3000 | 水蒸气 | 入口: 232 出口: 450 | 入口: 2.4 出口: 2.3 | P9 | | |
| 1.4 | 原料预热段炉管 | 16 | Φ89×8×3000 | 原料混合气 (催化干气、焦化干气) | 入口: 94 出口: 360 | 入口: 2.4 出口: 2.39 | T5 | | |
| 1.5 | 蒸发段炉管 (翅片) | 240 | Φ48×5×3300 | 饱和水、水蒸气 | 入口: 232 出口: 232 | 入口: 2.85 出口: 2.85 | 20G | | |
| 2 | 辐射段炉管 | 44 | Φ141×12(min) | 氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳等 | 入口: 500 出口: 840 | 入口: 2.1 出口: 1.65 | ZGCr25Ni35NbTi | 更换 | 否 |
| 3 | 炉顶燃烧器 | 18 | / | / | / | / | / | 更换 | 否 |
| 4 | 引风机 | 2 | Y6-51No11D | 烟气 | 150 | 2.2×10 ⁻³ | / | 更换 | 否 |

| 序号 | 设备名称 | 数量(台/套) | 规格型号 | 操作条件 | | | 主体材料 | 改造内容 | 是否特种设备 |
|----|-------|---------|---------------|--------------|--------------------|--------|-------|--------------------------------|--------|
| | | | | 介质名称 | 温度℃ | 压力MPaG | | | |
| 5 | 空气预热器 | 1 | 板式空气预热器 | 空气 | 入口: 297 出口: 146 | / | / | 更换 | 否 |
| 6 | 鼓风机 | 2 | G6-51No9D | 空气 | 20 | / | / | 新增 | 否 |
| 二 | 吸附塔 | 8 | Φ1800×9740×20 | 粗氢(氢气、二氧化碳等) | 40 | 1.57 | Q345R | 更换塔底分布器、塔顶收集器, 拆除进出口过滤器, 现场热处理 | 是 |

2.6 公用工程和辅助设施

该项目所涉及的供配电、给排水、制氮、供风、消防、化学水、供热、火炬放空系统等公辅设施均依托厂区内原有设施。

2.6.1 供配电系统

(1) 电源现状

胜利油田分公司石油化工总厂现有两个总变电站，即第一总变电所（稠油变）和第二变（石化变电站）。

重油催化裂化装置电源引自第一变电所。该变电所两路 35kV 电源分别经稠油甲线及稠油乙线引自郝现变电站，另有一路电源经梁油线引自（梁二）变电站，作为该站的备用电源，正常时冷备用。两台主变容量 10MVA（35kV/6kV），主要负荷为 6 个装置单元变电所用电，分别为：加氢变电所、一循环水变电所、硫磺变电所、重整变电所（为制氢装置供电）、常减压变电所，并有部分厂前用电及外供电负荷。

(2) 电压及用电负荷等级

全厂供电电源电压为~110kV、35kV；装置配电电压为~6kV、6/0.4/0.23kV；160kW 以上电动机配电电压为 6kV AC；160kW 以下电动机配电电压为 0.38kV AC；照明电压为 220V AC；低压系统控制电压为 220V AC；高压柜操作电源为 220V DC；检修照明电压 220V/12-36V AC；一级负荷中特别重要负荷由 UPS 供电；应急照明电源由 EPS 供电。

根据装置工艺生产运行情况对供电可靠性的要求，以及《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）关于电气负荷等级划分的有关规定，除本装置的 DCS 系统及可燃、有毒气体检测报警系统为一级负荷中的特别重要负荷外，装置的紧急停车系统及消防设施的用电为一

级负荷和除少部分辅助设施用电设备为三级负荷外，其余均为二级负荷。

本装置仅更换引风机比改造前需新增 380V 用电量为 20kW/h，其他用电设备均不变。厂区现有电源和供电系统能够满足新增用电负荷要求。

（3）配电线路

装置内配电电缆主要以电缆桥架沿工艺管架安装敷设，个别地方采用电缆沟充砂敷设。从电缆沟或电缆桥架至电动机采用穿钢管埋地敷设。

（4）照明方式及其配电

装置内照明主要分为工作照明、事故照明和检修照明。室外照明采用分散照明和集中照明相结合的方式，室外照明灯具在照明箱上集中控制。

事故照明用于当工作照明断电时，在所需要的场所设置的应急照明和疏散照明，应急照明采用 EPS 供电。

检修照明用于当正常照明不能照射到的地方使用的临时照明灯。检修照明采用移动式行灯。

装置内的照明配线均采用电缆穿镀锌钢管明配。

（5）爆炸危险环境的电气设备选择

本次改造仅在原位置更换部分设备，防爆区域划分维持现状，爆炸环境划分为气体爆炸危险 2 区。

本项目涉及物质中氢气的爆炸危险级别和组别最高，为 II CT。装置爆炸危险区域内选择的电气设备防爆等级为 EX d II CT4，符合防爆要求。更换的机组内所有电气设备均符合防爆要求。主电机的防爆等级不低于 eIIT3，其它用电设备不低于 dIICT4。

2.6.2 给排水系统

(1) 给水

石化总厂现有两个水源，第一水源辛安水源，DN500输水管道一条，水量为300-500m³/h；第二水源耿井水源，DN800输水管道两条，水量最大1900m³/h。厂内设有24000m³的新鲜水贮水设施。该厂现有新鲜水供水能力2400m³/h，全厂实际连续用量880m³/h。水源来水通过输水管道进入第一、第二加压泵站清水池。第一加压泵站加压泵加压后直接送至老区新鲜水管网；第二加压泵站清水池水泵送入清水罐，加压送至新区新鲜水管网。

本项目装置用水由第一加压泵站供给，设计水量 400m³/h，实际供水量 200m³/h，压力 0.4~0.6MPa。拟改造项目不增加新鲜水用水量，新鲜水用水量仍为 1t/h（间断），利用现有管网能够满足新鲜水用水需求。

(2) 循环水

循环水依托厂区现有循环水管网，装置改造后，循环水耗量仅增加 10t/h，现有循环水供应能力可以满足本项目用量。

(3) 消防水

装置改造后，消防用水需求量不变，依托现有装置消防水管网能够满足消防水需求。

(4) 化学水

本装置中变气余热用于将除盐水升温后，送出界区至除氧系统，外输压力为 0.35MPaG。本装置产汽所需除氧水为全厂系统供给，供给压力为 5.6MPaG。本装置的酸性水经汽提后，送出界区至除氧系统用作除氧水，外输压力为 0.86MPaG。根据负荷统计，改造前后装置化学水平衡表见表 2.6-1。

表 2.6-1 化学水负荷表 (单位 t/h)

| 序号 | 项目 | 除盐水 (t/h) | 热除盐水 (t/h) | 高压除氧水 (t/h) | 净化水 (t/h) |
|----|-----|-----------|------------|-------------|-----------|
| 1 | 改造前 | 50 | -50 | 18.8 | -5.3 |
| 2 | 改造后 | 60 | -60 | 22.8 | -6.3 |
| | 新增 | +10 | -10 | +4.0 | -1.0 |

由上表可见,改造后,制氢装置可多将 10t/h 的除盐水加热后送往全厂除氧系统。由于规模增大,多消耗 4t/h 用于产汽,同时多外输 1t/h 的净化水做除氧水用。除氧水供给系统依托现有装置能够满足新增新增除盐水处理需求。

(3) 排水

排水系统包括:含油污水、含盐污水、生产废水、含硫污水、凝结水回收、生活污水、事故消防水、污染雨水、清净雨水等。排水管网包括:含油污水管网(含油污水、含盐污水初期含油雨水)、生产废水管网、含硫污水管网、凝结水回收管网、生活污水管网及雨水管网。装置改造后,排水种类与现有装置一致。排水系统依托现有装置的排水系统管网。

1) 含盐污水:装置改造后,含盐污水排放量由为 0.57t/h 增加至 0.69t/h,污水处理依托厂区现有现有污水处理场,该厂现有两座污水处理场,总污水处理能力 500m³/h,目前实际处理量为 250m³/h(含化工污水 20m³/h),其污水处理能力能够满足新装置需要。

2) 生活污水:装置改造后,生活污水量无新增,依托现有管网能够满足要求。

3) 雨水:正常情况下,雨水管网收集无污染的雨水排入厂区内的雨水提升泵站,通过泵提升外排至厂区外厂区雨水系统。

当发生事故时,事故消防水、事故物料泄漏、事故污染雨水等通过雨水管网收集系统汇至厂区事故池。为了收集消防时的排水,工艺装置区和罐区界区线硬化地坪四周用明沟围绕,消防灭火时,消防排

水经明沟收集流入装置界区外的雨水管网，沿雨水管线，管线切换至应急事故提升水池。

装置改造后，依托厂区现有雨水管网能够满足雨水排放要求。

2.6.3 蒸汽系统

(1) 热回收及产汽系统

除盐水自装置外来经除盐水预热器预热至 80℃送外网动力系统除氧。自装置外来的锅炉给水经液位控制经过锅炉水预热器预热至 148℃，再分别进入导热油-锅炉给水预热器预热至 178℃，锅炉给水第二预热器预热至 238℃进入汽水分离器。锅炉给水通过自然循环的方式分别经过转化炉对流室第Ⅳ段（蒸汽发生段）、转化气蒸汽发生器产生 2.8MPa 饱和蒸汽约 20t/h。一部分饱和蒸汽经转化炉对流室第Ⅱ段（蒸汽过热段）过热至 450℃，作为转化反应工艺蒸汽；另一部分经压控阀减压到 1.0MPa，送至系统蒸汽管网。

(2) 蒸汽负荷

装置改造后，外输蒸汽由 8.4t/h 增加至 10.8t/h，装置自产 2.2~2.5MPaG 蒸汽，经减压至 1.0MPaG 后送出界区。

蒸汽管网依托现有装置，能够满足要求。

2.6.4 供风系统

厂区设有两座空压站，一空压站有2台40Nm³/min空气压缩机，6台20Nm³/min空气压缩机（有4台可用）；二空压站有3台压缩机，3台162Nm³/min空气压缩机，4套60Nm³/min微热再生干燥设备。目前两座空压站总供风能力686 Nm³/min。全厂需压缩空气243Nm³/min，其中净化风30Nm³/min，非净化风213Nm³/min。

装置改造后，所需的净化风消耗约150Nm³/h连续量，非净化风消耗约150Nm³/h 间断量，耗量与改造前基本一致。净化风和非净化风

供应依托现有装置。供风能力能够满足需要。

2.6.5 防雷、防静电

厂区内制氢装置属于第二类防雷构筑物。根据《石油化工装置物防雷设计规范》（GB50650-2011）、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2004）的有关要求，为了防止雷击，对原有装置第二类构筑物及其它设施按规范要求采取相应的防雷、防静电措施。防雷引下线充分利用建构筑物的钢构做防雷引下线，生产设备、管道、储罐设防雷、防静电接地设施。

装置区防雷接地、静电接地、工作接地、保护接地连接成一个共用的接地系统。装置的金属框架及塔壁厚大于4mm，利用本体作接闪器，不少于2点与接地系统相连接，接地电阻小于4欧姆。

2017年9月28日，山东天科防雷工程有限公司对9200Nm³/h制氢装置的防雷装置进行了安全检测，并出具了《防雷装置检测报告》，检测结论为“所测数据符合国家防雷规范要求”，有效期至2018年3月27日。

企业未对拟改造、更换设备的防雷、防静电情况进行详细介绍。

在下一步进行安全设施设计阶段，应严格按照《石油化工装置防雷设计规范》（GB50650-2011）对防雷防静电系统进行详细的设计。

2.6.6 供氮系统

全厂氮气站内设有1台5200Nm³/h空气压缩机、1套1500Nm³/h深冷制氮装置，2台氮气压缩机（型号：CW-0.36/6.5-3.0，每台氮气产量150m³/h、出口压力3.0MPa），5台活塞式氮气增压机，其中，4台中压氮气压缩机，1台高压氮气压缩机。中高压合计容量为1100Nm³/h，目前实际有效容量为700Nm³/h，4台50m³、压力为0.7MPa的液氮贮槽（氮气总贮存能力128000Nm³），气化器的总能力13000m³/h，

产品氮气纯度 $>99.999\%$ ，全厂设 2.5MPa 及 0.5MPa 两个压力的氮气管网。目前全厂氮气负荷约 $886\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

本项目改造完成后不新增氮气用量，所需的氮气消耗约 $200\text{Nm}^3/\text{h}$ 间断量，仅在开停工时使用，氮气供应依托现有装置。氮气供给能力能够满足需要。

2.6.7 消防系统

本项目依托厂区内原有消防系统，不新增消防设施。

(1) 全厂消防设施概况

1) 消防站

该厂现有企业专职消防站（中队）1座，消防站位于厂前区。消防站现配备8辆消防车，其中，泡沫消防车4辆、高喷消防车1辆、干粉消防车2辆、气防车1辆。消防站最远保护距离不超过 2.5km ，一旦发生火灾，消防车可在接报警后5分钟内到达着火现场。

2) 气防站

厂区内设有气防站一处，气防站配有救护车1台，担架2付，有毒气体和可燃气体检测仪各1部，空呼器2具，10升氧气瓶2只，空气充填泵1台，重型防化服2套，训练用心肺复苏模型1具，无线通讯车载台、对讲机各1部。

3) 消防供水

该厂消防水源来自纯化辛安水源，通过 $\text{DN}500$ 的PE管线向总厂区提供新鲜水，压力为 0.3MPa 。厂区设有2座 2000m^3 消防水池，1座 3000m^3 消防水罐，消防水有效储量为 7000m^3 。消防水泵房与新鲜水泵房（第二给水加压泵站）合建，共设4台电动消防水泵（3用1备），单台流量 $Q=100\text{L/s}$ ，扬程 $H=100\text{m}$ ，总供水能力 300L/s ；设有2台稳压泵（1用1备），单台流量 $Q=20\text{L/s}$ ，扬程 $H=80\text{m}$ 。

表 2.6-2 稳高压消防系统主要设施一览表

| 配置 | 名称 | 型号 | 流量 (m ³ /h) | 扬程 (m) | 数量 (台) | 备注 |
|--------------|-------------|--|---------------------------|-----------|-----------|---------|
| 稳高压消防 水系统 | 稳压泵 | XBD8/20 | 72 | 80 | 2 | 1 开 1 备 |
| | 强自吸 离心泵 | XBD10/100-ZX | 360 | 100 | 4 | 3 开 1 备 |
| 消防水池 (罐) | 1#、2# 水池 | 1#消防水池、2#消防水池：18x30x3.8=2052 m ³ 消防水罐 3000m ³ ，共有效容积=7000m ³ | | | | |

4) 火灾报警系统

消防站设有 119 专线两条，具有自动录音系统。各生产车间报警到消防队，消防队受警并出警。

为满足该工程安全防火的需要，除采用电话专用号“119”进行火灾报警外，在机柜间设置壁挂式火灾报警控制器（控制器电源引自仪表 UPS），集中控制装置室外装置区、变配电所及机柜间的火警信号。火警报警控制器与全厂火警系统联网。

在机柜间及变配电所适当位置设有点型感烟探测器、点型感温探测器、手动报警按钮、声光报警器及区域显示器，信号传输总线采用双绞线。室外装置区沿巡检路设防爆手动报警按钮，火警应急广播利用扩音对讲系统扬声器。

(2) 本项目装置区消防系统

本装置为改造装置，改造前后，消防系统配置需求以及消防水用量不增加，依托厂区制氢装置现有消防设施，能够满足消防需要。

1) 消防水

制氢装置的消防水由厂内消防泵站供给，用水量按 300L/s 考虑，火灾延续供水时间按不小于 3 小时，一次消防水量不小于 3240m³，消防水压力不小于 0.8MPa。厂区内现有消防设施能够满足本装置消防用水需要。

2) 装置区消防设施

①装置区采用移动及半固定式消防，依靠消防车及固定水炮扑灭火灾。装置区周围设置环状的消防水管道，管道上设置SS150/80-1.6的地上式消火栓5台，分别位于转化炉西侧、脱硫西侧、PSA系统北侧、原料气压缩机东侧、PSA系统东侧，在原料气分液罐V5001西侧、中变反应器R103西侧、瓦斯罐Z105南侧分别设置S100栓式消防箱。

②在装置区四周设置有3处消防水炮，分别位于转化炉西侧、脱硫西侧、PSA系统北侧。

③装置区设有1MPa蒸汽灭火系统，在压缩机西侧、氢气缓冲罐西侧、原料干气区、中部反应区东侧、脱硫区西侧、转化炉北侧、转化炉东侧分别设有半固定式灭火蒸汽快速接头，及长度为15m的耐热胶管。

④灭火器配置

为迅速扑灭装置的初起火灾，在装置内地面和地上各层构架平台上设有手提式及推车式干粉灭火器；控制室、机柜间、办公楼、配电间等设有手提式CO₂灭火器。

3) 火灾报警

装置区设有型号LD2200的手动火灾报警按钮6台，为防爆型，分别位于原料干气区东侧、酸水泵P5001东北侧、脱硫系统东侧、PSA系统南侧、鼓风机L102北侧、制氢配电室；在装置控制室、配电室等处设置有火灾报警控制器、火灾探测器、手动报警按钮和声光报警器等；自动报警、火灾信号传至消防控制室和消防站。

4) 气防设施

加氢重整车间在操作室东侧配置了空气呼吸器、防毒面具等防护用品，用于紧急情况的使用，气防设施见下表。

表 2.6-3 加氢重整车间气防设施配备一览表

| 器材名称 | 品牌/规格型号 | 数量 |
|---------|---------|-----|
| 空气呼吸器 | 斯博瑞安 | 1 套 |
| 空气呼吸器 | 梅思安 | 6 套 |
| 空气呼吸器 | 霍尼韦尔 | 1 套 |
| 气防柜 | 四门柜 | 1 个 |
| 防毒面罩 | TF-1 | 4 个 |
| 全封闭式防化服 | LG | 1 套 |
| 半封闭式防化服 | 杜邦 | 2 套 |
| 安全带 | 霍尼韦尔 | 2 条 |
| 防护面屏 | 3M | 2 个 |
| 防护眼镜 | MSA | 3 个 |
| 防护眼罩 | 3M | 3 个 |
| 防护耳机 | MSA | 4 个 |
| 防护短管 | / | 3 条 |
| 警戒绳 | / | 1 个 |

5) 气体报警器

制氢装置在可能有可燃气体（天然气、氢气、干气等）泄漏的地方设置了可燃气体检测报警探头；在可能泄漏有毒气体（硫化氢气体等）的地方设置了有毒气体报警探头；信号送至 DCS 指示和报警。制氢装置可燃有毒气体报警器安装情况见下表。

表 2.6-4 可燃有毒气体报警器情况一览表

| 序号 | 位号 | 检测介质 | 低报 值 | 高报 值 | 型号 | 测量范 围 | 位置 |
|----|--------------|-------------|------------|------------|------|---------------|----------------|
| 1 | AT-15 6-1 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | B1 塔南 |
| 2 | AT-15 6-2 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | C2 塔南 |
| 3 | AT-15 7-1 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 制氢西混合气缓冲罐 北 |

| 序号 | 位号 | 检测介质 | 低报 值 | 高报 值 | 型号 | 测量范 围 | 位置 |
|----|--------------|----------------------------|------------|------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| 4 | AT-15 7-2 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 制氢东混合气缓冲罐 北 |
| 5 | AT-11 1A | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 制氢转化炉顶火嘴东 南 |
| 6 | AT-11 1C | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 制氢转化炉下 |
| 7 | AT-11 1D | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 制氢转化炉 PV-103 南 |
| 8 | AT-11 2A | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | KS-3 | 0-100% LEL | 制氢老压机房 |
| 9 | AT201 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 压缩机 K3101/A 二级 入口上 |
| 10 | AT202 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 压缩机 K3101/B 二级 入口上 |
| 11 | AT001 01 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 天然气区 PV001A 北 |
| 12 | AT001 02 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 天然气区 PV001 南 |
| 13 | AT-11 01 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 二层压机西南 |
| 14 | AT-11 02 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 二层压机西北 |
| 15 | AT-11 03 | 可燃气体报 警器 | 25%L EL | 50%L EL | S104 | 0-100% LEL | 压缩机水站西南 |
| 16 | AT-11 3 | H ₂ S 气体报 警器 | 5PPm | 7PPm | TS4000/C R-1 | 0-30ppm | 原料气压机西 |
| 17 | AT-11 4 | H ₂ S 气体报 警器 | 5PPm | 7PPm | TS4000/C R-1 | 0-30ppm | 导热油泵 P-5002/2 西 |

2.6.8 自动控制

根据本装置工艺流程为连续生产的特点及要求, 现有装置采用分散控制系统 (DCS), 型号为 ABB AC460 控制系统, 可以满足改造后的需求。控制系统利旧。

DCS 与电气的计算机系统通讯, 机泵的启停状态、重要机泵的电流等运行状态接入 DCS 集中显示, 同时设置了紧急停车系统 ESD。

(1) 主要控制方案

1) 转化炉水碳比控制。

该控制方案利旧现有装置，能够满足要求。

2) 加氢和转化原料预热温度控制。

自压缩机来的原料气经对流段与烟气换热后，至变温加氢反应器。由于该处热负荷小，为应对原料气复杂多变的情况，需增加一个加氢原料混合器，通过喷水降温来控制加氢反应器入口温度。

转化炉入口处也需要设置一个转化原料混合器，用于控制转化炉入口温度。

3) PSA 自动优化控制

本装置的控制软件包可根据 PSA 进料量的大小、产品气 H₂ 分析的变化，适时地自动调整系统运行参数，优化装置的运行状况，而无须操作工调整。该功能可保证装置在处理量变化时、中变气组成、压力和温度变化时，均能自动保证产品的质量并获得最高的氢回收率。

4) 紧急停车 ESD

触发条件是汽包液位低限；结果是联锁切断加热炉燃料解吸气，联锁开启中压氮气阀，对转化炉进行充氮保护，联锁压缩机停车，系统压力调节阀打开，释放压力。

(3) DCS 系统配置

制氢装置利旧现有 DCS，改造后，新增的 I/O 点见表 2.6-3。现有 DCS 的备用量可以满足改造需求。

表 2.6-5 装置改造新增 I/O 点

| 序号 | 信号类别 | 检测及控制 |
|----|------|-------|
| 1 | AI | 8 |
| 2 | AO | 2 |

| 序号 | 信号类别 | 检测及控制 |
|----|------|-------|
| 3 | DI | 0 |
| 4 | DO | 0 |

(4) 主要仪表选型

现场仪表选型尽量选用技术先进、性能可靠、价格适中的产品，同等条件一般选用国产设备。需要防爆的现场仪表一般选用本安型电动仪表，防爆级别不低于 Ex dIICT4。

本装置需远传的仪表尽可能采用智能型仪表。

机组就地仪表、变送器、就地控制盘以及必须由机组供应商提供的控制系统等由机组供应商成套提供。主要仪表选型如下：

①温度仪表

就地温度指示仪表选用带外保护套管的万向型双金属温度计，刻度盘直径一般选用 100mm。需远传的测温元件选用带弹簧铠装热电阻/热电偶，测温元件不采用双式结构，需要在两地显示或要求备用或既要控制又要报警联锁时，选用两只单独安装的测温元件。

②压力仪表

压力表选用表壳直径 100mm，精度不低于 1.5 级；压力表有背部泄压安全措施。就地压力指示仪表采用不锈钢压力表。压力 $\geq 40\text{kPa}$ 时，选用弹簧管压力表；压力 $< 40\text{kPa}$ 时，选用膜盒压力表，特殊介质可选用隔膜压力表；有振动场合的压力表选用耐振压力表。

压力、差压远传选用智能型压力、差压变送器（4-20mA DC 标准信号叠加 HART 协议），测量压差或微压力选用差压变送器，测量腐蚀性、易堵、易凝介质的压力选用膜片密封式法兰压力变送器。

压力仪表测量元件的材料最低要求为 316SS 不锈钢。

c) 流量仪表

流量测量优先选用差压式流量计。

差压变送器的测量元件材料最低选用 316SS 不锈钢。

d) 执行机构

调节阀采用电动执行机构。

本次改造新增仪表规格数量表见表 2.6-6。

表 2.6-6 改造新增的仪表规格数量表

| 序号 | 类别 | 数量 |
|----|---------|-----|
| 1 | 双金属温度计 | 2 台 |
| 2 | 现场压力表 | 4 台 |
| 3 | 节流装置 | 2 套 |
| 4 | 智能压差变送器 | 2 套 |
| 5 | 调节阀 | 2 套 |

(5) 控制室

依托现有加氢重整车间控制室，满足要求。

(6) 仪表供风、伴热及用电

控制室及现场仪表供电设置仪表专用的不间断供电系统 (UPS)。当外供电中断时，不间断供电时间不少于 30min，使装置处于安全保护状态。UPS 冗余设置。

仪表供风依托现有装置。净化风指标：压力为 0.6MPa(G)，露点低于-45℃，粉尘粒径<3μm，含尘量<1mg/m³。装置设置净化风储罐，其容量能保证外网供风中断时，继续供装置内仪表使用 20~30min，以保证装置安全。

新增仪表的伴热采用蒸汽，依托现有装置，能够满足要求。

2.6.9 火炬放空及气体回收设施

厂区各生产装置和液态烃罐区排放出的可燃气体进入气柜系统回收利用，气柜的容积为 10000m³，处理能力为 3600m³/h。气柜系统设置有两台额定排气量为 1800m³/h 的压缩机。正常生产、

设备检修状态下进入回收管网的可燃气体全部经气柜进行处理，处理量一般在 2700m³/h。

厂区现有火炬高 80m，火炬筒体直径 1100mm，火炬头直径 600mm，尾气管径 630mm，最大排放量 20000m³/h。如果事故状态下气柜不能完全处理排放的可燃气体，则气体进入水封槽后排入主火炬系统燃烧后排放，火炬设自动点火系统。现有火炬系统最大排放能力为 20000m³/h。

改造后，火炬放空最大量由 15017Nm³/h 增至 18005Nm³/h。厂区现有火炬放空系统及气体回收设施可以满足改造后装置运行的需要。

2.6.10 储运设施

本装置所涉及物料均通过管道进行运输，不涉及储运设施。

2.6.11 分析化验

分析化验完全依托现有化验分析室，不增加新的分析项目。

2.6.12 电信工程

本次装置改造不涉及到电信系统改造。电信系统依托现有装置。厂内电信系统现有：行政/调度电话系统、数据通信及综合布线系统、无线对讲系统、火灾自动报警系统、扩音对讲系统、电视监视系统。

（1）行政管理电话系统

为满足正常通信要求，在机柜间及变配电所设置了行政管理电话。并接入现有行政管理电话系统。

（2）调度电话系统

在机柜间及变配电所设置了调度电话分机，并接入现运行的调度电话系统。

（3）无线通信系统

为便于装置开工、检修及巡回检查人员与操作室操作人员之间的通信联系，设有防爆集群手持机。手持式防爆无线对讲机的防爆等级为 ibIICT4，满足工作爆炸危险环境的防爆等级要求。

（4）扩音对讲系统

为保障各生产操作岗位之间、装置区与操作室之间的通信联络，并适应高噪声环境的通信要求，装置区内设置了独立扩音对讲系统。

2.6.13 建构筑物

本次改造仅更换部分设备，不增加新的土建工程量。

（1）建筑结构

生产装置：钢框架结构，现浇钢筋砼独立塔基础；塔区采用钢筋砼独立基础；泵基础为素砼基础；换热器基础采用钢筋砼独立基础；罐基础为圆形钢筋砼墩式基础或钢筋砼独立基础。

（2）结构防腐

除钢格栅板和压型钢板以外的钢结构构件均做防腐处理，所有钢结构均除锈后刷防腐涂料；基础、基础梁外表面刷环氧沥青涂层，基础、基础梁下设置混凝土垫层。

（3）钢结构防火

单元内设备承重钢框架、钢管架的梁、柱均刷无机厚涂型耐火层，其耐火极限不低于 1.5h。

反应器、转化炉等设备的承重钢构架均涂有水泥砂浆。立式容器支座设置厚型钢结构防火涂料，防火层厚度为 30mm，耐火极限不低于 3h。对内径 $\leq 1.2\text{m}$ 的容器，仅在裙座外表面设置防火层；内径 $> 1.2\text{m}$ 的容器，裙座内、外表面均设置防火层。

（4）抗震设防

根据《石油化工建（构）筑工程抗震设防分类标准》

(GB50453-2008)的规定,本装置变配电室、办公楼、控制室、制氢系统框架抗震设防分类为乙类,该装置前后期建设均按8度进行抗震设防,项目所在区域地震设防烈度为7度,符合提高1度进行抗震设防的要求,本次装置改造不增加新的土建工程,抗震设防符合要求。

2.7 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

表 2.7-1 危险化学品包装、储存、运输技术要求

| 序号 | 品名 | 项目采取的包装、储存、运输方式 | 包装、储存、运输的技术要求 |
|----|------|-----------------------|--|
| 1 | 焦化干气 | 本项目不涉及储存、厂内管线输送、不进行运输 | <p>储存要求： 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>包装要求：钢制气瓶</p> <p>运输安全： 采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。</p> |
| 2 | 催化干气 | 本项目不涉及储存、厂内管道输送、不进行运输 | <p>储存要求： 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>包装要求： 钢制气瓶</p> <p>运输安全： 采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。</p> |

| 序号 | 品名 | 项目采取的包装、储存、运输方式 | 包装、储存、运输的技术要求 |
|----|---------|-----------------------|---|
| 3 | 氢气 | 本项目不涉及储存、厂内管道输送、不进行运输 | <p>储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>包装方法：钢质气瓶。</p> <p>运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。</p> |
| 4 | PSA 解吸气 | 本项目不涉及储存、厂内管线输送、不进行运输 | <p>储存要求：</p> <p>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>包装要求：</p> <p>钢制气瓶</p> <p>运输安全：</p> <p>采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。</p> |

| 序号 | 品名 | 项目采取的包装、储存、运输方式 | 包装、储存、运输的技术要求 |
|----|-----|-----------------------|---|
| 5 | 天然气 | 本项目不进行储存、厂内管道输送、不进行运输 | <p>储存安全： 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与氧化剂、碱类分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。</p> <p>包装要求： 钢质气瓶；运输安全： 易燃压缩气体。储存于阴凉、干燥、通风良好的不燃库房。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。若是储罐存放，储罐区域要有禁火标志和防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。槽车运送时要灌装适量，不可超压超量运输。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。</p> |

2.8 安全投入

项目投资为 1180 万元，其中安全投入不低于 70.8 万元（投资比例不低于总投资的 6%），拟投资的安全设施类型见下表：

表 2.8-1 计划安全设施投资类型

| 序号 | 安全设施 |
|----|-------------|
| 1 | 安全阀 |
| 2 | 接地系统 |
| 3 | 有毒/可燃气体报警器 |
| 4 | 照明系统 |
| 5 | 消防设施 |
| 6 | 报警按钮 |
| 7 | 噪音检测器 |
| 8 | 梯子、平台 |
| 9 | 通风设施 |
| 10 | 劳动防护用品 |
| 11 | 消音器 |
| 12 | 阻火器 |
| 13 | 职业卫生及安全评价费用 |
| 14 | 应急救援措施费用 |

2.9 本项目劳动定员及安全管理

2.9.1 装置定员情况

本工程为改造项目，装置定员不变，定员依托原有制氢装置。本装置的定员编制依据中国石油化工总公司《炼油生产装置劳动定员》（Q/SH0304-2009），生产按四班三倒考虑。本定员包括操作人员、管理人员及分析化验人员。具体定员情况见下表：

表 2.9-1 11000Nm³/h 制氢装置劳动定员一览表

| 序号 | 岗位名称 | 班制 | 每班人数 | 合计 | 备注 |
|-----|-------|----|------|----|----|
| 1 | 管理岗位 | | | | |
| 1.1 | 车间主任 | 1 | 1 | 1 | |
| 1.2 | 车间副主任 | 1 | 1 | 1 | |
| 1.3 | 技术员 | 1 | 1 | 1 | |
| 1.4 | 安全员 | 1 | 1 | 1 | |
| 1.5 | 设备员 | 1 | 1 | 1 | |
| 1.6 | 分析化验 | 4 | 1 | 4 | |
| | 小计 | | 1 | 9 | |
| 2 | 生产岗位 | | | | |
| 2.1 | 班长 | 4 | 1 | 4 | |
| 2.2 | 内操 | 4 | 2 | 8 | |
| 2.3 | 外操 | 4 | 2 | 8 | |
| | 小计 | | 4 | 20 | |
| | 合计 | | | 29 | |

2.9.2 装置安全生产管理情况

本项目安全管理依托厂区加氢重整车间内原有安全管理组织机构，详见 2.1.2 章节。加氢重整车间现配备有兼职安全员 1 名，专职安全主任监督一名，负责本装置的安全监督管理工作，各班组设有兼职安全员。企业形成了横向到边，纵向到底的公司、车间、班组的三级安全管理网络机构。车间制定有完善的岗位安全责任制及车间安全管理制度，安全管理体系完善。本装置涉及仪表工、加氢工艺操作工均已取得特种作业证书，固定式压力容器操作人员已取得东营市质量技术监督局颁发的特种设备操作人员证。

3 危险、有害因素的辨识结果

3.1 物质的危险、有害特性

本项目生产过程中涉及的主要危险有害物质有催化干气、焦化干气、天然气、PSA 解吸气、氢气等，吹扫、置换过程采用氮气（压缩），仪表风采用压缩空气；根据企业提供的资料（详见第 2.4 节原料气及燃料气规格），催化干气、焦化干气中 CH_4 含量最高，危险性最大，催化干气、焦化干气的危险性类别均参照甲烷；PSA 解吸气中 H_2 含量最高，危险性最大，其危险性类别参照氢气。

根据《危险化学品目录》（2015 版），该项目生产过程中涉及的危险化学品包括：催化干气、焦化干气、天然气、PSA 解吸气、氢气、氮气（压缩），均不属于剧毒化学品。

根据《易制毒化学品管理条例》（中华人民共和国国务院令 445 号），该项目生产过程中不涉及易制毒化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》（2017 版），该项目生产过程中不涉及易制爆危险化学品。

根据《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版），该项目生产过程中涉及的重点监管的危险化学品包括： CH_4 、天然气和氢气。

（1）主要危险有害特性

催化干气、焦化干气、天然气、PSA 解吸气、氢气、氮气（压缩）等理化性能参数见下表：

3.1-1 主要危险物质及其理化性能参数

| 序号 | 物质名称 | 危化品目录序号 | 危险性类别 | CAS号 | 沸点(℃) | 自燃点(℃) | 闪点(℃) | 爆炸极限[% (V/V)] | 火灾危险性分类 | 职业性接触毒物危害程度分级 | 备注 |
|----|--------|---------|--------------------|-----------|--------|--------|-------|---------------|---------|---------------|--------------------|
| 1 | 焦化干气 | - | 易燃气体, 类别 1 加压气体 | - | - | - | - | 4.4~17 | 甲 | III | 主要成分甲烷, 其危险性类别参照甲烷 |
| 2 | 催化干气 | - | 易燃气体, 类别 1 加压气体 | - | - | - | - | 4.9~31.1 | 甲 | III | 主要成分甲烷, 其危险性类别参照甲烷 |
| 3 | 解吸气 | - | 易燃气体, 类别 1 加压气体 | - | - | 510 | - | 10.5~96.6 | 甲 | IV | 主要成分氢气, 其危险性类别参照氢气 |
| 4 | 氢气 | 1648 | 易燃气体, 类别 1 加压气体 | 1333-74-0 | -252.8 | 400 | - | 4~75 | 甲 | IV | |
| 5 | 天然气 | 2123 | 易燃气体, 类别 1 加压气体 | 8006-14-2 | - | 540 | - | 5~15 | 甲 | III | |
| 6 | 氮气(压缩) | 172 | 加压气体 | 7727-37-9 | -195.6 | - | - | - | 戊 | IV | |

(2) 危险有害物质的分布情况

涉及的主要危险有害物质分布情况见下表：

表 3.1-2 主要危险物质分布位置一览表

| 主要危险部位 | 主要危险有害物质 |
|---------|---------------------|
| 压缩机 | 焦化干气、催化干气 |
| 加氢反应器 | 氢气、甲烷、乙烷、乙烯、丙烯、丙烷等 |
| 脱硫反应器 | 氢气、甲烷、烯烃、硫醇、硫醚、硫化氢等 |
| 转化炉 | 氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳 |
| 中温变换反应器 | 一氧化碳、氢气 |
| PSA 吸附塔 | 氢气、甲烷、一氧化碳 |

3.2 危险、有害因素的辨识

根据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986），结合《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2009），综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，对该项目可能存在的主要危险、有害因素进行辨识与分析。

该项目生产过程中主要的危险有害因素为火灾、爆炸、中毒，其他的危险有害因素有：触电、灼烫、高处坠落、物体打击、机械伤害、容器爆炸，此外还存在高低温、噪声、粉尘等职业危害。

该公司存在的主要环境危险因素有雷电、地震和腐蚀，均可通过一定的技术、管理措施得到有效控制；与周边环境设施之间的影响较小，但不排除特殊情况下，可能发生的第三方破坏。

主要危险有害因素分布情况见下表：

表 3.2-1 主要危险有害因素分布位置一览表

| 主要危险部位 | 主要危险有害物质 | 主要危险有害因素 |
|--------|---------------------|----------|
| 压缩机 | 焦化干气、催化干气 | 火灾、爆炸、中毒 |
| 加氢反应器 | 氢气、甲烷、乙烷、乙烯、丙烯、丙烷等 | 火灾、爆炸、中毒 |
| 脱硫反应器 | 氢气、甲烷、烯烃、硫醇、硫醚、硫化氢等 | 火灾、爆炸、中毒 |
| 转化炉 | 氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳 | 火灾、爆炸、灼烫 |

| 主要危险部位 | 主要危险有害物质 | 主要危险有害因素 |
|---------|------------|----------|
| 中温变换反应器 | 一氧化碳、氢气 | 火灾、爆炸、中毒 |
| PSA 吸附塔 | 氢气、甲烷、一氧化碳 | 火灾、爆炸、中毒 |

3.3 重大危险源辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）进行辨识，11000Nm³/h 制氢装置未构成危险化学品重大危险源。

根据《中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂重大危险源评估报告》（北京实华油海工程技术有限公司 2016 年 8 月），原加氢、制氢联合装置（制氢装置和汽柴油加氢精制装置）作为一个单元辨识，构成四级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂生产装置总体构成二级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂应按照一级危险化学品重大危险源管理。

4 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分

4.1.1 单元划分原则

划分评价单元的一般性原则是按生产工艺功能、生产设施设备相对独立空间、危险有害因素类别及事故范围划分评价单元，使评价单元相对独立，具有明显特征界限。

常用的评价单元的划分原则有：

- 1) 以危险、有害因素的类别为主划分；
- 2) 以装置和物质的特性划分。

通过对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目生产工艺过程中的危险、有害因素分析，结合该项目的特点和具体情况，本次评价按工艺流程，兼顾平面布置和装置特性及其公用工程和辅助设施中的危险、有害因素的相似特性等进行评价单元的划分。

4.1.2 划分评价单元

为了对该项目进行深入的评价，既要抓住重点，分清主次，同时又不漏掉主要危险，不过分夸大其危险性，提高本次评价的准确性，根据该项目的生产工艺特点、危险有害因素的分布状况、便于实施评价的原则，依据被评价项目的实际情况和安全评价的需要，以装置、设施和工艺流程的特征划分为4个评价单元：

- (1) 项目选址及总平面布置单元；
- (2) 工艺装置与系统单元；
- (3) 公用工程及辅助设施单元；
- (4) 安全管理单元

4.2 评价方法的选择

为了达到对工程进行系统、科学、全面的评价目的，针对工程主要危险、有害因素的分析，遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则，定性评价与定量评价相结合，选择安全评价方法。根据本工程特点，本次评价选择以下4种评价方法：安全检查表、预先危险性分析法、危险度评价法及道化学火灾爆炸指数评价法。其中安全检查表法及预先危险性分析法为定性评价，危险度法及道化学火灾爆炸指数评价法为定量评价。

在具体评价中，针对各单元的不同特点，有选择地应用上述评价方法。

表 4-1 各单元评价方法一览表

| 评价单元 | 选用的评价方法 |
|--------------|--------------------------|
| 项目选址及总平面布置单元 | 安全检查表法 |
| 工艺装置与系统单元 | 预先危险性分析法、安全检查表法、危险度法、DOW |
| 公用工程及辅助设施单元 | 安全检查表法 |
| 安全管理单元 | 安全检查表法 |

5 定性、定量分析危险、有害程度的结果

5.1 固有危险程度分析

5.1.1 具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况（温度、压力）

本项目涉及的主要危险有害物质为干气、氢气、天然气等，主要危险有害因素是火灾、爆炸、中毒等，其在工艺中的控制因素和状态如表 5.1-1（部分数据来源于该项目的可行性研究报告，部分数据由企业提供，生产装置区物料存量按照正常生产系统半小时量计算（根据物料平衡表计算））。

表 5.1-1 危险物品数量、浓度、状态和所在场所及状况

| 序号 | 危险物质名称 | 数量 (t) | 浓度 (含量%) | 状态 | 存在场所 | 状况 | |
|----|----------------|--------|----------|----|---------|----------|----------|
| | | | | | | 温度(℃) | 压力 (MPa) |
| 1. | 原料气（催化干气、焦化干气） | 1.856 | - | 气体 | 制氢装置转化炉 | 840~1050 | 2.1 |
| 2. | 氢气 | 0.498 | - | 气体 | 制氢装置转化炉 | 840~1050 | 2.1 |
| | | | | | 制氢装置吸附塔 | 40 | 2.1 |
| 3. | 天然气 | 0.269 | - | 气体 | 制氢装置转化炉 | 840~1050 | 2.1 |
| 4. | PSA 解吸气 | 4.061 | - | 气体 | 制氢装置吸附塔 | 40 | 2.1 |
| 5. | 氮气 | 少量 | 99.5 | 气体 | 制氢装置 | 常温 | 0.6 |

5.1.2 定量分析该项目涉及具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品的固有危险程度

具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯的质量：

$$W_{TNT} = aWQ/Q_{TNT}$$

其中： W_{TNT} ，具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯的质量，kg；

a 为蒸气云当量系数（统计平均值为 0.04，取值 0.04）；

W 为蒸气云中可燃气体质量，kg； Q 为可燃气体的燃烧热，J/kg；

Q_{TNT} 为 TNT 的爆炸热，J/kg（4230--4836kJ/kg，一般取平均 4500kJ/kg）

5.1-2 爆炸与可燃物质的燃烧发出热量和 TNT 当量

| 序号 | 危险物质名称 | | 燃烧热 (kJ/ mol) | 质量 (t) | TNT 当量 (t) |
|----|---------------------------|-------------------------------|---------------|--------|------------|
| 1 | 原料气 | H ₂ | 285.8 | 0.27 | 0.97 |
| | | CH ₄ | 890.31 | 0.65 | |
| | | C ₂ H ₄ | 1411.0 | 0.11 | |
| | | C ₂ H ₆ | 1558.3 | 0.47 | |
| | | C ₃ H ₆ | 2049 | 0.04 | |
| | | C ₃ H ₈ | 2217.8 | 0.062 | |
| 2 | 氢气 | | 285.8 | 0.498 | 0.63 |
| 3 | 天然气 (以 CH ₄ 计) | | 890.31 | 0.269 | 0.13 |
| 4 | 解吸气 | H ₂ | 285.8 | 0.102 | 0.199 |
| | | CH ₄ | 890.31 | 0.073 | |
| | | CO | 283.0 | 0.024 | |

5.1.3 具有可燃性的化学品质量及燃烧后放出的热量

具有可燃性的化学品燃烧后放出的热量，详见下表：

表 5.1-3 可燃性化学品质量及燃烧后放出的热量一览表

| 序号 | 危险物质名称 | | 燃烧热 (kJ/ mol) | 质量 (t) | 燃烧热 (kJ) |
|----|---------------------------|-------------------------------|---------------|--------|--------------------|
| 1 | 原料气 | H ₂ | 285.8 | 0.27 | 3.8×10^7 |
| | | CH ₄ | 890.31 | 0.65 | 3.7×10^7 |
| | | C ₂ H ₄ | 1411.0 | 0.11 | 5.6×10^6 |
| | | C ₂ H ₆ | 1558.3 | 0.47 | 2.4×10^7 |
| | | C ₃ H ₆ | 2049 | 0.04 | 1.91×10^6 |
| | | C ₃ H ₈ | 2217.8 | 0.062 | 3.15×10^6 |
| | | 合计 | | | |
| 2 | 氢气 | | 285.8 | 0.498 | 7.1×10^7 |
| 3 | 天然气 (以 CH ₄ 计) | | 890.31 | 0.269 | 1.5×10^7 |
| 4 | 解吸气 (以氢气计) | H ₂ | 285.8 | 0.102 | 1.46×10^7 |
| | | CH ₄ | 890.31 | 0.073 | 4.06×10^6 |
| | | CO | 283.0 | 0.024 | 2.4×10^5 |
| | | 合计 | | | |

5.1.4 具有毒性化学品的浓度及质量

该项目所涉及物料原料气 (焦化干气、催化干气)、天然气、PSA

解吸气均具有一定毒害性，其浓度及质量详见表 5.1-1。

5.1.5 具有腐蚀性化学品的浓度及质量

该项目不涉及有腐蚀性化学品。

5.2 风险程度分析

5.2.1 化学品泄漏的可能性

(1) 易发生泄漏的设施：该项目易发生泄漏的设施可归纳为五类：反应器、管道、挠性连接器、阀门、储罐、泵等。

1) 管道：包括管道、法兰和接头，其典型泄漏情况和裂口尺寸分别取管径的 20%-100%、20%和 20%-100%。

2) 挠性连接器：包括软管、波纹管和绞接器，其典型泄漏情况和裂口尺寸为：

①连接器本体破裂泄漏，裂口尺寸取管径的 20%-100%。

②接头处的泄漏，裂口尺寸取管径的 20%。

③连接装置损坏泄漏，裂口尺寸取管径的 100%。

3) 阀门，其典型泄漏情况和裂口尺寸为：

①阀壳体泄漏，裂口尺寸取管径的 20%-100%；

②阀盖泄漏，裂口尺寸取管径的 20%；

③阀杆损坏泄漏，裂口尺寸取管径的 20%。

4) 泵：其典型泄漏情况和裂口尺寸为：

①泵体损坏泄漏，裂口尺寸取与其连接管径的 20%-100%；

②密封压盖处泄漏，裂口尺寸取管径的 20%。

(2) 从人-机系统来考虑造成各种泄漏事故的原因主要有 4 类：

1) 设计失误

①设备（储罐）基础设计错误，如地基下沉，造成容器底部产生裂缝，或设备变形、错位；

②选材不当，如强度不够，耐腐蚀性差、规格不符等；

③布置不合理，如泵和输出管没有弹性连接，因振动而使管道破裂；

④选用机械不合适，如转速过高、耐温、耐压性能差等；

⑤选用计测仪器不合适；

2) 设备因素

①加工不符合要求；或未经检验擅自采用代用材料；

②加工质量差，特别是不具有资格证的焊工焊接质量差；

③施工和安装精度不高，如泵和电机不同轴、管道连接不严密等；

④对安装的设备没有按《机械设备安装工程及验收规范》进行验收；

⑤设备长期使用后未按规定检修期进行检修，或检修质量差造成泄漏；

⑥阀门损坏或开关泄漏，未及时更换；

⑦计测仪表未定期校验，造成计量不准；

⑧设备附件质量差，或长期使用后材料变质、腐蚀或破裂等；

3) 管理因素

①没有制定完善的安全操作规程；

②对安全漠不关心，已发现的问题不及时解决；

③没有严格执行监督检查制度；

④指挥错误，甚至违章指挥；

⑤让未经过培训的工人上岗，知识不足，不能判断错误；

⑥检查制度不严，没有及时检修已出现故障的设备，使设备带病运行。

4) 人为失误

- ①误操作，违反操作规程；
- ②判断错误，如记错阀门位置而开错阀门；
- ③思想不集中或擅自脱岗；
- ④发现异常现象不知如何处理。

5.2.2 造成爆炸、火灾事故的条件

火灾、爆炸事故发生的条件包括存在可燃物质、存在点火源及助燃物质，其中爆炸事故形成的原因还包括易燃物质与助燃物质形成了爆炸环境。出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件见下表：

表 5.2-1 火灾、爆炸事故发生的条件

| 可燃物质泄漏 | 存在助燃物质 | 存在点火源 |
|---|---------------------------|--|
| 1、设备与管线泄漏 ①由于热力作用、材料腐蚀造成穿孔； ②焊缝开裂出现裂纹； ③外力破坏引起的泄漏事故； ④施工质量差； ⑤管材质量差； 2、阀门、法兰泄漏 ①机泵长期运转造成密封泄漏； ②法兰垫片破损或选材不当； ③安装不当。 易发部位：机泵各设备进出口阀门。 | 易燃、易爆物质泄漏到空气中，与氧气等助燃物质接触。 | 点火源： 1、明火源 ①点火吸烟； ②焊接或维修设备时违章动火； ③外来人员带入火种； ④其他火源； 2、火花 ①使用钢制工具作业产生撞击火花； ②电器火花，防爆电器质量不好，电缆接头不良； ③静电火花，管道跨接不良。 |

5.2.3 出现爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围

本报告采用道化学火灾爆炸指数评价方法对制氢装置转换炉单元进行评价，评价结果得出制氢转化炉发生火灾爆炸时，以转化炉泄漏点作为暴露区域的中心，暴露半径为33.1m，暴露面积为3440.21m²，通过安全措施补偿后暴露半径为21.5m，暴露面积为1451.47 m²。

从发生事故的概率来看，在实际运行过程中，由于装置设置有自

控系统、安全联锁保护系统等，从工艺参数、自动控制、设备选材选型、可燃有毒气体检测报警、火灾报警、消防、安全管理等各方面均采取了一系列安全措施，虽然发生该类事故的后果严重，但项目发生该类的恶性事故的可能性（概率）非常小，计算模拟事故结果只能作为建设单位对生产项目进行风险管理和事故应急抢险的参考意见。

5.3 定性、定量评价结果

5.3.1 安全检查表评价结果

采用安全检查表法对厂制氢装置改造项目的4个单元中采取的措施情况进行检查、分析、评价。评价结果汇总如下：

表 5.3-1 安全检查表评价结果汇总表

| 单元 | 项目选址及总平面布置单元 | 工艺装置和系统单元 | 公用工程及辅助设施单元 | 安全管理单元 | 合计 |
|-------|--------------|-----------|-------------|--------|-----|
| 总检查项数 | 18 | 32 | 30 | 21 | 101 |
| 符合项 | 18 | 21 | 25 | 21 | 85 |
| 不符合项 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 未说明项 | 0 | 11 | 5 | 0 | 16 |

5.3.2 危险度分析评价结果

根据危险度评价法，制氢装置改造项目危险度评价分级如下：转化炉单元、PSA 吸附单元危险度均为 I 级，属高度危险。

5.3.3 道化学火灾爆炸指数评价法评价结果

对制氢装置转化炉单元火灾、爆炸危险指数初期评价和最终评价计算过程见附件 3。火灾爆炸危险指数评价结果汇总如表所示。

表 5.3-2 装置火灾爆炸危险指数评价结果汇总

| 单元 | 结果 | | | | | |
|-----|--------|-------|------|-----|----------|------|
| | 火灾爆炸指数 | | 危险等级 | | 暴露半径 (m) | |
| | 固有 | 补偿后 | 固有 | 补偿后 | 固有 | 补偿后 |
| 转化炉 | 129.1 | 83.92 | 很大 | 较轻 | 33.1 | 21.5 |

从上表中可以看出，转化炉单元的初始火灾爆炸危险等级为“很大”，说明该装置的固有火灾爆炸危险性较大。但经过补偿后，所有单元的火灾爆炸危险等级都降为“较轻”，说明该装置在采取安全措施和预防手段的条件下，火灾爆炸危险等级降低，能达到可以接受的程度。

因此，在生产过程中，必须加强安全管理，采取严格的安全防护措施，并确保各项安全措施有效实施，才能保证生产的安全运行。

5.4 事故案例分析

1 加热炉闪爆事故

(1) 事故经过

2002年7月11日上午14:30，某厂制氢装置原料预热炉点火时，操作人员刚把火把伸进点火孔，炉膛即刻发生闪爆，火焰从点火孔、看火孔喷出，造成现场操作的一名操作工胳膊烧伤，加热炉辐射段衬里全部脱落。

(2) 事故原因

a.事故发生后，对预热炉点火前串入可燃气的的原因进行了认真地调查分析，检查发现火嘴前手阀泄漏严重，点火前操作工打开高点放空排凝时，瓦斯通过内漏的阀1进入炉膛，形成爆炸混合气，遇火把发生闪爆。

b.操作工安全意识不强，违反加热炉点火操作规程，点火前未分析炉膛内爆炸气，只凭经验用蒸汽吹扫炉膛，是严重的违章操作。

(3) 整改及预防措施

a.立即更换内漏的阀门，并在火嘴前增加一道手阀，减少或杜绝瓦斯内漏的可能性。

b.严格执行加热炉点火操作规程，点火前必须分析炉膛内爆炸气，确认合格后才能点火。

c.进一步加强员工自我防护意识教育，提高员工自我保护能力和处理危险问题的能力，在进行加热炉点火这种危险作业时，首先要做好自我防护，人不要站在点火孔正下（上）方，要尽量远离点火孔，同时将身体加以遮挡，避免人身事故的发生。

2 氢气高点排空，雷击起火事故

（1）事故经过

2003年8月11日17:50分，某制氢装置酸性水汽提塔顶放空线遇雷击着火。岗位人员紧急启用塔顶放空线消防蒸汽，将火扑灭。

（2）事故原因

灭火后，查找事故原因，发现PSA入口的中变气第四分水罐液位出现偏高假指示，液控阀在自动状态下全开，酸性水减空后，导致大量中变气串入CO₂酸性水汽提塔，随塔顶放空线排入大气，遇雷击着火。

（3）整改及预防措施

a.立即联系仪表工处理好分水罐液位指示，调整分水罐液位至正常。

b.加强岗位人员责任心教育、考核，督促其认真盯表、巡检，及时发现仪表问题。

c.夏季雷雨季节，做好防雷击安全检查。。

3 阀门内漏，氢气着火伤人事故

（1）事故经过

2002年6月1日，某厂制氢装置的氢气线上要加流量表。6月5日19时，车间安排岗位人员将阀1、阀2、阀3关闭，并将导淋阀1打开进行管线撤压，撤压结束后将导淋阀1关闭。6月6日下午15时10分，厂调度处、车间共同到现场确认阀2、阀3之间是否达到加盲板条件，将阀1打开检查管线内氢气是否放净，随后开大导淋阀

1, 阀门开大后管线内的氢气突然从导淋阀 1 处喷出着火, 将在导淋下开阀的刘某、王某二人轻度灼伤。消防队接火警后, 迅速赶到现场进行掩护并对周围管线降温处理。并关闭阀 1、阀 5、阀 6, 氢气放火炬撤压, 15 分钟后火焰熄灭。事后检查该线阀 1、阀 2、阀 3、阀 4 四道阀门全部内漏, 使化肥厂来的 2.3MPa 的氢气通过内漏的阀门从导淋处喷出引发着火事故。事故现场氢气线流程见图 5-1。

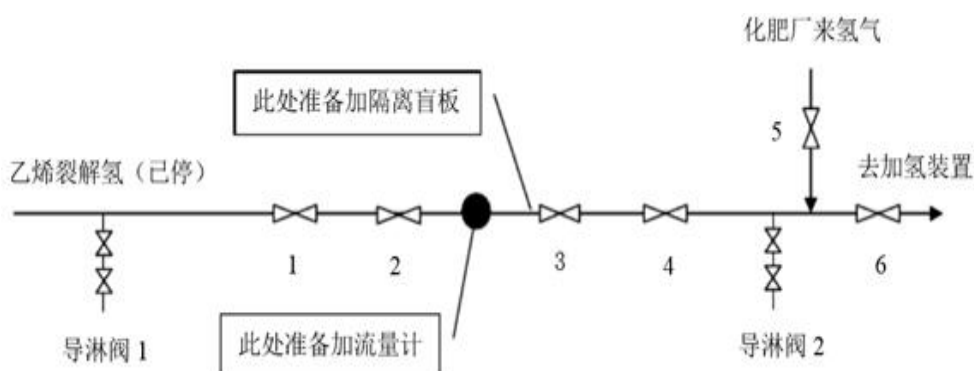


图 5-1 事故现场氢气线流程

(2) 事故原因

a. 氢气线上阀 1、阀 2、阀 3（阀 4 关不动）长期未检修致使阀门内漏，导淋阀 1 处有铁锈存在使导淋不畅，当阀门开大后铁锈与氢气一起喷出，氢气因流速高产生静电而着火。

b. 处理问题前厂调度处虽然组织召开了讨论会，但车间制定的方案过于简单，没有制定详细的防范措施和注意事项，也没有对氢气的危险性有充分认识。

c. 员工个人防护意识不强，思想上麻痹大意，开导淋时未采取保护措施，而且两人同时站在导淋的下面，导致氢气喷出着火后将两人同时灼伤。

d. 此处管线设计上存在缺陷，一是氢气管线上无压力表，无法确认管线内氢气是否放净；二是氢气线上无高点放空，低点撤压时有铁锈将倒淋堵塞。

（3）整改及预防措施

a.将内漏的阀 1、阀 2、阀 3、阀 4 进行了更换，以防止重复事故的发生。同时针对氢气易泄漏的特点，对装置界区的氢气阀门，建议更换密封性能好的奥伯特（ORBIT）阀。

b.在阀 2、阀 3 之间增加压力表和高点放空。便于直接观察管线内氢气压力，减少或防止排空时阀门堵塞。

c.处理问题前必须制定详细施工方案和安全防范措施，尤其是处理氢气、高温高压、易燃易爆等特别危险的介质时，必须制定出详细的防静电着火、防自燃着火、防烫伤以及防着火伤人事故的安全措施，施工方案要经有关处室审批。

d.进一步加强员工自我防护意识教育，提高员工自我保护能力和处理危险问题的能力，特别是在处理易产生静电着火的氢气时，排空一定要缓慢，有条件时要用蒸汽掩护，人不要站在排空点下面，要尽量远离排空点，同时将身体加以遮挡，避免人身事故的发生。

6 安全条件分析

6.1 建设项目外部安全条件分析

6.1.1 建设项目周边环境情况

(1) 建设项目周边环境

该项目在胜利石化总厂厂内建设，该厂位于东营市西南约 11km 处，东南距史口镇约 2km。

厂区北侧：为末站路，路北为稠油厂末站油库、东营市海科化工集团公司（石化企业）、山东万通化工集团有限公司（石化企业）、沥青厂、大赵村、小赵村。

南侧：神驰化工集团有限公司（石化企业）、十一图村。

西侧：山东佳泰化工有限公司（石化企业）。

东侧：郝纯路，路东为商户。

该项目与厂外周边企业、设施的防火间距符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）等标准规范的要求。

该项目距离史口中心卫生院和东营西郊医院均约 5km，事故状态下能够提供及时的救护。

拟改造制氢装置位于厂区的中南部位置，其东侧为 50 万吨/年汽油柴油加氢装置、15 万吨/年催化重整装置，西侧为 220 万吨/年常减压装置，南侧为第二给水加压泵站、循环水场和化学药剂设施，北侧为从西至东依次为 105#原油罐区、1#原油罐区、2#加氢原料及柴油组分罐区。本项目改造设备均在原装置区内，未超出原装置界区，该项目与厂内周边设施的防火间距符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）等标准规范的要求。

(2) 建设项目周边 24 小时内生产经营活动和居民生活情况

经现场勘察，该建设项目周边 24 小时内生产经营活动情况见下

表。

表 6.1-1 建设项目周边人员情况

| 方位 | 单位名称 | 24 小时内最多人口数 |
|----|-------------|-------------|
| 东 | 汽柴油加氢装置 | 10 |
| | 中心化验室 | 15 |
| 北 | 装置机柜间 | 无人值守 |
| | 厂区主要道路 | 流动人员 |
| | 加氢原料及柴油组分罐区 | 5 |
| 东北 | 加氢重整车间办公楼 | 15 |
| | 加氢重整车间控制室 | 55（交接班时） |
| 西 | 常减压蒸馏装置 | 20 |
| 南 | 第二给水加压泵站 | 无人值守 |
| | 循环水场 | 已经停用，无人 |
| | 厂区主要道路 | 流动人员 |
| 东南 | 动力站 | 12 |
| | 安全楼、仪修、氮气站 | 30 |
| 西北 | 原油罐区 | 4 |
| 北 | 装置配电间 | 无人值守 |
| 北 | 重催车间办公室 | 15 |

(3) 建设项目与《危险化学品管理条例》第十九条规定的场所和区域的距离

根据现场勘查，本项目与《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2011]第 591 号、2013 修订）第十九条规定的八大类场所的距离符合有关法律、法规、标准、规范的要求，具体分析见 2.3.3 章节。

6.1.2 建设项目内在危险有害因素对周边单位或居民生活的影响

本项目与周边单位、生产装置、设备设施的间距符合国家现行防火、防爆、安全等法律规范要求。

本项目中涉及到的物料大部分为易燃易爆气体，其对周围环境的影响主要是火灾、爆炸。在正常生产状况下本项目不会对周边设施和生产单位构成威胁，但若泄漏可能发生火灾爆炸等事故，若爆炸波及

到邻近设备设施，则其危害更大。11000Nm³/h 制氢装置与装置东侧气、柴油加氢装置为联合装置，构成上下游关系，若发生事故，引发连锁反应，有可能造成厂区内用氢装置的生产中断、操作人员中毒或伤亡、周边道路堵塞、行人车辆受到伤害的危险，甚至发生连锁泄漏、火灾、爆炸、中毒事故，存在造成厂区内相邻装置的操作人员中毒或伤亡的危险。

在装置区内的设备、管线及其连接管件、法兰等在工艺设计合理、操作运行平稳、正常维护保养情况下，其发生泄漏的机率应该在可控范围内。在生产运行中企业只要加强本项目易燃易爆区域的火源管理、设置火灾报警、可燃气体检测报警、应急关断等各项安全措施，加强安全管理和事故应急演练，确保各项安全设施可靠、有效，便可有效地避免事故发生并将事故消灭在初期状态，将火灾、爆炸事故对周边设施、居民区、道路交通带来的风险降低到可接受的程度。

6.1.3 建设项目周边单位或者居民生活对建设项目的影晌

胜利石化总厂周边企业、村庄距离该项目的装置设施都较远，防火间距符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）的规定和要求，居民的日常生活活动不会对该项目造成太大影响。厂区周围设有围墙，厂区出入口设有门卫，严格限制人员进入，除恶意破坏外，周边居民的日常生产、生活不会对生产装置、设施造成不良影响。

该项目周边生产装置多为危险性高的石油化工生产装置，生产过程中使用的原料及产品具有易燃、易爆、有毒有害和腐蚀性。一旦周边装置发生火灾、爆炸、有毒物质泄漏等重大事故，将会对本项目生产装置正常运行造成严重的影响。

胜利石化总厂根据生产装置的生产特点和区域布置，制定有多项、专项应急预案和防范措施，在及时启动预案、正确处置的条件下

可以将事故影响控制在可控范围内。

6.1.4 建设项目所在地自然条件的影响

建设项目受自然条件影响的危险、有害因素主要包括地震、雷击、暴雨、大风、高气温及寒冷等不良气象条件和地质灾害。

(1) 地震

建设项目所在地区的地震基本烈度为 7 度。一旦发生强烈地震或地层塌陷；建（构）筑物抗震设防能力不足、设备及管架支撑强度不够；可能造成建（构）筑物和设备装置倒塌、管道扭曲及容器损坏及公用工程水、电、汽骤停；同时使易燃物料等危险化学品大量泄漏，泄漏的物料遇引火源进而可引发火灾、爆炸造成人员伤亡和财产损失。

该项目在根据该地区地震基本烈度情况，按照《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016 年版）和《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50453-2008）的有关规定和要求进行抗震设防，同时企业和车间制定各种自然灾害情况下的应急救援预案，可做到防患于未然，救灾于已然。

(2) 雷电

项目所在区域每年均有雷暴发生。厂区内的工艺装置、建构筑物、输电线路和用电设备等，若生产、储存场所防雷设施不完善，不能覆盖应保护的区域，或防雷设施失效，均有可能遭受雷击而造成设备和设施毁坏或遭到破坏，雷击可能导致物料泄漏，并可能引发火灾爆炸、中毒、窒息等灾害事故，造成人员伤亡及财产损失。雷电产生的接触电压和跨步电压可造成作业人员触电，雷击导致电气设备绝缘损坏也可使作业人员遭到电击。

该项目设备设施及建筑物设计有可靠的防雷保护装置，可有效防

止雷电对设备设施产生危害。

（3）暴雨

建设项目所在厂区无有效的防洪排涝设施和措施，长期下大雨、暴雨，建构筑物、设备在雨水的浸泡下，可能发生倒塌事故；如伴随发生台风、飓风等自然灾害，会使生产装置遭到破坏，导致物料大量泄漏，引发火灾、爆炸、中毒事故，造成人员伤亡、财产损失。

企业在确保产内防洪排涝系统通畅情况下，发生洪涝灾害时可及时排除。

（4）高温及严寒

夏季天气炎热，在高气温和烈日曝晒下，生产作业人员长时间置身在高温环境工作易发生中暑、疲倦、出现失误。气温高时，储存易燃液体的罐区若无降温措施，可燃液体蒸气挥发积聚增加了发生火灾爆炸事故的危险性。

冬季室外地面、平台、斜梯上有霜冻、冰冻时，作业人员容易滑倒、坠落。严寒有可能导致设备和管道的破裂，并造成人员冻伤。

对装置内怕晒的设备设施、管线采取隔热或降温等措施，如对设备、管线采用隔热保温措施。对装置内怕冻的设备设施、管线采取保温或加伴热等措施，对设备及管线底部或低点易存水处设置低点排凝及时排出凝结的水防止冻坏设备或管线。可有效防止因冬季寒冷季节设备设施、管线及储罐可能引起的各种冻凝及冻坏设备事故。

（5）大风

大风属偶然发生的临时性载荷。长径比较大、重心较高、迎风面积较大的建（构）筑物以及建（构）筑物的附属设施受风载荷的影响较大。在高大建（构）筑物的受力分析中，不仅要考虑其承载强度，而且要考虑刚度。即使强度符合要求的高大建（构）筑物，若刚度不

够，在风载荷的作用下也有可能失稳，而最终导致垮塌，造成人员伤亡和财产损失。

建筑、室外设备在设计时均应充分考虑其承载强度和刚度，该项目设备设施均采用钢框架结构，以消除或降低对建筑物、设备的影响。

6.2 安全可靠分析

6.2.1 主要技术、工艺和装置、设备、设施的安全可靠性

(1) 主要技术、工艺的可靠性分析

原装置采用轻烃水蒸汽转化工艺、变压吸附（PSA）技术制氢，改造后，工艺技术路线不变。通过对转化炉对流段拆除重建，对少部分管道、阀门等进行改造或更换，优化吸附塔底分布器、塔顶收集器的机构，可以实现将制氢规模由 9200Nm³/h 扩大至 11000Nm³/h。

本项目工艺技术由上海华西化工科技有限公司提供，采用的工艺技术均经过多年工业实践，技术成熟可靠，属于允许建设项目，符合国家产业政策要求。

(2) 主要设备、设施的安全可靠性分析

1) 设备选材、选型

该项目原有设备未使用国家明令禁止使用的设备。由本报告 2.5.5 节的内容可知，根据企业提供资料，本项目改造、更换拟选用设备在可行性研究过程中，对设备的选择，以及在安全性、节能、方便操作与维修等各个方面进行了充分比较。根据国家有关规定、规范等要求对设备、管线的材质进行了选取。装置在国内已有成熟、可靠的同类装置运行。设备选型可靠，采用的设备拟选用具备相应资质的企业设计、生产、安装；特种设备拟采用具备资质的企业生产、安装、调试并经法定部门检验检测合格后投入使用，主要设备、设施安全可靠。

2) 防爆电气设备的选择

本项目更换的机组内所有电气设备均符合防爆要求。主电机的防爆等级不低于 eIIT3，其它用电设备不低于 dIICT4。防爆电气设备的进线口与电缆进行可靠接线和密封。

本项目涉及爆炸危险物质爆炸级别和组别最高的为氢气，级别为 IIC，温度组别为 T1。因此，本项目选用的电气设备防爆等级符合要求。

该项目工艺技术可靠，未使用国家明令禁止使用的设备，该项目在可行性研究过程中，对设备的选择，以及在安全可靠性、节能、方便操作与维修等各个方面进行了充分比较，根据国家有关规定、规范等要求对设备、管线的材质进行了选取。该项目在国内已有成熟、可靠的同类装置运行。设备选型安全、可靠。

6.2.2 主要装置、设备设施与生产、储存的匹配情况

该装置原料气、燃料气、解吸气等物料均通过管道运输，不涉及储存设施。

6.2.3 配套和辅助工程的匹配情况

结合本评价报告 2.6 节的内容可知，供配电、给排水、供热、消防、自控等配套和辅助工程能够满足该项目的生产要求。

6.3 生产工艺装置自动化控制分析评价

6.3.1 危险工艺自动化控制

依据国家安全监管总局《重点监管的危险化工工艺目录（2013 全）》，涉及危险化工工艺的装置应装备自动控制系统，大型和高度危险化工装置要按照推荐的控制方案装备紧急停车系统。

依据《关于推进化工企业自动化控制及安全联锁技术改造工作的

意见》（鲁安监发[2008]149号），根据国内现行的危险度评价法，危险等级在高度及以上（危险度分值 ≥ 16 ）的化工生产、储存装置应实现自动化控制，并在实现自动化控制的基础上装备紧急停车系统（ESD）或安全仪表系统（SIS）。

（1）根据《重点监管危险化工工艺目录》（2013年完整版），本项目改造内容不涉及重点监管的危险化工工艺；

（2）转化炉单元、PSA吸附单元的危险度为I级，根据本装置工艺流程为连续生产的特点及要求，现有装置采用分散控制系统（DCS），型号为ABB AC460控制系统，并设置了ESD紧急停车系统，可以满足改造需求，自控详见报告第2.6.8节。

6.3.2 重点监管的危险化学品安全控制

（1）CH₄、天然气

表 6.3-1 CH₄、天然气安全控制及应急处置措施

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|--|--|------|
| 1 | 一般要求 | | |
| 1.1 | 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 | 根据对现场作业人员的询问，现场操作人员熟悉岗位操作规程，基本具备相应的应急处置知识。 | 符合要求 |
| 1.2 | 密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。 | 该项目生产过程密闭，装置露天，远离火种、热源，现场悬挂有禁止烟火安全标志。 | 符合要求 |
| 1.3 | 在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。 | 该项目现场设置有可燃气体泄漏报警仪，现场电气设备均采用防爆型，加氢重整车间配备有3套防化服，配备有6套正压式空气呼吸器。作业人员配备有防静电工作服、防毒面具。安全阀、压力表、液位计、温度计均检测合格，压力、液位、温度均远传至控制室。本次改造不涉及储罐。 | 符合要求 |

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|--|--|------|
| 1.4 | 避免与氧化剂接触。 | 该项目不涉及氧化剂。 | — |
| 1.5 | 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 | 现场设置有安全警示标志，防雷防静电检测合格。现场消防器材配备品种及数量均符合要求。 | 符合要求 |
| 2 | 操作安全 | | |
| 2.1 | 天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。 | 根据对现场作业人员的询问，作业流程符合该要求。 | 符合要求 |
| 2.2 | 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。 | 根据对现场作业人员的询问，作业流程符合该要求。 | 符合要求 |
| 2.3 | 天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。 | 该项目不涉及天然气配气站。 | — |
| 2.4 | 含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求： ——含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪； ——重点监测区应设置醒目的标志； ——硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值； ——硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。 | 制氢装置原料气压缩机西侧、导热油泵 P-5002/2 西设置硫化氢气体报警器，定期校验，在有效期内。 | 符合要求 |
| 2.5 | 充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。 | 根据对现场作业人员的询问，作业流程符合该要求。 | 符合要求 |
| 3 | 储存安全 | | |
| 3.1 | 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。 | 该项目天然气不储存。 | — |
| 3.2 | 应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应有泄漏应急处理设备。 | 该项目天然气不储存。 | — |

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|--|--------------------------------|------|
| 3.3 | <p>天然气储气站中：</p> <p>——与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符合国家现行标准；</p> <p>——天然气储气站内建（构）筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；</p> <p>——注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。</p> | 该项目不涉及天然气储气站。 | — |
| 4 | 运输安全 | | |
| 4.1 | 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。 | 该项目天然气不涉及车辆运输。 | — |
| 4.2 | 槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有2只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。 | 该项目天然气不涉及车辆运输。 | — |
| 4.3 | 车辆运输钢瓶时，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。 | 该项目不涉及钢瓶车辆运输。 | — |
| 4.4 | <p>采用管道输送时：</p> <p>——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时，应采取保护措施并经国家有关部门批准；</p> <p>——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩；</p> <p>——输气管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；</p> <p>——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查，及时处理输气管道沿线的异常情况，并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。</p> | 该项目不涉及天然气站外输送管道，装置内管道敷设符合相关要求。 | 符合要求 |

(2) 氢气

表 6.3-2 氢气安全控制及应急处置措施

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措 施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|---|--|----|
| 1 | 一般要求 | | |
| 1.1 | 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 | 根据对现场作业人员的问询，现场操作人员熟悉岗位操作规程，基本具备相应的应急处置知识。 | 符合 |
| 1.2 | 密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟 | 氢气输送采用密闭管线输送，避免泄漏；工作场所设置严禁吸烟的标识。装置露天布置。 | 符合 |
| 1.3 | 生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置 | 该项目现场设置有氢气气体泄漏报警仪，现场电气设备均采用防爆型（防爆等级不低于 dIICT4），加氢重整车间配备有 3 套防化服，配备有 6 套正压式空气呼吸器。作业人员配备有防静电工作服、防毒面具。安全阀、压力表、液位计、温度计均检测合格，压力、液位、温度均远传至控制室。根据本装置工艺流程为连续生产的特点及要求，现有装置采用分散控制系统 (DCS)，型号为 ABB AC460 控制系统，可以满足改造需求。本次改造不涉及储罐。 | 符合 |
| 1.4 | 避免与氧化剂、卤素接触。 | 该项目不涉及氧化剂 | 符合 |
| 1.5 | 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 | 生产车间设置安全警示标志。配备消防器材及泄漏应急处理设备。 | 符合 |
| 2 | 操作要求 | | |
| 2.1 | 氢气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。制氢和充灌人员工作时，不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业，以免产生静电和撞击起火 | 装置露天布置，通风良好；装置有可靠的防火、防爆措施。根据对现场作业人员的问询，作业流程符合该要求。 | 符合 |

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措 施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|---|--------------------------------|----|
| 2.2 | 当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时，每台(组)用氢设备的支管上应设阻火器。因生产需要，必须在现场（室内）使用氢气瓶时，其数量不得超过5瓶，并且氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m，与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于20m。 | 该企业氢气不作焊接、切割、燃料和保护气等使用，不涉及氢气瓶。 | — |
| 2.3 | 管道、阀门和水封装置冻结时，只能用热水或蒸汽加热解冻，严禁使用明火烘烤。不准在室内排放氢气。吹洗置换，应立即切断气源，进行通风，不得进行可能发生火花的一切操作 | 根据对现场作业人员的问询，作业流程符合该要求。 | 符合 |
| 2.4 | 使用氢气瓶时注意以下事项： ——必须使用专用的减压器，开启时，操作者应站在阀口的侧后方，动作要轻缓； ——气瓶的阀门或减压器泄漏时，不得继续使用。阀门损坏时，严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门； ——气瓶禁止敲击、碰撞，不得靠近热源，夏季应防止曝晒； ——瓶内气体严禁用尽，应留有0.5MPa的剩余压力 | 该企业无氢气瓶。 | — |
| 3 | 储存安全 | | |
| 3.1 | 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过30℃ | 本项目氢气不涉及储罐 | — |
| 3.2 | 应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。储存室内必须通风良好，保证空气中氢气最高含量不超过1%（体积比）。储存室建筑物顶部或外墙的上部设气窗或排气孔。排气孔应朝向安全地带，室内换气次数每小时不得小于3次，事故通风每小时换气次数不得小于7次 | 本装置氢气不储存。 | — |

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|-----|---|-------------------|----|
| 3.3 | 氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m；与空调装置、空气压缩机或通风设备等吸风口的间距不应小于20m；与明火或普通电气设备的间距不应小于10m | 本装置不涉及氢气瓶。 | — |
| 4 | 运输安全 | | |
| 1 | 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。 | 该项目氢气不涉及运输车辆 | — |
| 2 | 槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器（火星熄灭器）必须完好。槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有2只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具；要有遮阳措施，防止阳光直射 | 该企业氢气不涉及槽车运输 | — |
| 3 | 使用汽车、手推车运输氢气瓶时，应轻装轻卸。严禁抛、滑、滚、碰。严禁用电磁起重机和链绳吊装搬运。装运时，应妥善固定。汽车装运时，氢气瓶头部应朝向同一方向，装车高度不得超过车厢高度，直立排放时，车厢高度不得低于瓶高的2/3。不能和氧化剂、卤素等同车混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源 | 该企业不涉及汽车、手推车运输氢气瓶 | — |

| 序号 | 《安监总厅管三[2011]142号》安全措 施的要求 | 本项目情况 | 结论 |
|----|---|--|----|
| 4 | <p>氢气管道输送时，管道敷设应符合下列要求：</p> <p>——氢气管道宜采用架空敷设，其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上；</p> <p>——氢气管道与燃气管道、氧气管道平行敷设时，中间宜有不燃物料管道隔开，或净距不小于250mm。分层敷设时，氢气管道应位于上方。氢气管道与建筑物、构筑物或其他管线的最小净距可参照有关规定执行；</p> <p>——室内管道不应敷设在沟中或直接埋地，室外地沟敷设的管道，应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。埋地敷设的管道埋深不宜小于0.7m。含湿氢气的管道应敷设在冰冻层以下；</p> <p>——管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等，必须穿过时应设套管保护；</p> <p>——氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定</p> | <p>氢气管道采用架空敷设，其支架为非燃烧体。架空管道未与电缆、导电线敷设在同一支架上；氢管道外壁颜色、标志执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定</p> | 符合 |

6.3.3 重大危险源安全监控系统

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）进行辨识，11000Nm³/h 制氢装置未构成危险化学品重大危险源。

根据《中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂重大危险源评估报告》（北京实华油海工程技术有限公司 2016 年 8 月），原加氢、制氢联合装置（制氢装置和汽柴油加氢精制装置）作为一个单元辨识，构成四级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂生产装置总体构成二级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂应按照国家一级危险化学品重大危险源管理。

目前石化总厂危险化学品重大危险源按照一级危险化学品重大

危险源进行管理，危险化学品重大危险源已在东营市东营区安监局备案，该项目改造内容的重大危险源安全监控系统依托原装置重大危险源安全监控系统，能够满足安全监控要求。

6.4 安全管理可靠性分析评价

6.4.1 安全管理机构及人员配备

根据《安全生产法》第二十一条的要求：矿山、金属冶炼、建筑施工、道路运输单位和危险物品的生产、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；根据《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令〔2016〕第303号，根据2018年1月24日山东省人民政府令第311号修订）第九条要求：从业人员在1000人以上的，应当设置专门的安全生产管理机构，并按不低于从业人员5%的比例配备专职安全生产管理人员，其中至少应当有3名注册安全工程师。

石化总厂现有人员1900人，本项目不新增人员。公司成立了安全科、安全生产委员会作为公司的安全生产管理机构，现有专职安全生产管理人员10名，且均有注册安全工程师证。公司安全管理机构、专职安全生产管理人员的设置符合要求。

6.4.2 安全生产责任制的建立和执行情况

企业制定了各部门、各岗位安全生产责任制，安全生产责任制涵盖了各部门、各岗位。

该公司的安全生产责任制明确了人员及部门的安全职责。企业签订了各级组织的安全目标责任书，确定了年度安全工作目标，并予以考核。各级组织制定了安全工作规划或计划，以保证安全生产方针和目标的有效完成。

6.4.3 安全管理制度

企业依据《危险化学品从业单位安全标准化通用规范（AQ3013-2008）》等法规、标准，建立、健全了一整套较为完整的安全生产管理制度，并发放到有关的工作岗位。企业在不断建立和完善安全管理各项规章制度的同时，加强安全生产的监督和检查，强化安全生产管理考核，并制定了相应的考核管理办法。

表 6.4-1 安全生产管理制度一览表

| 序号 | 名称 | 序号 | 名称 |
|----|-------------------|----|-----------------------|
| 1 | 安全标准化绩效考核制度 | 20 | 防火、防爆、防尘、防毒管理制度 |
| 2 | 安全培训教育制度 | 21 | 消防管理制度 |
| 3 | 安全检查和隐患整改管理制度 | 22 | 禁火禁烟管理制度 |
| 4 | 动火作业安全管理制度 | 23 | 特种作业人员管理规定 |
| 5 | 动土作业安全管理制度 | 24 | 应急救援管理制度 |
| 6 | 设备检修作业安全管理制度 | 25 | 文件管理制度 |
| 7 | 盲板抽堵作业安全管理制度 | 26 | 危险源识别及风险评管理制度 |
| 8 | 受限空间作业安全管理制度 | 27 | 安全设施管理制度 |
| 9 | 高处作业安全管理制度 | 28 | 识别和获取、使用的安全生产法律、法规、标准 |
| 10 | 断路作业安全管理制度 | 29 | 及其它要求管理制度 |
| 11 | 吊装作业安全管理制度 | 30 | 监视和测量设备管理制度 |
| 12 | 危险化学品安全管理制度 | 31 | 关键装置、重点部位安全管理制度 |
| 13 | 安全投入保障制度 | 32 | 危险化学品储存出入库管理制度 |
| 14 | 劳动防护用品（具）和保健品管理制度 | 33 | 危险化学品运输、装卸安全管理制度 |
| 15 | 事故管理制度 | 34 | 承包商管理制度 |
| 16 | 职业卫生管理制度 | 35 | 供应商管理制度 |
| 17 | 仓库、罐区安全管理制度 | 36 | 生产作业场所危害因素检测管理制度 |
| 18 | 安全生产会议管理制度 | 37 | 安全生产法律法规等要求的识别与符合性评价 |
| 19 | 安全生产奖惩管理制度 | 38 | 安全设施管理制度 |

6.4.4 安全培训

安全培训是提高员工安全意识、安全技术素质、防止产生人的不安全行为、减少人的操作失误的重要方法，从而达到保护自己和他人

的安全和健康的目的。安全培训包括单位主要负责人的安全培训教育和考核、安全管理人员的安全培训教育和考核、从业人员的安全培训教育和考核、特种作业人员的安全培训教育和考核四个层面。

企业主要负责人和专职安全生产管理人员均已取得了安全培训合格证书。

制氢装置加氢工艺操作工已取得危险工艺操作工证，企业严格按照《生产经营单位安全培训规定》的要求，对该项目的安全管理人员、特种作业人员进行安全培训、教育，并考核合格，取得相应的证书后持证上岗，对其他从业人员进行安全培训、教育，并考核合格。防止因安全培训、教育、考核等落实不到位，导致企业各级负责人、管理人员违章指挥、操作人员安全知识缺乏、技术水平低、违章操作、操作失误等引发生产安全事故。

6.4.5 安全投入

该项目建成后，企业安全投入应按照《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财企〔2012〕16号）的要求进行提取。防止企业因安全设施投资无保障、安全投入不足造成安全生产事故或造成事故后不能及时救治，致使事故损失扩大或伤害加重。根据《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财企〔2012〕16号）第八条的规定，要求如下：危险品生产与储存企业以上年度实际营业收入为计提依据，采取超额累退方式按照以下标准平均逐月提取：

- （一）营业收入不超过 1000 万元的，按照 4%提取；
- （二）营业收入超过 1000 万元至 1 亿元的部分，按照 2%提取；
- （三）营业收入超过 1 亿元至 10 亿元的部分，按照 0.5%提取；
- （四）营业收入超过 10 亿元的部分，按照 0.2%提取。

本项目职业安全卫生专项投资比例不应低于总投资的 6%，即不低于 70.8 万元。

6.4.6 安全管理可靠性分析结论

该项目改造完成后安全管理依托现有加氢重整车间。企业现有安全管理机构的设置和安全管理人员的配备、安全生产责任制、安全管理制度的制定及实施、安全培训、安全投入方面均符合国家法律、法规、规定。

7 安全对策措施、建议和结论

7.1 对策措施与建议

7.1.1 可研提出的对策措施

(1) 工艺安全措施

- 1) 采用先进可靠的工艺技术和合理的工艺流程。
- 2) 设置安全阀保护系统，保证事故状态下的人身安全和设备安全。
- 3) 可燃气体的排放，进入密闭火炬系统。
- 4) 加热炉的燃料气管线上设置阻火器，防止回火发生事故，炉内设长明灯，为防治火嘴突然灭火后再点火时发生爆炸。
- 5) 选用低噪声设备，对噪声较高的声源采取消声降噪措施。
- 6) 提高装置自动化控制水平，以提高生产运行的可靠性。。

(2) 自控设计安全措施

- 1) 在装置内需要的地方，设置可燃气体报警仪。
- 2) 选用本质安全型防爆仪表
- 3) 设置完善的操作参数越限报警系统。
- 4) 设置必要的联锁自动保护系统。

(3) 电气设计安全措施

- 1) 在设计中遵守《爆炸危险环境电力装置设计规范》。
- 2) 为方便检修，电缆设桥架敷设。
- 3) 电力线路采用阻燃铠装电缆。
- 4) 设防爆检修动力箱，供停工时检修用电。
- 5) 装置内所有为保障安全生产需要照明的场所均设置照明器具，局部重要的操作通道及操作点设应急照明灯。
- 6) 装置设工作接地、保护接地、及防雷防静电接地设施，并附

合有关规定。

7) 装置内设防爆对讲电话以及火灾报警装置, 以便发生火灾时及时报警。

(4) 设备设计安全措施

1) 严格按有关标准、规范、规定进行设备的工程设计、制造和检验, 包括:《钢制压力容器》(GB150-2011)、《热交换器》(GB151-2014)、《压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016)等。

2) 对有可能产生超温、超压的设备, 设置安全泄压系统。

3) 设备基座均设防火保护措施。

4) 设备的保温、保冷措施, 充分考虑了安全卫生的需要。

(5) 工艺配管工程

1) 装置各部分均设有固定的消防蒸汽管线和足够的软管站, 使可能出现的泄漏点均在消防蒸汽软管范围之内。

2) 按标准、规范规定选用管道、管件、法兰、垫片、阀门。

3) 对安装管道采取必要的保温、保冷措施。该措施充分考虑到:

①工艺过程的需要。

②减少散热或冷量散失的需要

③保证操作人员安全、改善劳动条件的需要。例如, 防烫保温。

4) 保温工艺管道安全的措施

①热补偿安全

②适应高温、高压及腐蚀介质管道材质。

③防泄漏措施。

(6) 土建工程

1) 建筑物、构筑物的设计遵守有关防火、防爆的技术规定及《建

筑抗震设计规范》（GB50011-2010）。

2) 框架和管架 4 米标高以下，均涂防火层。

(7) 其他措施

1) 设置移动式小型灭火设备。包括推车式泡沫灭火器，手提式干粗灭火器以及移动式泡沫箱。

2) 根据工作场所特点和防护要求，按有关规定提供个体防护用品。

3) 按 GB2894 规定，在易发生事故区域设置安全标志。

4) 按 GB2893 规定，在建、构筑物或设备上涂安全警示色。

5) 生产场所、工作场所的紧急通道和出入口，设置醒目标志。

6) 按标准、规范的规定，对设备和工艺管道涂识别色。

7.1.2 补充的对策措施与建议

(1) 安全技术对策措施

1) 该项目转化炉单元和吸附单元危险度均为 I 级，在项目下一步安全设施设计阶段，应依据《关于推进化工企业自动化控制及安全联锁技术改造工作的意见》（鲁安监发[2008]149 号）的要求，针对拟改造和更换的设备和管道内部物料的火灾危险性和操作条件，设置相应的仪表、自动联锁保护系统或紧急停车措施。

2) 物料倒流会产生危险的设备、管道，应根据具体情况设置自动切断阀、止回阀或中间容器等。

3) 凡信号来自或送至爆炸危险区域，且按照防爆要求采用本安防爆技术时，应在新增的 I/O 接口现场侧设置安全栅。

4) 仪表电源容量，应按仪表及控制系统的用电量总和的 1.2 倍~1.5 倍确定。

5) 新增仪表及控制系统的外露导电部分，正常时不带电，在故

障、损坏或非正常情况时可能带危险电压，均应实施保护接地。

6) 制氢装置为第二类防雷构筑物。其防雷设施应防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入。防直击雷的防雷接闪器，应使被保护的拟改造的设备、管道等突出屋面的物体均处于保护范围内。

7) 拟改造和更换的涉氢的设备、管道、构架、电缆金属外皮等应接到防雷电感应接地装置上。管道法兰、阀门等连接处，应采用金属线跨接。

8) 针对本次改造涉及到的氢气管道，在项目下一步安全设施设计阶段，应根据《氢气使用安全技术规程》（GB4962-2008）、《氢气站设计规范》（GB 50177-2005）要求进行设计。

9) 在进出制氢装置处、不同爆炸危险环境边界、管道分岔处及长距离无分支管道每隔 50~80m 处均应设防静电接地，其接地电阻不应大于 10Ω。

10) 氢气系统火灾事故状态时应保证正压状态，防止发生回火。

11) 制氢装置内拟改造的转化炉附近宜设消防软管卷盘，其保护半径宜为 20m。

12) 拟改造和更换的可燃气体金属管道除需要采用法兰连接外，均应采用焊接连接。公称直径等于或小于 25mm 的可燃气体和可燃液体的金属管道和阀门采用锥管螺纹连接时，除能产生缝隙腐蚀的介质管道外，应在螺纹处采用密封焊。

13) 拟改造和更换的可燃气体的管道应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时，应采取防止可燃气体和可燃液体在管沟内积聚的措施，并在进、出装置处密封隔断；管沟内的污水应经水封井排入生产污水管道。

14) 拟改造和更换的连续操作的可燃气体管道的低点应设两道排

液阀，排出的液体应排放至密闭系统；仅在开停工时使用的排液阀，可设一道阀门并加丝堵、管帽、盲板或法兰盖。

15) 拟改造和更换的工艺和公用工程管道共架多层敷设时宜将介质操作温度等于或高于 250℃ 的管道布置在上层，腐蚀性介质管道布置在下层；必须布置在下层的介质操作温度等于或高于 250℃ 的管道可布置在外侧。

16) 公用工程管道与拟改造和更换的可燃气体管道或设备连接时应符合下列规定：1) 连续使用的公用工程管道上应设止回阀，并在其根部设切断阀；2) 在间歇使用的公用工程管道上应设止回阀和一道切断阀或设两道切断阀，并在两切断阀间设检查阀；3) 仅在设备停用时使用的公用工程管道应设盲板或断开。

17) 可行性研究报告未对项目改造和更换管道、设备的防雷、防静电情况进行描述，项目在下一步设计中，应按照《石油化工装置防雷设计规范》（GB50650-2011）等规范要求，详细设计防雷、防静电设施。

18) 对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的拟改造和更换的设备和管道，均应采取静电接地措施。可燃气体的管道在下列部位应设静电接地设施：进出装置或设施处；爆炸危险场所的边界；管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等。

19) 该装置依托加氢重整车间机柜间、装置变配电间、加氢重整车间控制室均为砖混结构，在下一步的设计中，应根据《石油化工控制室抗爆设计规范》（GB50779-2012）、《控制室设计规范》（HG/T20508-2014）的要求，针对上述依托建构筑物的建筑、结构进行抗爆强度计算，根据计算分析结果对依托建构筑物的抗爆结构进行设计。

（2）安全管理对策措施

1) 该项目的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

2) 全面落实可行性研究报告中提出的安全对策措施，根据本报告提出的建议，进一步完善安全设计。

3) 改造项目安全设施的设计、施工应由取得相应设计资质、施工资质的单位进行。

4) 氢气系统停运后，应用盲板或其他有效隔离措施隔断与运行设备的联系，应使用符合安全要求的惰性气体（其氧气体积分数不得超过 3%）进行置换吹扫。动火作业应实行安全部门主管书面审批制度。氢气系统动火检修，应保证系统内部和动火区域的氢气体积分数最高含量不超过 0.4%。检修或检验设施应完好可靠，个人防护用品穿戴符合要求，防止明火或其他激发能源进入动火区域，禁止使用电炉、电钻、火炉、喷灯等一切产生明火、高温的工具与热物体。动火检修应使用不产生火花的工具。

5) 设备安装施工应制定详细的施工计划，落实应急措施，严把设备进货质量关，同时阀门、管件、电气仪表附件等也不容忽视。

6) 转换炉的改造施工，应依照《石油化工乙烯裂解炉和制氢转化炉施工技术规程》（SH/T 3511-2007）中对制氢制化炉的施工要求和质量标准进行施工。

7) 本项目改造完成后企业应根据工艺变更情况修改安全操作规程，并对操作人员进行工艺变更后的培训，培训合格后尚能上岗。

8) 改造涉及的压力容器、压力管道等特种设备在投入使用前或者投入使用后 30 日内，特种设备使用单位应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于

该特种设备的显著位置。

9) 企业安全投入主要包括满足安全生产条件所必需的安全投入、安全技术措施的制定和安全设施的配备。建设项目应将安全设施投资纳入建设项目概算, 生产经营过程中应保证安全资金的有效投入, 编制安全技术措施计划, 并对其实施管理, 进行安全生产方面的技术改造、增添安全设施和防护设备以及个体防护用品等。

10) 该项目建成后, 其安全投入应按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财企[2012]16号)的要求进行提取。防止企业因安全设施投资无保障、安全投入不足造成安全生产事故或造成事故后不能及时救治, 致使事故损失扩大或伤害加重。

11) 严格落实对危险化学品从业人员的安全教育培训, 积极开展从业人员有关危险化学品安全生产基础知识、岗位操作知识、事故应急知识的安全教育培训。

12) 对动火作业、进入受限空间作业、破土作业、临时用电作业、高处作业、盲板抽堵作业、设备检修作业、起重作业、施工作业、断路作业等实施作业许可证管理, 履行严格的审批手续。

13) 企业在检修时应建立、健全检修组织机构。编制检修方案, 落实项目分工, 落实物资供应, 落实安全措施, 落实安全教育。检修管理应以项目为基础, 安全措施要采取确认制。强化检修工作中的特殊作业的监管, 必须符合作业条件, 并进行严格审批, 落实监护措施和监护人。做好检修前的安全教育, 使检修人员掌握检修的安全规定和检修必须落实的安全措施。做好检修方案和技术交底工作, 使其明确检修内容、步骤、方法、质量标准、注意事项及存在的危险因素和必须采取的措施。落实检修前设备、装置的安全处理措施。对检修的设备、装置进行退料、清洗、置换、隔绝、通风、断电等措施, 检测

设备处理情况，确保符合检修要求，方可进行移交。强化检修阶段的安全检查，检查检修机具、材料、设备、备品备件的现场定置摆放，检修措施的实施，安全措施、安全监护人员落实情况。检修工作中，加强统一组织领导。交叉作业和不同部门之间的作业，要强化信息沟通相互协调。检修完毕，进行全面的检查验收。检查检修项目是否全部完工，检修质量是否合格，安全卫生设施是否恢复，设备、容器、管道内部是否吹扫干净、封闭，检修现场是否工完料净场地清，检修人员、工具是否撤出现场，是否达到开工条件。

14) 防雷、防静电设施在投产前应经有关部门检测验收。

15) 企业应完善开停车安全操作规程，包括：开车、正常停车和正常操作条件；紧急停车和备用设备启动条件；设备检修周期、检修程序；短时间停车后开车和检修后重新开车规程；可能预见的异常情况及其处理方法，发生故障时的应急方案；定期安全检查及隐患整改规定等。

16) 甲烷、氢气等列入《重点监管的危险化学品名录》（2013年完整版），企业应按照《国家安监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）文件要求对其进行管理。

17) 企业应建立安全生产风险分级管控制度，定期进行风险排查，对排查出的风险点划分风险等级，并采取管控措施。

18) 企业应当建立健全事故隐患排查治理制度，对一般事故隐患应立即采取措施予以消除；对重大事故隐患应采取有效的安全防范和监控措施，制定和落实治理方案并予以消除。

19) 根据《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，总局令第79号修正）第十一要求，企业应针对制氢装

置改造情况，对涉及制氢装置的重大危险源重新进行辨识、安全评估及分级。

20) 根据《生产安全事故应急预案管理办法》（安监总局令第88号）第三十六条的要求，企业应针对制氢装置改造情况，对事故应急预案进行修订并归档。

7.2 结论

7.2.1 评价结果

(1) 本项目生产过程中涉及的主要危险有害物质为焦化干气、催化干气、PSA解吸气、天然气、氢气、氮气（压缩）。

(2) 本项目存在的主要危险有害因素为火灾、爆炸、中毒，其他的危险有害因素有：触电、灼烫、高处坠落、物体打击、机械伤害、容器爆炸，此外还存在高低温、噪声、粉尘等职业危害。

(3) 本项目存在的主要环境危险因素有雷电、雨、风、地震和腐蚀，均可通过一定的技术、管理措施得到有效控制；与周边环境设施之间的影响较小，但不排除特殊情况下，可能发生的第三方破坏。

(4) 根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009），制氢装置改造项目未构成危险化学品重大危险源。

(5) 通过预先危险性分析法评价可知，本项目可能发生的事故类别中事故后果较严重的是火灾爆炸、容器爆炸，其危险性等级均为III-IV级，一旦发生，可能会造成个别人员的伤亡和较大的经济损失，应当作为本项目安全防范的重点。

(6) 根据危险度评价法，制氢装置改造项目危险度评价分级如下：转化炉单元、PSA吸附单元的危险度均为I级，属高度危险。

(7) 对制氢装置转化炉单元火灾、爆炸危险指数初期评价和最终评价结果：转化炉单元的初始火灾爆炸危险等级为“很大”，说明

该装置的固有火灾爆炸危险性较大。但经过补偿后，所有单元的火灾爆炸危险等级都降为“较轻”，说明该装置在采取安全措施和预防手段的条件下，火灾爆炸危险等级降低，能达到可以接受的程度。

7.2.2 评价结论

(1) 中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目拟在原有制氢装置基础上进行改造，项目厂区位于东营市东营区郝纯路，周边与《危险化学品安全管理条例》第十九条规定的八类场所、设施、区域的防火间距符合有关规范、规定要求，气象条件、地质条件满足该项目的要求。该项目所在厂区已取得《土地他项权利证明书》，选址符合政府规划要求。

(2) 该项目装置区与周围设施，装置内布置符合《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）等法律法规的要求。

(3) 该项目采用成熟工艺，设备选型符合国家有关规定要求。

(4) 该项目可行性研究报告，针对本项目的危险有害因素及其分布规律，采取了一定的安全措施。评价进一步提出了安全对策措施与建议，为该项目下一步的设计、施工提供依据。

(5) 在该项目的设计、施工及生产试运行过程中，企业在落实可行性研究报告所提出的安全措施的基础上，应切实落实本安全条件评价报告中提出的安全对策和措施，制订完善的应急救援预案；严格按照“三同时”要求及《危险化学品建设项目安全监督管理办法》、《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》等法规的规定进行建设并办理安全生产许可证变更等相关手续；加强安全管理，确保安全生产。

综合上述，中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目选址得当、工艺技术路线成熟、设备选型可靠、周

边防火间距及平面布局符合国家有关法律、法规、标准、规范的要求，项目设立符合国家有关安全要求。

8 评价单位与建设单位交换意见

表 8-1 评价单位与建设单位交换意见表

| 序号 | 交换意见的项目 | | 建设单位意见 | 备注 |
|---|-------------|------------------------------|---|----|
| 1 | 评价对象和范围 | 是否符合合同的约定 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 2 | 建设项目的资料 | 是否真实可靠 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 3 | 建设项目的描述 | 是否符合企业的实际 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 4 | 危险有害因素的分析 | 是否符合项目的实际 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 5 | 危险有害程度的分析 | 是否符合项目的实际 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 6 | 建设项目的安全条件分析 | 是否符合实际和客观公正 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 7 | 安全可靠性分析 | 是否符合建设项目的实际和客观公正 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 8 | 安全对策措施建议 | 是否符合建设项目实际、遵循针对性、技术可行性和经济合理性 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 9 | 评价结论 | 是否客观、公正、真实，是否符合企业的实际 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 10 | 安全评价过程 | 是否公正、客观和独立。 | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 | |
| 评价机构与建设单位不一致的意见及理由说明 | | | | |
| | | | | |
| <p>企业确认：</p> <p style="text-align: right;">(盖章)</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p> | | | | |

中国石化股份有限公司
胜利油田分公司石油化工总厂
制氢装置改造项目
安全条件评价报告

附 件

东营市胜丰安全技术服务有限公司

附件 1 危险有害因素分析过程

附 1.1 主要危险、有害物质及其危险、危害特性

本项目生产过程中涉及的主要危险有害物质有焦化干气、催化干气、PSA 解吸气、氢气、天然气、氮气（压缩）。

主要危险、有害物质的危险、有害特性、理化性能参数、防护措施等如下：

附 1.1.1 氢气

1) 危险性概述

危险性类别： 易燃气体，类别 1 加压气体

侵入途径：吸入

健康危害：本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。

燃爆危险：本品易燃。

2) 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。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

3) 消防措施

危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。

有害燃烧产物：水。

灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

4) 泄漏应急处理 应急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

5) 操作处置与储存

操作注意事项：密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备

储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。

6) 个体防护

工程控制：密闭系统，通风，防爆电器与照明。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：穿防静电工作服。

手防护：戴一般作业防护手套。

其它防护：工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

7) 理化特性

| | |
|----------------------------------|---|
| 外观与性状：无色无臭气体。 | |
| pH 值： | 熔 |
| 相对密度（水=1）0.07(-252℃) | 沸 |
| 相对蒸气密度（空气=1）0.07 | 辛 |
| 闪点（℃）无意义 | 引 |
| 爆炸上限[%（V/V）]：74.1 | 爆 |
| 溶解性：不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。 | |
| 主要用途：用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及作火箭燃料。 | |

8) 稳定性和反应活性

稳定性：稳定 禁配物：强氧化剂、卤素。 避免接触的条件：光照。 聚合危害：不聚合

9) 废弃处置

废弃处置方法：根据国家和地方有关法规的要求处置。或与厂商或制造商联系，确定处置方法。

10) 运输信息

包装方法：钢质气瓶。 运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将

瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用

易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附 1.1.2 氮气（压缩）

1) 危险性概述

危险性类别：加压气体

侵入途径：吸入

健康危害：空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。

潜水员深替时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。

燃爆危险：本品不燃。

2) 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。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。

3) 消防措施

危险特性：若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

有害燃烧产物：氮气。

灭火方法：本品不燃。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保

持火场容器冷却，直至灭火结束。

4) 泄漏应急处理

应急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

5) 操作处置与储存

操作注意事项：密闭操作。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。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。

储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。

6) 接触控制/个体防护

工程控制：密闭操作。提供良好的自然通风条件。

呼吸系统防护：一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18% 时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。

眼睛防护：一般不需特殊防护。

身体防护：穿一般作业工作服。

手防护：戴一般作业防护手套。

其它防护：避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

7) 理化特性

外观与性状：无色无臭气体。

分子式：N₂ 分子量：28.01

相对密度（水）：0.81(-196℃) 熔点（℃）：-209.8

相对蒸气密度（空气）：0.97 沸点（℃）：-195.6

临界压力（MPa）：3.40 临界温度（℃）：-147

溶解性：微溶于水、乙醇。

主要用途：用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂，冷冻剂。

8) 稳定性和反应活性

稳定性：稳定

聚合危害：不聚合

9) 废弃处置

废弃处置方法：处置前应参阅国家和地方有关法规。废气直接排入大气。

10) 运输信息

危险货物编号：22005

UN 编号：1066

包装标志：不燃气体

包装类别：O53

包装方法：钢质气瓶；安瓿瓶外普通木箱。

运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。铁路运输时要禁止溜放。

附 1.1.3 PSA 解吸气

PSA 解吸气主要成分为氢气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氮气等，本次以氢气为例对解吸气进行分析：

1) 危险性概述

危险性类别： 易燃气体

侵入途径：吸入、

健康危害：本品在生理学上是惰性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。

燃爆危险：本品易燃。

2) 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。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

3) 消防措施

危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即爆炸。气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。氢气与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。

有害燃烧产物：水。

灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

4) 泄漏应急处理 应急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断

火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

5) 操作处置与储存

操作注意事项：密闭操作，加强通风。操作人员必须经过专门培

训，严格遵守操作 规程。建议操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆 型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在 传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶 及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备
储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。

6) 个体防护

工程控制：密闭系统，通风，防爆电器与照明。 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：穿防静电工作服。

手防护：戴一般作业防护手套。

其它防护：工作现场严禁吸烟。避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓 度区作业，须有人监护。

7) 理化特性

外观与性状：无色无臭气体。 自燃点：510℃

爆炸上限[% (V/V)]：96.6 爆炸下限[% (V/V)]：10.5

溶解性：不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。

主要用途：用于加热炉燃料。

8) 稳定性和反应活性

稳定性：稳定 禁配物：强氧化剂、卤素。 避免接触的条件： 光照。 聚合危害：不聚合

9) 废弃处置

废弃处置方法：根据国家和地方有关法规的要求处置。或与厂商或制造商联系，确定处置方法。

10) 运输信息

包装方法：钢质气瓶。 运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将

瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附 1.1.4 原料气（焦化干气、催化干气）

原料气焦化干气、催化中主要成分为甲烷、乙烷、乙烯、氢气等，本次以甲烷为例对干气的危险性进行分析：

1) 危险性概述

危险性类别：易燃气体

侵入途径：吸入

燃爆危险：易燃，具窒息性。

健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。

2) 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。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

3) 消防措施

危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。

有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳。

灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

4) 泄漏应急处理

应急处理：迅速撤离泄漏污染区至上风处，进行隔离，限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

5) 操作处置与储存

操作注意事项：密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免

与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。

6) 个体防护

工程控制：生产过程密闭，全面通风。

呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。

眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。

身体防护：穿防静电工作服。

手防护：戴一般作业防护手套。

其它防护：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

7) 稳定性和反应活性

稳定性：稳定

禁配物：强氧化剂、氟、氯。 聚合危害：不聚合

8) 废弃处置

废弃处置方法：处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧

法处置。

9) 运输信息

运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附 1.1.5 天然气

天然气的主要成分是气态烃类，还含有少量的非烃气体。本项目使用的天然气主要成分为甲烷，含量为 88.46（v%）。

1) 危险性概述

危险性类别：易燃气体

侵入途径：吸入

燃爆危险：易燃，具窒息性。

健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。

2) 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。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

3) 消防措施

危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氧化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。

有害燃烧产物：一氧化碳、二氧化碳。

灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。

4) 泄漏应急处理

应急处理：迅速撤离泄漏污染区至上风处，进行隔离，限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

5) 操作处置与储存

操作注意事项：密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

储存注意事项：储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应

备有泄漏应急处理设备。

6) 个体防护

工程控制：生产过程密闭，全面通风。

呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。

眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。

身体防护：穿防静电工作服。

手防护：戴一般作业防护手套。

其它防护：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

7) 理化特性

外观与性状：无色无臭气体。 自燃点：540℃

爆炸上限[% (V/V)]：15 爆炸下限[% (V/V)]：5

溶解性：不溶于水，不溶于乙醇、乙醚。

主要用途：用于加热炉燃料。

8) 稳定性和反应活性

稳定性：稳定

禁配物：强氧化剂、氟、氯。 聚合危害：不聚合

9) 废弃处置

废弃处置方法：处置前应参阅国家和地方有关法规。建议用焚烧法处置。

10) 运输信息

运输注意事项：采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆

的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

附 1.2 工艺及设备危险、有害因素分析

附 1.2.1 生产工艺危险、有害因素分析

附1.2.1.1火灾爆炸危险性分析

(1) 反应单元火灾爆炸危险性分析

反应器内反应介质为催化干气、焦化干气、氢气的混合物，均为易燃、易爆物料；加氢反应器操作温度最高达380℃、氧化锌脱硫反应器操作温度为370~380℃，接近氢气自燃点400℃；操作压力大，均为2.2 Mpa左右。整个生产过程中，操作温度高、压力大，且均为临氢反应系统，因此火灾、爆炸危险程度高。

反应器内发生的反应为放热反应，该反应可产生大量热量，使反应温度升高，加速加氢反应，但同时使催化剂床层温差增大，可能造成催化剂严重结焦，并加速钢材的腐蚀，使钢材强度降低，容易引起设备发生泄漏，次生火灾爆炸的可能性。

(2) 转化炉

转化炉，即是加热炉，又是反应器。加热炉采用燃料气作为燃料，被加热介质为天然气、水蒸汽的混合物，加热温度为高，改造后辐射段入口温度500℃，出口温度840℃，均在原料气、燃料气和氢气的自燃温度以上。引风机故障、燃料气来料大、天然气含硫量高、天然气温度高、催化剂活性低（导致反应速度慢）、蒸汽温度过高，均可使转化炉温度、压力过高，导致反应失控、超温超压严重，转化炉薄弱环节破裂，炉内转化气泄漏，发生火灾爆炸。

(3) 换热器

本区包括操作温度高、操作压力高的换热器等主要设备，这些设备相对集中布置。这些换热器均属于冷换类设备，其主要火灾、爆炸危险性表现为：一是设备介质易燃、易爆，管程介质均为反应产物；二是操作条件较为苛刻。因此，这些设备火灾、爆炸危险程度较高。

(4) 吸附塔

塔区中火灾、爆炸危险程度高的设备为吸附塔等，塔内介质均为氢气、甲烷，具有火灾、爆炸危险性。PSA 装置的主要设备是塔类（前处理塔、吸附塔、冷换类）、冷换类（原料气冷却器）、容器类（顺放气罐、解吸气缓冲罐、解吸气混合罐）、泵（真空泵、压缩机、解析气压缩机）。设备可能存在缺陷。如焊接不牢、密封不严、壳体损伤裂纹或腐蚀穿孔，可能导致设备气体及液化气体泄漏，在泄漏口处形成易燃易爆气体混合物，在有点火源形成条件下可导致气体爆炸。在装置的长期运行中，设备磨损，造成物料的泄漏，引起火灾甚至爆炸的危险性。

(5) 装置内可能出现的火源有：

- 1) 明火，如加热炉火嘴、检维修时的电焊、气焊火花、机动车辆排气筒排出的火花、烟火等。
- 2) 金属撞击火花，如敲击金属、金属与地面碰撞等产生的火花。
- 3) 电气设备火花，如电开关、电机电刷等产生的火花。
- 4) 静电放电火花，如油料静电、人体静电等产生的火花。
- 5) 雷击放电产生的火花。

附1.2.1.2 物理爆炸引起的火灾、爆炸危险性分析

物理爆炸是指由于物质的物理变化即物质的状态或压力发生突变而引起的爆炸现象。设备及容器因物理爆炸而破裂通常有两种情况。一种是在正常操作压力下，由于设计、制造、腐蚀等原因造成的，另一种是在超压情况下发生物理爆炸而破裂。该装置中使用的设备、容器绝大部分都属于压力容器，一旦安全附件失灵使设备发生超温超压，就容易引起容器的超压爆炸。

如果设备在设计、选材、制造、安装等方面存在缺陷，配备的安全附件不全或失灵，在附件的选择及更换中没有严把质量关，导致不

合格的设备或备件用在生产系统中，就可能因发生以上类型的腐蚀而泄漏，进而引发火灾爆炸事故。

此外，在使用前如果未进行全面的压力容器、压力管道检测检验，再加上多数压力容器、压力管道内处理的均是易燃易爆有毒物质，由于介质腐蚀，使设备及管道的壁厚减薄，承压能力降低，一旦设备、管道超压，就可能引发重大火灾、爆炸及中毒事故。

附1.2.1.3 中毒、窒息

制氢装置的原料气焦化干气、催化干气、天然气等都是具有低毒性的物质。脱硫反应过程中产生的硫化氢，硫化氢若泄漏出来，可使人员有中毒危险。硫化氢为Ⅱ级（高度危害）毒物，是强烈的神经毒物，对粘膜有强烈刺激作用。急性中毒：短期内吸入高浓度硫化氢后出现流泪、眼痛、眼内异物感、畏光、视物模糊、流涕、咽喉部灼热感、咳嗽、胸闷、头痛、头晕、乏力、意识模糊等。部分患者可有心肌损害。重者可出现脑水肿、肺水肿。极高浓度（1000mg/m³以上）时可在数秒钟内突然昏迷，呼吸和心跳骤停，发生闪电型死亡。高浓度接触眼结膜发生水肿和角膜溃疡。长期低浓度接触，引起神经衰弱综合征和植物神经功能紊乱。

甲烷为无色无味气体，对人最初的窒息征象为脉搏加快，呼吸量增大，注意力及细小肌肉运动协调衰退。在空气中氧气的含量降低25~30%时，开始发现，吸入含甲烷的空气时，严重的疾患应在甲烷含量约达25~30%及更高时发生；吸入80%甲烷及20%的氧气混合物，只引起头疼；吸入60%甲烷、21%的氧气及14%的氮气的混合物，经3小时无疾患，只是脉搏次数、血压及眼的光觉能力稍有降低。在有甲烷危险的厂房经常检查甲烷的含量，如果甲烷的浓度增高，工人都应立即撤出并立即进行通风。

转化炉中干气和水蒸气在催化剂作用下，发生复杂的水蒸气转化

反应，产出一氧化碳和二氧化碳。一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力；中度中毒者除上述症状外，还有面色潮红、口唇樱红、脉快、烦躁、步态不稳、意识模糊，可有昏迷；重度患者昏迷不醒、瞳孔缩小、肌张力增加、频繁抽搐、大小便失禁等；深度中毒可致死。慢性影响：长期反复吸入一定量的一氧化碳可致神经和心血管系统损害。

二氧化碳在低浓度时，对呼吸中枢呈兴奋作用，高浓度时则产生抑制甚至麻醉作用。中毒机制中还建有缺氧的因素。急性中毒：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的等主诉。

氮气是窒息性气体，在检修或装置开停工时使用。装置原料罐区、压缩机区、反应区有大量的氮气。氮气本身是无毒的惰性气体，但有窒息性，在进入有限空间之前如果没有按照操作规程进行采样检测，或者和系统管线连接处没有用盲板断开，有可能使有限空间内氧含量不足，发生窒息死亡事故，人进入就可能发生氮气窒息死亡事故。

附1.2.1.4 高温灼伤

装置内加热炉为高温设备（转化炉辐射段入口温度和出口温度高达 500℃和 840℃左右）、反应器内和部分管道如蒸汽管道等的温度也较高，若隔热保温措施不当或保温层剥落、高温物料泄漏等，会出现高温烫伤的危害。

附1.2.1.5 触电

装置使用的电气设备外壳、机械设备电机及开关箱外壳等保护接地断路、接地电阻超标或发生有电设备绝缘损坏，可能会造成漏电，

存在作业人员触电的危险。潮湿的环境易对电器及线路造成腐蚀而损坏，露天设置的电器设备、开关等易受潮、锈蚀老化，造成短路、漏电，容易引发触电伤害事故。另装置电气照明安装不当，电动机安装不合格，导线过墙无套管等或操作人员违反安全操作规程；电气设备运行维修不及时、接地电阻不符合规范要求等都可能造成人员触电。

进塔、容器作业或检修时，使用的照明行灯，如果没有防护罩或防护罩损坏，工作时操作人员不慎将灯泡碰破造成灯丝暴露或行灯线磨损与器壁接触，塔、容器内有水或潮湿，操作人员穿的鞋不绝缘或绝缘不好，在电气焊、维修作业过程中，选用电动工具绝缘类型不当或绝缘损坏、作业人员未使用绝缘防护用品或用品损坏等，都可能导致触电。

附1.2.1.6 高处坠落/物体打击

(1) 装置的塔、容器、冷换设备及大部分管线均属于高架结构或离地面较高，作业人员在进塔、采样、检测及维修、检修等活动时存在登高作业问题，如果措施采取不当或存在麻痹思想，都有可能发生人员高空坠落事故或工具、物件坠落砸伤事故，造成人员伤亡。

(2) 装置工艺操作平台以及钢梯，如果没有设计安装围栏或围栏损坏、围栏空档过大、围栏高度不够 1.05m（20 米以上为 1.20 米），缺少防滑措施，操作人员作业时，存在发生高处坠落的危险。

(3) 装置区的高大设备，机械维修人员、电工登高作业，检修设备、线路时，如果没有配戴安全带、绳等安全防护器具，或安全带、绳等安全器具存在安全质量隐患，作业人员作业时，存在发生高处坠落的危险。

(4) 进入生产现场的操作人员，如未按规定佩戴安全帽，有高处物体坠落击中人体造成意外伤害危险。

附1.2.1.7 车辆伤害

若厂内道路、车辆管理、车辆状况、驾驶人员素质等方面存在缺陷，可引发车辆伤害事故。

附1.2.1.8 机械伤害

维修人员进行机械设备维修时，电气开关没有悬挂“禁止启动”警示牌，或采取将开关锁、封等防护措施，作业人员误操作启动开关，使正在检修的设备突然启动，会使检修人员受到机械打击的伤害。装置停工检修时，现场人员立体交叉作业、起吊频繁，也存在着机械伤害和起重伤害的危险。

附1.2.1.9 噪声危害

噪声较大可发生噪声危害，长期工作在噪声环境中，可对人体听力系统、神经系统造成一定程度的损害。

本项目投产后产生连续噪声的设备有机泵、加热炉、压缩机等。间断噪声源主要为：火炬、安全阀和蒸气放空等。声压级为 85~110dB (A)。高噪声区包括压缩机区及火炬放空、蒸汽放空附近区域等。

附1.2.1.10 粉尘

装置的催化剂在装卸和填埋过程会产生粉尘，给职工的身体带来危害，但更换周期长，更换操作时间短，所以对职工的健康不会造成太大的危害。置定期装卸固体催化剂等，可能造成粉尘污染。。

附 1.2.2 公用工程及辅助设施危险有害因素分析

附 1.2.2.1 供配电系统

(1) 火灾、爆炸

供电系统的变压器、开关柜、电缆、电机等电气设备在遭受绝缘故障、短路冲击、雷电过电压等异常状况时，有发生电气火灾的危险。

1) 变压器绕组绝缘损坏产生短路，主绝缘击穿，变压器套管闪络，磁路、铁芯故障发热等异常状况可能引发变压器火灾事故；另外，小动物或金属导线、照明线、锡箔和其它杂物造成变压器短路也会引起变压器起火和爆炸。

2) 输电电缆选型不当，过负荷运行、绝缘老化、电缆受外力机械损伤等原因造成电缆长期过热运行，没有选择耐火、阻燃电缆，没有采取防火封堵、防火涂料等防护措施，会引发电缆火灾事故。

3) 变压器、高压开关、架空电力线等场所的电力设备如果没有设置有效的防雷设施，在遭受雷击时引起的过电压会造成设备损坏，并可能引发变压器、配电间的火灾事故。

4) 自控系统工程师站没有设置防雷设施或采取屏蔽，遭受雷击时造成的浪涌超过了弱电设备的承载能力，会造成自动控制系统、通讯系统瘫痪，造成难以挽回的经济损失。

附表 1-7 电气系统危险、有害因素分析表

| 发生部位 危险有害因素 | 配电装置 | 电机 | 灯具、开关 | 配电线路 | 其他 |
|----------------|------|----|-------|------|----|
| 电器火灾 | √ | √ | √ | √ | √ |
| 触电 | √ | √ | √ | √ | √ |

(2) 高处坠落

电工检修线路等高处作业，没有工作平台、没有戴好安全带、绳等防护用品，工作时精力不集中，操作时不遵守安全规程，会发生高处坠落的危险。

(3) 触电

公用工程系统生产现场配置的电气设备, 开关箱外壳, 机械设备、电机若缺少触电保护接地, 或保护接地线对地电阻超标, 一旦出现漏电时, 有使作业人员发生触电的危险。管理不当、高温造成电线绝缘部分破损或在潮湿多雨的夏季, 易发生触电事故。

另外, 雷雨天气在室外操作或在防雷设施周围停留, 有发生触电、雷击的危险。

附 1.2.2.2 给排水系统

(1) 给水系统

给水系统机泵设备的高速旋转外露部件没有设置防护罩, 作业人员巡检时衣物不甚被卷入, 有造成机械伤害的危险。

供水系统的机泵、照明、开关、配电箱等电气系统没有采取有效的保护接地、漏电保护等防护措施时, 设备故障状态下漏电, 有造成作业人员触电伤害的危险。

(2) 排水系统

排水系统属隐蔽工程, 长期使用后可能会存在沼气, 人员误入后会造成窒息死亡事故。若房内的机泵设备、照明设施存在漏电、绝缘失效等情况会造成作业人员触电事故。

附 1.2.2.3 自控仪表系统

控制室的操作台、UPS 电源柜、配电箱装有大量的仪器、仪表, 安装、管理不善可能发生火灾。

现场检测仪表、DCS 控制系统失灵, 可能导致各塔器的液位、温度、压力指示调节系统失控或有误, 进而导致压力容器因超温超压而发生爆炸。

该装置内存在大量的易燃易爆介质, 如果现场仪表防爆等级选择不合理甚至未采用防爆型仪表, 现场接线箱、挠性连接管、电缆等安

装材料及附件的选择、安装不符合要求，本安型仪表与其关联设备不匹配，防爆区域内设置的分析仪器不防爆或没有采取防爆措施，可能导致电气火花的产生，成为泄漏的易燃易爆介质的点火源，引起火灾爆炸事故。仪表测量管路连接用阀门、法兰等密封不严，测量管线因选材不当、机械损伤或长期使用产生腐蚀穿孔或裂缝，仪表本体因压力等级不满足要求或材质问题产生泄漏，被测的易燃易爆介质就有可能由泄漏点漏出而引发火灾爆炸事故。

控制仪表运行需要用电源，若仪表的电源变压设施和配电设施损坏或存在缺陷或受到损伤失效，就有可能引发触电事故。尤其直接采用 220V 用电仪表，应特别注意用电设施的完好，防止发生触电事故。

附表 1-8 自控仪表危险、有害因素分析表

| 发生部位 危险有害因素 | 中控室 | 在线分析仪 | 现场仪表 | 安装材料 及附件 | 测量管线 |
|----------------|-----|-------|------|-------------|------|
| 火灾 | √ | √ | | | |
| 仪表失灵导致压力容器爆炸 | √ | | √ | | |
| 导致化学性火灾爆炸 | | √ | √ | √ | √ |
| 触电 | √ | √ | √ | √ | |

附1.2.2.3 供热系统

装置用的蒸汽由装置界区外引入，若锅炉运行系统出现故障或输送蒸汽管道、设备保温有缺陷，或是出现蒸汽泄漏可引起人员灼伤。若蒸汽压力过大失去控制，可能导致设备、管道出现损坏。

附 1.2.3 检维修过程中的主要危险有害因素分析

附1.2.3.1 用火作业

在检维修过程中，不可避免地要进行用火施工，如更换管段、补漏等等。根据中国石油化工股份有限公司安全用火管理规定，该工程在爆炸危险区域范围内的管线及设备、容器用火，属一级用火作业，如果设备、容器、管线内的油气未排除干净，且没有很好地进行隔离和测爆分析合格，就进行用火作业，极易引起火灾爆炸事故。

附1.2.3.2 临时用电

在检维修过程中需要临时用电，因此，应严格遵守中国石油化工股份有限公司《临时用电安全管理规定》。如果在防爆场所使用的临时电源、电气元件和线路达不到相应的防爆等级要求，临时用电线路及设备的绝缘性不好；临时用电架空线和离地面的距离不符合规定要求；现场临时用电配电箱安全措施不到位，漏电保护器不好用或存在缺陷，均有可能发生电气伤害事故和人身伤害事故，严重时将危及职工的生命安全。

附1.2.3.3 破土作业

在检维修过程中，可能存在开挖、掘进等各种破土作业，应严格遵守中国石油化工股份有限公司《破土作业安全管理规定》。由于地下埋设着供排水管线、其它埋地管道、电缆、电信电缆等生产设施，这些生产设施一旦因施工作业遭到破坏，可能对生产的安全运行造成严重的影响，因此，在破土作业前应充分沟通了解隐蔽工程实际情况并进行危害识别，并制定相应的作业程序及安全措施。

附1.2.3.4 其它

(1) 由于检维修人员的资格不够、能力不足不能胜任工作任务，致使质量达不到设计要求而存在事故隐患。

(2) 由于材料、设备自身存在缺陷，导致工程存在事故隐患。

(3) 在检维修操作中违反操作规程，如设备设施防腐绝缘层遭到破坏、焊接存在缺陷、补口质量不合格等，导致工程存在事故隐患。

附 1.3 安全管理缺陷危险性分析

附 1.3.1 人的不安全因素

在人、物和环境产生的不安全因素中，人的因素是最重要的，大量的统计数字表明，70%~75%的事故都是由人为过失引起的，而管

理和技术人员的过失，则有可能引发灾难性事故。

人的不安全因素主要表现在心理、生理和行为两个方面。

(1) 心理、生理方面不安全因素

1) 负荷超限：体力负荷超限、听力负荷超限、视力负荷超限、其他负荷超限；

2) 健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常、情绪异常、冒险心理、过度紧张、其他心理异常；

3) 辨识功能缺陷、感知延迟、辨识错误、其他辨识功能缺陷；

4) 其他心理、生理性危险和有害因素。如意识不到“安全第一”在生产中的意义，麻痹大意；缺乏处理事故的经验；酒后上岗等。

(2) 行为方面不安全因素

1) 指挥错误、指挥失误、违章指挥、其他指挥错误；

2) 操作错误、误操作、违章作业、其他操作错误；

3) 监护失误；

4) 其他行为方面的不安全因素。

附 1.3.2 制度的不安全因素

制度不健全，就是没有按国家、地区及行业有关法律、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，不能及时发现事故隐患或隐患消除措施不合适，以致酿成事故。

措施不具体，就是说制度操作性和针对性不强，甚至是错误的，操作人员虽然有章可循，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的规定开展生产活动。

附 1.4 环境因素分析

附 1.4.1 区域位置因素

胜利石化总厂四周分布着神驰化工、海科化工、万通化工有限公司等化工企业；周边 3km 范围内有小赵村、十一图村、小刘村、大赵村、公司生活区、史口镇等 18 个村庄和中小学及医院；厂区东侧紧邻郝纯路（228 省道）、约 2000m 为张东铁路，西侧约 1500m 为 220 国道；约 700m 处有一条东西向的排水渠一五千渠（引黄干渠）。

周边较远的区域为农田或荒地，无大型工矿企业，村庄和居民区都离该企业较远。中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂内设备设施有足够的安全距离，正常状态下，不会对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂内设备设施造成影响，但若在事故状态下可能会对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂造成影响。中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂若发生火灾爆炸事故基本不会波及厂区外。

附 1.4.2 自然环境因素

附 1.4.2.1 雷电

雷电会导致多种不同形式的危害，但防雷的理论基础是安全地引雷入地。闪电是一个电流波，防雷装置就是给雷电流提供一条或多条接地通道。雷电的主要形式及雷害情况有以下几种情况：

（1）直击雷是指雷电直接击在建筑物构架、动植物上，因电效应、热效应和机械效应等造成建筑物等损坏以及人员的伤亡。

（2）感应雷是雷电在雷云之间或雷云对地放电时，在附近的户外传输信号线路、埋地电力线、设备间连接线产生电磁感应并侵入设备，使串联在线路中间或终端的电子设备遭到损害。感应雷虽然没有直击雷猛烈，但其发生的几率比直击雷高得多。

(3) 雷电浪涌是近年来由于微电子的不断使用引起人们极大重视的一种雷电危害形式。最常见的电子设备危害不是由于直击雷击引起的,而是由于雷击发生时在电源和通讯线路中感应的电流浪涌引起的。一方面由于电子设备内部结构高度集成化,从而造成设备耐压、耐过电流的水平下降,对雷电(包括感应雷及操作过电压浪涌)的承受能力下降,另一方面由于信号来源路径增多,系统较以前更容易遭受雷电波侵入。浪涌电压可以从电源线或信号线等途径窜入控制设备,浪涌电压对低压配电线等在线间可能发生超出原工作电压一倍甚至数倍以上,这样的浪涌电压完全有可能一次性将电子设备损坏。信号系统浪涌电压的主要来源是感应雷击。

目前还没有任何一种办法可以全面防止雷电的危害,但通过各种有效的办法可将危害的程度降到最低。防雷的重点从侧重人身和电气设备安全转换到通讯和信息系统安全,过去建筑物防雷技术以防直击雷为主,侧重防机械性破坏,现在则以防感应雷击为主,侧重防雷电的电磁感应。室外防雷从以前避雷针和避雷带转变为现今避雷网和法拉第笼。内部的防雷技术从以隔离方式为主转变为现今的以等电位方式为主。以前接地系统是否合格以接地电阻阻值为准,现在侧重接地结构兼顾接地电阻。防雷的原则:一是将绝大部分雷电流直接接闪引入地下,二是阻塞沿电源信号、数据线引入过电压,三是限制被保护设备上的浪涌过压幅值。

爆炸危险场所的工艺生产装置防雷的最大特点是要求在爆炸危险区域内,保持设备、罐及管线对雷电的连续性,做好法兰、阀门、弯头的跨接及设备的等电位接地,防止雷电在有爆炸性混合物的场所内发生火花,避免雷击火灾爆炸事故。

防止雷电浪涌应为自动控制系统的重点。该项目控制系统的防雷采取了综合防雷措施,包括接闪、分流、均压、接地、电磁屏蔽、合理布线,在适当部位安装了电涌保护器(SPD)等,可有效的防止雷

电事故，确保生产的长周期安全平稳运行。

附 1.4.2.2 地震

地震是地壳运动的一种表现形式，是地球内部传播出来的地震波造成的地面震动，破坏性大，影响面广，突发性强，常有明显的区域特征，是影响装置及设备安全运行的事故因素之一，地震的预防主要在于提高建筑物的抗震能力。大型装置、储罐等设施要严格符合抗震要求。

在设计中充分考虑了地震设防问题，可以降低因为地震而引发的次生灾害如火灾、中毒等事故的可能性。

附1.4.2.3 高温

高温环境可使劳动效率降低，增加操作失误率，引起中暑（热射病、日射病、热痉挛、热衰竭）。长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍症。高温作业人员的作业能力随温度的升高而明显下降。研究资料表明，环境温度达到 28℃时，人的反应速度、运算能力、感觉敏感性及运动协调功能都明显下降。普通作业人员的作业能力，35℃时仅为一般情况下的 50%~70%左右；重体力劳动作业人员的能力，30℃时只有一般情况下的 50%~70%，35℃时仅有 30%左右。

东营市夏季极端最高气温可达 39.9℃左右，在炎热季节，室外作业人员如巡检人员，在室外作业时，要遭受一定程度的高温作业危害如中暑等，应注意预防。

附1.4.2.4 低温

东营市最冷月平均气温-2.8℃，最低气温-13℃，气温较低，对装置的防凝防冻有不利影响，冬季也给工作人员的操作检修带来一定的困难。

装置冬季防冻措施不当也会给装置带来危险。在严寒的冬季，仪表风系统应注意含水量监测。避免仪表风含水高而冻堵信号传送机构

的孔径，发生误动作，导致生产事故。操作人员在寒冷的环境中工作，容易造成冻伤；体温降低，对脑功能也有一定影响，使注意力不集中、反应时间延长、作业失误率增多。如果缺乏有效的防冻防护措施，有被冻伤或滑倒、摔伤的危险。

附 1.5 重大危险源辨识过程

附 1.5.1 危险化学品重大危险源定义

危险化学品重大危险源的辨识依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）和《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，79号令修订）规定，危险化学品重大危险源、危险化学品和临界量的定义如下：

危险化学品重大危险源：指长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

单元：一个（套）生产装置、设施或场所，或同属一个生产经营单位的且边缘距离小于500m的几个（套）生产装置、设施或场所。

危险化学品：具有易燃、易爆、有毒、有害等特性，会对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品。

临界量：指对于某种或某类危险化学品规定的数量，若单元中的危险化学品数量等于或超过该数量，则该单元定为重大危险源。

单元内存在的危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

①单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为危险化学品重大危险源；

②单元内存在的危险化学品为多品种时，则按下列公式计算，若满足下列公式，则定为危险化学品重大危险源。

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中， $q_1, q_2 \dots q_n$ —表示每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）； $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ —表示与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

附 1.5.2 重大危险源辨识

根据危险化学品重大危险源的定义，进行危险化学品重大危险源，详见下表。

附表 1.5-1 危险化学品重大危险源辨识

| 序号 | 危险物质名称 | 实际量 (t) | 临界量 (t) | qi/Qi | $\Sigma qi/Qi$ | |
|----|--------------------------|-------------------------------|---------|---------|----------------|---------------|
| 1 | 原料气 | H ₂ | 0.27 | 5 | 0.054 | 0.25564 <1 |
| | | CH ₄ | 0.65 | 50 | 0.013 | |
| | | C ₂ H ₄ | 0.11 | 50 | 0.0022 | |
| | | C ₂ H ₆ | 0.47 | 10 | 0.047 | |
| | | C ₃ H ₆ | 0.04 | 10 | 0.004 | |
| | | C ₃ H ₈ | 0.062 | 10 | 0.0062 | |
| 2 | 氢气 | 0.498 | 5 | 0.0996 | | |
| 3 | 天然气（以 CH ₄ 计） | 0.269 | 50 | 0.00538 | | |
| 4 | 解吸气 | H ₂ | 0.102 | 5 | 0.0204 | |
| | | CH ₄ | 0.073 | 50 | 0.0016 | |
| | | CO | 0.024 | 10 | 0.0024 | |

由上表可知，11000Nm³/h 制氢装置未构成危化品重大危险源。

附 1.5.3 危险化学品重大危险源辨识与分级结果

根据上述重大危险源辨识，11000Nm³/h 制氢装置未构成危险化学品重大危险源。

附件 2 选用的安全评价方法简介

附 2.1 安全检查表法 (SCL)

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便且广泛应用的系统危险性评价方法。安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员,事先对分析对象进行详尽的分析和充分的讨论,列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、检查结果等内容的表格(或清单),在对工程设计中所采取的安全卫生防护设施及技术措施的全面性和可靠性进行逐项检查的基础上,对其与国家有关法律、法规、技术标准的符合情况做出分析和判断,发现存在的问题及潜在的危險,并据此提出安全对策措施及建议。

安全检查表以下列格式列出,对于设计方案中已经涉及且符合要求的检查内容,在检查结果栏中标以"√",对于不符合要求的检查项目在检查结果栏中标以"※"。见附表 2-1。

附表 2-1 安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 参考依据 | 检查情况记录 | 检查结果 |
|----|------|------|--------|------|
| | | | | |

附 2.2 预先危险性分析法 (PHA)

预先危险性分析法是一种对系统存在的各种危险因素、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。通常是在在进行某项工程活动(包括设计、施工、生产、维修等)之前,对系统存在的各种危险因素(类别、分布)、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析,其目的是早期发现系统的潜在危险因素,确定系统的危險等级,提出相应的防范措施,防止这些危险因素发展成为事故,避免考虑不周所造成的损失,属定性评价。即:讨论、

分析、确定系统存在的危险因素，及其触发条件、现象、形成事故的原因事件、事故类型、事故后果和危险等级，有针对性的提出相应的安全防范措施。

1.预先危险性分析法的主要功能有：

- 大体识别与系统有关的危险；
- 鉴别产生危险的原因；
- 估计事故出现对系统的影响；
- 对已经识别的危险进行分级，并提出消除或控制危险性的措施。

2.预先危险性分析步骤

- 对系统的生产目的、工艺过程以及操作条件，对周围环境进行充分的调查了解；

- 收集以往的经验 and 同类生产中发生过的事故情况，判断所要分析对象中是否也会出现类似情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性；

- 根据经验、技术诊断等方法确定危险源；
- 识别危险转化条件，研究危险因素转变成事故的触发条件；
- 进行危险性分级，确定危险程度，找出应重点控制的危险源；
- 制定危险防范措施。

预先危险性分析结果最终以表格的形式表示。

3.危险、有害因素的危险性等级

PHA 分析的结果用危险性等级来表示。危险性可划分为四个等级，见下表。

附表 2-2 危险性等级划分表

| 级别 | 危险程度 | 可能导致的后果 |
|-----|------|--|
| I | 安全的 | 不会造成人员伤亡及系统损失 |
| II | 临界的 | 处于事故的边缘状态,暂时还不至于造成人员伤亡、系统损失或降低系统性能,但应予以排除或采取控制措施 |
| III | 危险的 | 会造成人员伤亡和系统损失,要立即采取防范对策措施 |
| IV | 灾难性的 | 会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 |

附 2.3 危险度评价法

危险度评价法是借鉴日本劳动省“六阶段”的定量评价表,结合我国的有关标准、规程,编制了“危险度评价取值表”,规定了危险度由物质、容量、温度、压力和操作等 5 个项目共同确定,其危险度分别按 A=10 分, B=5 分, C=2 分, D=0 分赋值计分,由累计分值确定单元危险度,危险度分级见下表。

附表 2-3 危险度分级

| 总分值 | ≥16 分 | 11~15 分 | ≤10 分 |
|------|-------|---------|-------|
| 等级 | I | II | III |
| 危险程度 | 高度危险 | 中度危险 | 低度危险 |

- 物质: 物质本身固有的点火性、可燃性和爆炸性的程度。
- 容量: 容器的容量体积。
- 容量: 运行温度和点火温度的关系。
- 压力: 运行压力(超高压、高压、中压、低压)。
- 操作: 运行条件引起爆炸或异常反应的可能性。

附表 2-4 危险度评价取值表

| 分值项目 | A (10分) | B (5分) | C (2分) | D (0分) |
|----------------------|--|--|--|---|
| 物质(指单元中危险、有害程度最大之物质) | (1)甲类可燃气体; (2)甲 A 类物质及液态烃类; (3)甲类固体; (4)极度有害介质 | (1)乙类可燃气体; (2)甲 B、乙 A 类可燃液体; (3)乙类固体; (4)高度有害介质 | (1)乙 B、丙 A、丙 B 类可燃液体; (2)丙类固体; (3)中、轻度有害介质 | 不属左述之 A、B、C 项之物质 |
| 容量* | (1)气体 1000m ³ 以上; (2)液体 100m ³ 以上 | (1) 气体 500 ~ 1000m 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 |
| 温度 | 1000°C 以上使用,其操作温度在燃点以上。 | (1)1000°C以上使用,但操作温度在燃点以下; (2)在 250~1000°C使用,其操作温度在燃点以上。 | (1)在 250 ~ 1000°C 使用,但操作温度在燃点以下; (2)在低于 250°C 时使用,操作温度在燃点以上。 | 在低于 250°C 时使用,操作温度在燃点以下。 |
| 压力 | 100MPa | 20~100MPa | 1~20MPa | 1MPa 以下 |
| 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 | 无危险的操作 |

注: *①有触媒的反应,应去掉触媒层所占空间; ②气液混合反应,应按反应的形态选择上述规定。

附 2.4 道化学火灾、爆炸指数评价法

道化学公司(DOW)火灾、爆炸危险指数评价法(第7版)是依据工艺装置以往事故的统计资料、生产物料的潜在能量和现行安全

防护措施，按逐步推算的方法，对装置及所含物料的潜在火灾、爆炸和反应性危险进行客观评价的定量评价方法。具体评价步骤如下：

- 1.确定评价单元。包括评价单元的确定和评价设备的选择。
- 2.求取单元内重要物质的物质系数 MF。
- 3.根据单元的工艺条件，采用适当的危险系数，求得单元一般工艺危险系数 F_1 和特殊工艺危险系数 F_2 。

一般工艺危险系数 F_1 是确定事故损害大小的主要因素。

特殊工艺危险系数 F_2 是影响事故发生概率的主要因素。

- 4.求工艺单元危险系数 F_3 ， $F_3 = F_1 \times F_2$ 。

5.求火灾、爆炸指数 F&EI。 $F\&EI = F_3 \times MF$ 。F&EI 值与危险程度之间的等级划分关系见下表。

附表 2-5 F&EI 及危险等级划分表

| F&EI 值 | 危险等级 |
|---------|------|
| 1~60 | 最轻 |
| 61~96 | 较轻 |
| 97~127 | 中等 |
| 128~158 | 很大 |
| >159 | 非常大 |

6.用火灾、爆炸指数值查出单元的暴露区域半径 R (m)，并计算暴露面积 A ， $A = \pi \times R^2$ (m²)。

- 7.确定安全措施补偿系数 C 。

安全措施补偿系数 C 为工艺控制补偿系数 C_1 、物质隔离补偿系数 C_2 、防火措施补偿系数 C_3 三者的乘积，即 $C = C_1 \times C_2 \times C_3$ 。

- 8.计算安全措施补偿后的火灾、爆炸指数 F&EI。

附件 3 定性、定量分析评价过程

附 3.1 定性评价

附 3.1.1 选址及总平面布置单元

本节采用安全检查表法对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目选址及总平面布置单元进行安全检查。检查表的编制主要依据了《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《石油化工工厂布置设计规范》（GB50984-2014）等标准。具体检查内容见附表 3.1-1。

本安全检查表为定性评价，将检查的内容系统的列出，逐项检查，以便发现可能存在的缺陷及隐患。本表以提问的方式进行检查，以“√”、“×”、或“△”回答问题。“√”表示符合条件；“×”表示不符合条件，存在问题和缺陷，有待改进，“△”表示无法判断或未说明。

附表 3.1-1 项目选址及总图布置单元安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 依据、标准 | 检查结果 | 实际情况 |
|------|--|-----------------------|------|------------------------|
| 项目选址 | | | | |
| 1 | 厂址选择应符合国民经济发展和石油化工产业布局的要求。 | GB50984-2014 3.1.1 | √ | 位于石化总厂现有厂区内，选址及规划符合要求。 |
| 2 | 厂址选择与总体布置应符合当地城镇和工业园区规划。 | GB50984-2014 3.1.3 | √ | 厂址选择与总体布置符合当地工业布局。 |
| 3 | 厂址不应选择在受洪水、潮水或内涝威胁的地带，当不可避免时应采取可靠的防洪、排涝措施。 | GB50984-2014 3.2.7 | √ | 厂区所在位置不受洪水、潮水或内涝威胁。 |

| 序号 | 检查内容 | 依据、标准 | 检查结果 | 实际情况 |
|----|--|------------------------|------|---------------------|
| 4 | 改扩建工程应优先在现有厂区内挖潜改造，充分利用闲置的场地和设施，整合土地资源。当需要另外选址征地时，应妥善处理新、老厂区之间的关系，充分利用和依托原有设施，避免重复建设。 | GB50984-2014 3.2.14 | √ | 本项目在原有装置进行改造，不新增用地。 |
| 5 | 下列地区或地段不得选为厂址： 1.发震断层和抗震设防烈度为9度及以下的地区； 2.生活饮用水源保护区；国家划定的森林、农业保护及发展规划区；自然保护区、风景名胜区和历史文物古迹保护区； 3.山体崩塌、滑坡、泥石流、流沙、地面严重沉降或塌陷等地质灾害易发生区和重点防治区；采矿塌落、错动区的地表界限内； 4.蓄滞洪区、坝或堤决溃后可能淹没的地区； 5.危机到机场净空保护区的区域； 6.具有开采价值的矿藏区或矿产资源储备区； 7.水资源匮乏的地区； 8.严重的自重湿陷性黄土地段、厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等工程地质条件恶劣地段； 9.山区或丘陵地区的窝风地带。 | GB50984-2014 3.2.16 | √ | 本项目厂区不位于上述区域范围内。 |

| 序号 | 检查内容 | 依据、标准 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------|--|-----------------------|------|--|
| 6 | <p>危险化学品生产装置或者储存数量构成重大危险源的危险化学品储存设施（运输工具加油站、加气站除外），与下列场所、设施、区域的距离应当符合国家有关规定：</p> <p>（一）居住区以及商业中心、公园等人员密集场所；</p> <p>（二）学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；</p> <p>（三）饮用水源、水厂以及水源保护区；</p> <p>（四）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、地铁风亭以及地铁站出入口；</p> <p>（五）基本农田保护区、基本草原、畜禽遗传资源保护区、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；</p> <p>（六）河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区；</p> <p>（七）军事禁区、军事管理区；</p> <p>（八）法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。</p> | 《危险化学品安全管理条例》第十九条 | √ | 制氢装置未构成重大危险源，原加氢、制氢联合装置（制氢装置和汽柴油加氢精制装置）作为一个单元辨识，构成四级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂生产装置总体构成二级危险化学品重大危险源；胜利油田石油化工总厂应按照一级危险化学品重大危险源管理距离符合规定。详见报告第2.3.3节内容。 |
| 7 | 工业企业选址宜避开自然疫源地；对于因建设工程需要等原因不能避开的，应设计具体的疫情综合预防控制措施。 | GBZ1-2010 5.1.2 | √ | 无疫源。 |
| 8 | 选择厂址应充分考虑地震、软地基、湿陷性黄土、膨胀土等地质因素以及飓风、雷暴、沙暴等气象危害。 | HG20571-2014 3.1.2 | √ | 已充分考虑落实。 |
| 总平面布置 | | | | |
| 9 | <p>总平面布置，应符合下列要求：</p> <p>1.在符合生产流程、操作要求和使用寿命的前提下，建筑物、构筑物等设施，应联合多层布置；</p> <p>2.按功能分区，合理地确定通道宽度；</p> <p>3.厂区、功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整；</p> <p>4.功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。</p> | GB50187-2012 5.1.2 | √ | 符合要求 |

| 序号 | 检查内容 | 依据、标准 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------|---|--------------------------|------|-------------------------------------|
| 10 | 石油化工企业总平面布置的防火间距除本规范另有规定外，不应小于表4.2.12的规定。 | GB50160-2008， 4.2.12 | √ | 本项目改造设备均在原装置区内，未超出原装置界区，平面布置符合要求 |
| 11 | 总平面布置，应合理地组织货流和人流。 | GB50187-2012 5.1.8 | √ | 货流和人流符合要求 |
| 12 | 总平面布置应在总体布置的基础上，根据工厂的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护、防火、安全、卫生、施工、检修、生产、经营管理、厂容厂貌及发展要求，并结合当地自然条件进行布置，经方案比较后择优确定。 | GB50489-2009 5.1.1 | √ | 符合要求 |
| 厂内道路 | | | | |
| 13 | 工厂主要出入口不应少于两个，并宜位于不同方位。 | GB 50160-2008 第4.3.1条 | √ | 符合要求 |
| 14 | 装置或联合装置、液化烃罐组、总容积大于或等于120000m ³ 的可燃液体罐组、总容积大于或等于120000m ³ 的两个或两个以上可燃液体罐组应设环形消防车道。可燃液体的储罐区、可燃气体储罐区、装卸区及化学危险品仓库区应设环形消防车道，当受地形条件限制时，也可设有回车场的尽头式消防车道。消防车道的路面宽度不应小于6m，路面内缘转弯半径不宜小于12m，路面上净空高度不应低于5m。 | GB50160-2008 第4.3.4条 | √ | 装置区四周设环形消防车道。 |
| 15 | 管架支柱（边缘）、照明电杆、行道树或标志杆等距道路路面边缘不应小于0.5m。 | GB50160-2008 第4.3.8条 | √ | 符合要求。 |
| 装置内布置 | | | | |
| 16 | 设备、建筑物平面布置的防火间距，除本规范另有规定外，不应小于表5.2.1的规定。 | GB50160-2008 第5.2.1条 | √ | 本装置内设备、建筑物平面布置防火距离符合要求，详见报告第2.3节内容。 |

| 序号 | 检查内容 | 依据、标准 | 检查结果 | 实际情况 |
|----|---|-----------------------------|------|--|
| 17 | <p>装置内消防道路的设置应符合下列规定：</p> <p>(1) 装置内应设贯通式道路，道路应有不少于 2 个出入口，且 2 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；</p> <p>(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。</p> | GB 50160-2008 第 5.2.10 条 | √ | 拟改造制氢装置与东侧的 50 万吨/年汽柴油加氢装置、15 万吨/年催化重整装置为联合装置，装置内设有贯通式消防道路，设有两个出入口，消防道路路面宽度为 5m，净空高度均不低于 4.5m。 |
| 18 | <p>设备的构架或平台的安全疏散通道应符合下列规定：</p> <p>(1) 可燃气体、液化烃和可燃液体的塔区平台或其他设备的构架平台应设置不少于 2 个通往地面的梯子，作为安全疏散通道，但长度不大于 8m 的甲类气体和甲、乙_A类液体设备的平台或长度不大于 15m 的乙_B、丙类液体设备的平台，可只设一个梯子；</p> <p>(2) 相邻的构架、平台宜用走桥连通，与相邻平台连通的走桥可作为一个安全疏散通道；</p> <p>(3) 相邻安全疏散通道之间的距离不应大于 50m。</p> | GB 50160-2008 第 5.2.26 条 | √ | 原有设施符合要求，本次改造不涉及构架和平台。 |

该单元针对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目项目选址及总平面布置单元共列出 18 项检查内容，均符合要求。中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置与厂外周边居民区、公路等的安全间距符合国家相关要求，总平面布置分区合理，建构筑物之间的安全距离符合要求。

附 3.1.2 工艺装置与系统单元

(1) 预先危险性分析法评价

附表 3.1-2 工艺装置与系统单元预先危险性分析

| 危险源或部位 | 事故类别 | 触发条件 | 危险等级 | 安全对策措施 |
|--------|--------------|--|----------------|--|
| 生产装置区 | 火灾爆炸 | 1、易燃气体输送管道泄漏，遇明火、高热易燃； 2、易燃气体泄漏，与空气混合形成易燃易爆气体； 3、通风不良； 4、存在点火源。 | IV | 1、加强设备管理，杜绝“跑、冒、滴、漏”； 2、加强通风，地面下不允许设暗沟； 3、采用密闭工艺流程； 4、采用防爆电气设备，电缆进户处严密封堵； 5、采用不发火地面； 6、使用不产生火花的检修工具； 7、采取可靠的防雷、防静电措施，车间主要入口处应设置消除人体静电装置； 8、为职工配备防静电工作服； 9、严禁烟火，杜绝各类火源出现； 10、配备消防器材。 |
| | 容器爆炸 管道爆裂 | 1、安全泄放失效； 2、过度腐蚀致使容器强度降低； 3、压力超过容器的承受极限。 | IV | 1、设置安全阀、呼吸阀； 2、采取可靠的防腐措施； 3、压力容器选用具备资质的厂家生产的合格产品； 4、定期检测，确保容器良好的质量； 5、定期检查，确保安全泄放装置可靠、有效； 6、与相邻设施保证足够的防火间距； 7、制定事故应急预案。 |
| | 中毒窒息 | 1、有毒气体（硫化氢）发生泄漏； 2、进入容器或有限空间内作业，有害气体浓度过高； 3、违反安全作业规程。 | II III | 1、严禁控制设备及其安装质量，消除大量泄漏可能性； 2、定期检修、维护保养，保持设备的完好状态； 3、进入容器内作业要执行审批制度，严格遵守作业安全规程，加强现场监护； 4、加强职工安全知识培训教育，遇险情况下，应采取正确的施救措施，防止事故损失扩大； 5、配备个体防护用品； 6、制定事故应急救援预案。 |

| 危险源或部位 | 事故类别 | 触发条件 | 危险等级 | 安全对策措施 |
|--------|------|--|------|--|
| | 机械伤害 | 1、机械设备外露运转部件未可靠封闭； 2、检修设备意外启动； 3、违章操作。 | II | 1、外露运转部件应加防护罩； 2、设备检修应可靠地断电； 3、严格遵守设备检修操作规程。 |
| | 灼烫 | 1、高温设备表面接触人体； 2、高温介质泄漏接触人体。 | II | 1、高温设备表面加装隔热防护层； 2、选用合格产品，定期检修，保持设备的完好状态； 3、加强设备管理，杜绝“跑、冒、滴、漏”； 4、制定安全操作规程，并严格遵守。 |
| | 高处坠落 | 1、高处作业； 2、无防护措施； 3、违章或失误。 | II | 1、设置符合要求的梯子、踏板、走台、平台； 2、梯子、踏板、走台、平台应防滑； 3、应采取可靠的防护措施； 4、严格遵守高处作业规程。 |
| | 物体打击 | 1、物体在惯性作用下飞出会坠落； 2、工具、部件或其他物体打到人体。 | II | 1、设备、管线等避免带压操作； 2、避免上、下交叉作业； 3、严格遵守安全作业规程。 |

(2) 安全检查表法评价

本节采用安全检查表法对中国石化股份有限公司胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目生产设备设施单元进行安全检查。检查表的编制主要依据了《石油化工企业设计防火规范》(GB50160-2008)、《化工企业安全卫生设计规范》(HG20571-2014)等标准。具体检查内容见附表 3.1-3。

附表 3.1-3 工艺装置与系统单元安全检查表

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|------|---------|--------------|------|------|
| 生产装置 | | | | |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------------|--|----------------------------|------|--|
| 1 | 生产经营单位不得使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺。 | 《安全生产法》 第 31 条 | √ | 原装置采用轻烃水蒸汽转化工艺、变压吸附（PSA）技术制氢，改造后，工艺技术路线不变，装置工艺均成熟。非国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺 |
| 2 | 设备应按工艺流程顺序和同类设备适当集中相结合的方式布置。 | SH/T3011-2011 第 3.0.4 条 | √ | 装置内设备集中方式布置。 |
| 3 | 物料倒流会产生危险的设备、管道，应根据具体情况设置自动切断阀、止回阀或中间容器等。 | SH3047-1993 第 2.2.7 条 | △ | 原有设施符合要求，拟改造、更换设施未说明 |
| 4 | 在不正常情况下，物料串通会产生危险时，应根据具体情况采取防止措施。 | SH3047-1993 第 2.2.8 条 | △ | 原有设施符合要求，拟改造、更换设施未说明 |
| 5 | 设备和管道应根据其内部物料的火灾危险性和操作条件，设置相应的仪表、自动联锁保护系统或紧急停车措施。 | GB50160-2008 第 5.1.2 条 | √ | 原有设施符合要求，拟改造、更换设施拟按照要求设置。 |
| 6 | 对有失控可能的工艺过程，应根据不同情况，采取下列一种或几种应急措施： 1 停止加入催化剂（引发剂）； 2 加入使催化剂失效的物料； 3 排出物料或停止加入物料； 4 紧急泄压； 5 停止供热或由加热转为冷却； 6 加入稀释物料； 7 加入易挥发性物料； 8 通入惰性气体； 9 与灭火系统联锁。 | SH3047-1993 第 2.2.11 条 | √ | 设有紧急停车系统 ESD。紧急停车系统利旧现有装置，能够满足要求。详见报告 2.6.7 节内容。 |
| 7 | 在使用或产生甲类气体或甲、乙 A 类液体的工艺装置、系统单元和储运设施区内，应按区域控制和重点控制相结合的原则，设置可燃气体报警系统。 | GB50160-2008 第 5.1.3 条 | √ | 在装置区已设有可燃气体报警器，覆盖范围符合要求。 |
| 泄压排放 | | | | |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------------|--|----------------------------|------|----------------------------------|
| 8 | <p>甲、乙、丙类的设备应有事故紧急排放设施，并应符合下列规定：</p> <p>（1）对液化烃或可燃液体设备，应能将设备内的液化烃或可燃液体排放至安全地点，剩余的液化烃应排入火炬；</p> <p>（2）对可燃气体设备，应能将设备内的可燃气体排入火炬或安全放空系统。</p> | GB50160-2008 第 5.5.7 条 | √ | 原有设施符合要求，依托厂区现有气柜系统和火炬系统，能够满足要求。 |
| 9 | <p>单个安全阀的开启压力（定压），不应大于设备的设计压力。当一台设备安装多个安全阀时，其中一个安全阀的开启压力（定压）不应大于设备的设计压力；其他安全阀的开启压力可以提高，但不应大于设备设计压力的1.05倍。</p> | GB50160-2008 第 5.5.2 条 | △ | 原有设施符合要求，拟改造、更换设施未说明。 |
| 10 | <p>有突然超压或发生瞬时分解爆炸危险物料的反应设备，如设安全阀不能满足要求时，应装爆破片或爆破片和导爆管，导爆管口必须朝向无火源的安全方向；必要时应采取防止二次爆炸、火灾的措施。</p> | GB50160-2008 第 5.5.12 条 | √ | 装置压力设备设置的安全阀均可满足工艺要求。 |
| 耐火保护 | | | | |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|----|--|----------------------|------|--|
| 11 | 下列承重钢结构，应采取耐火保护措施。1.单个容积等于或大于5m ³ 的甲、乙A类液体设备的承重钢构架、支架、裙座；2.在爆炸危险区范围内，且毒性为极度和高度危害的物料设备的承重钢构架、支架、裙座；3.操作温度等于或高于自燃点的单个容积等于或大于5m ³ 的乙B、丙类液体设备承重钢构架、支架、裙座；4. 加热炉炉底钢支架；5.在爆炸危险区范围内的主管廊的钢管架；6.在爆炸危险区范围内的高径比等于或大于8，且总重量等于或大于25t的非可燃介质的承重钢构架、支架和裙座。 | GB50160-2008 第5.6.1条 | √ | 生产装置内的承重钢构架、支架、裙座、管架均设覆盖耐火层，耐火层选用厚型无机防火涂料，其耐火极限1.5h以上。 |
| 12 | 第5.6.1条所述的承重钢结构的下列部位应覆盖耐火层，覆盖耐火层的钢构件，其耐火极限不应低于1.5h：1.支承设备钢构架：1) 单层构架的梁、柱；2) 多层构架的楼板为透空的钢格板时，地面以上10m范围的梁、柱；3) 多层构架的楼板为封闭式楼板时，地面至该层楼板面及其以上10m范围的梁、柱；2.支承设备钢支架；3.钢裙座外侧未保温部分及直径大于1.2m的裙座内侧；4.钢管架：1) 底层支撑管道的梁、柱；地面以上4.5m内的支撑管道的梁、柱；2) 上部设有空气冷却器的管架，其全部梁、柱及承重斜撑；3) 下部设有液化烃或可燃液体泵的管架，地面以上10m范围的梁、柱；5.加热炉从钢柱柱脚板到炉底板下表面50mm范围内的主要支撑构件应覆盖耐火层，与炉底板连续接触的横梁不覆盖耐火层；6.液化烃球罐支腿从地面到支腿与球体交叉处以下0.2m的部位。 | GB50160-2008 第5.6.2条 | √ | 生产装置内的承重钢构架、支架、裙座、管架均设覆盖耐火层，耐火层选用厚型无机防火涂料，其耐火极限1.5h以上。 |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------------|--|--|------|--|
| 自控仪表 | | | | |
| 13 | <p>紧急停车及安全联锁系统的设计，应遵循以下原则：</p> <p>(1) 紧急停车及安全联锁系统原则上独立设置；</p> <p>(2) 检测元件及执行机构原则上独立设置；</p> <p>(3) 中间环节最少；</p> <p>(4) 采用冗余或容错结构；</p> <p>(5) 系统应是故障安全型</p> | <p>《石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则》</p> <p>SHB-Z-06-1999</p> <p>第 1.0.3 条</p> | √ | 符合要求，原装置设置 DCS 控制系统和 ESD 紧急停车系统，紧急停车系统独立于 DCS 系统。制氢装置利旧现有 DCS，改造后，现有 DCS 的备用量可以满足改造需求。详见报告第 2.6.5 节内容。 |
| 14 | 设备和管道应根据其内部物料的火灾危险性和操作条件，设置相应的仪表、自动联锁保护系统或紧急停车措施。 | <p>GB50160-2008</p> <p>5.1.2</p> | √ | 设置 ESD 系统，符合要求。 |
| 15 | <p>操作站硬件配置应满足以下最低要求：</p> <p>32 位或 64 位中央处理器(CPU)；大于或等于 32M 随机存储器 (RAM)；操作站带有硬盘驱动器，使主机能够单独自启动；应能配制光盘驱动器 (CDROM) 等。</p> | <p>《石油化工分散控制系统设计规范》</p> <p>SH/T3092-2013</p> <p>第 3.3.4 条</p> | √ | 硬件配置满足要求。 |
| 16 | 系统的各种插卡应能在线带电插拔、更换 | <p>SH/T3092-2013</p> <p>第 3.6.1 条</p> | √ | 各种插卡能在线带电插拔、更换 |
| 17 | <p>凡信号来自或送至爆炸危险区域，且按照防爆要求采用本安防爆技术时，应在 I/O 接口现场侧设置安全栅。</p> <p>凡开关量接口的容量不能满足负载的要求或需将开关量隔离时，应配置继电器。</p> | <p>SH/T3092-2013</p> <p>第 4.2.1 条</p> | △ | 可研未涉及。 |
| 18 | 控制单元的 CPU 通讯接口及电源均应 1:1 冗余配置 | <p>SH/T3092-2013</p> <p>第 4.2.2.2 条</p> | √ | 按 1:1 冗余配置。 |
| 19 | 通讯总线（包括接口控制设备和电缆）必须 1: 1 冗余配置 | <p>SH/T3092-2013</p> <p>第 4.3.1 条</p> | √ | 通讯总线 1:1 冗余配置。 |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|----|--|---|------|--|
| 20 | 仪表及控制系统的用电负荷按SH 3038 规定属于一级负荷中特别重要负荷。这类负荷当供电中断时, 为确保安全停工及处理事故, 不致造成设备损坏和人身伤害事故, 不致造成重大经济损失, 需要设置 UPS。 | 《石油化工仪表供电设计规范》 SH/T 3082-2003 第 4.2.1 条 | √ | 控制室及现场仪表供电设置仪表专用的不间断供电系统(UPS)。当外供电中断时, 不间断供电时间不少于 30min, 使装置处于安全保护状态 |
| 21 | 直流 UPS 后备电池的供电时间 15min-30min。 | SH/T 3082-2003 第 5.3.5 条 | √ | UPS 后备电池的供电时间为 30min。 |
| 22 | 仪表电源容量, 应按仪表及控制系统的用电量总和的 1.2 倍~1.5 倍确定。 | SH/T 3082-2003 第 6.1.1 条 | △ | 可研未涉及。 |
| 23 | 下列几种情况下, 仪表电源宜采用不间断电源: (1) 大、中型石化生产装置、重要公用工程系统及辅助生产装置; (2) 高温高压、有爆炸危险的生产装置; (3) 设置较多、较复杂信号联锁系统的生产装置; (4) 采用DCS, PLC, SIS等的生产装置; (5) 石化装置中连续生产过程的控制仪表系统、重要公用显示仪表; (6) 重要的在线分析仪表(如: 参与控制、安全联锁); (7) 大型压缩机、泵的监控系统。 | SH/T 3082-2003 第 6.3.1 条 | √ | 仪表和控制系统采用 UPS 供电。 |
| 24 | 重要安全仪表系统的电源单元. 应考虑冗余措施;可燃气体和有毒气体检测系统, 应采用 UPS 供电。 | SH/T 3082-2003 第 7.1.3 条 | √ | 可燃气体检测系统采用 UPS 供电。 |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|-------------|---|--|------|-----------|
| 25 | 保护接地（也称为安全接地）是为人身安全和电气设备安全而设置的接地。仪表及控制系统的外露导电部分。正常时不带电，在故障、损坏或非正常情况下可能带危险电压，对这样的设备，均应实施保护接地。 | 《石油化工仪表接地设计规范》 SH/T3081-2003 第 2.1.1 条 | △ | 可研未涉及。 |
| 26 | 安装DCS、PLC、SIS等设备的控制室、机柜室、过程控制计算机的机房，应考虑防静电接地。这些室内的导静电地面、活动地板、工作台等应进行防静电接地。 | SH/T 3081-2003 第 2.4.1 条 | √ | 设置了防静电接地。 |
| 涉氢系统 | | | | |
| 27 | 氢气系统停运后，应用盲板或其他有效隔离措施隔断与运行设备的联系，应使用符合安全要求的惰性气体（其氧气体积分数不得超过 3%）进行置换吹扫。动火作业应实行安全部门主管书面审批制度。氢气系统动火检修，应保证系统内部和动火区域的氢气体积分数最高含量不超过 0.4%。检修或检验设施应完好可靠，个人防护用品穿戴符合要求，防止明火或其他激发能源进入动火区域，禁止使用电炉、电钻、火炉、喷灯等一切产生明火、高温的工具与热物体。动火检修应使用不产生火花的工具。 | GB4962-2008 第 4.3.2 条 | △ | 可研报告未说明 |
| 28 | 制氢装置、加氢还原车间的防雷分类不应低于第二类防雷建筑。其防雷设施应防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入。防直击雷的防雷接闪器，应使被保护的氢气站建筑物、构筑物、通风风帽、氢气放空管等突出屋面的物体均处于保护范围内。 | GB50177-2005 第 9.0.2 条 | △ | 可研报告未说明 |

| 序号 | 检查项目及内容 | 依据的法律、标准、规范等 | 检查结果 | 实际情况 |
|----|--|---------------------------|------|------|
| 29 | 涉氢的设备、管道、构架、电缆金属外皮、钢屋架和突出屋面的放空管、风管等应接到防雷电感应接地装置上。管道法兰、阀门等连接处，应采用金属线跨接。 | GB50177-2005 第 9.0.4 条 | △ | 未说明 |
| 30 | 室外架空敷设氢气管道应与防雷电感的接地装置相连。距建筑 100m 内管道，每隔 25m 左右接地一次，其冲击接地电阻不应大于 20Ω。埋地氢气管道，在进出建筑物处亦应与防雷电感的接地装置相连。 | GB50177-2005 第 9.0.5 条 | △ | 未说明 |
| 31 | 有爆炸危险环境内可能产生静电危险的物体应采取防静电措施。在进出制氢装置处、不同爆炸危险环境边界、管道分岔处及长距离无分支管道每隔 50~80m 处均应设防静电接地，其接地电阻不应大于 10Ω。 | GB50177-2005 第 9.0.6 条 | △ | 未说明 |
| 32 | 涉氢系统除设计消防冷却水系统外，还应配备干粉、二氧化碳等轻便型灭火器材或氮气、蒸汽灭火系统。氢气系统火灾事故状态时应保证正压状态，防止发生回火。 | GB4962-2008 第 9.2.1 条 | △ | 未说明 |

(3) 单元小结

通过对该单元预先危险性分析可知，装置区可能发生的事故类别有火灾爆炸、容器爆炸、中毒窒息、机械伤害、灼烫、高处坠落、物体打击、起重伤害、粉尘爆炸等。事故后果最严重的是火灾爆炸和容器爆炸，其危险性等级均为IV级，一旦发生，可能会造成个别人员的伤亡和较大的经济损失，应当作为本工程安全防范的重点。

通过对安全检查表中设定内容的检查，在生产设备设施单元共列出 32 项检查内容，有 11 项内容需要在后期设计中加以补充完善。

该项目工艺较成熟可靠，工艺技术可靠，设备选型及设备设施布置合理，基本满足该项目的生产需要。

附 3.1.3 公用工程及附属设施单元

附表 3.1-4 公用工程及附属设施单元安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|-------------------|---|-----------------------|------|-------------|----|
| 一般规定 | | | | | |
| 1 | 石油化工企业应设置与生产、储存、运输的物料和操作条件相适应的消防设施,供专职消防人员和岗位操作人员使用。 | GB50160-2008 8.1.1 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 消防站 | | | | | |
| 2 | 大中型石油化工企业应设消防站。消防站的规模应根据石油化工企业的规模、火灾危险性、固定消防设施的设置情况,以及邻近单位消防协作条件等因素确定。 | GB50160-2008 8.2.1 | √ | 石化总厂设有消防站 | |
| 消防给水管道及消火栓 | | | | | |
| 3 | 大型石油化工企业的工艺装置区、罐区等,应设独立的稳高压消防给水系统,其压力宜为0.7~1.2MPa。其他场所采用低压消防给水系统时,其压力应确保灭火时最不利点消火栓的水压不低于0.15MPa(自地面算起)。消防给水系统不应与循环冷却水系统合并,且不应用于其他用途。 | GB50160-2008 8.5.1 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 4 | 消防给水管道应环状布置,并应符合下列规定: 1、环状管道的进水管不应少于两条; 2、环状管道应用阀门分成若干独立管段,每段消火栓的数量不宜超过 5 个; 3、当某个环段发生事故时,独立的消防给水管道的其余环段应能满足 100%的消防用水量的要求; 与生产、生活合用的消防给水管道的其余环段应能满足 100%的消防用水和 70%的生产、生活用水的总量的要求; 4、生产、生活用水量应按 70%最大小时用水量计算; 消防用水量应按最大秒流量计算。 | GB50160-2008 8.5.2 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 5 | 消防给水管道应保持充水状态。地下独立的消防给水管道应埋设在冰冻线以下,管顶距冰冻线不应小于 150mm。 | GB50160-2008 8.5.3 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|---------------------|---|-----------------------|------|-------------|----|
| 6 | 消火栓的设置应符合下列规定：1、宜选用地面上式消火栓；2、消火栓宜沿道路敷设；3、消火栓距路面边不宜大于 5m；距建筑物外墙不宜小于 5m；4、地上式消火栓距城市型道路路边不宜小于 1.0m；距公路型双车道路路边不宜小于 1.0m；5、地上式消火栓的大口径出水口应面向道路。当其设置场所有可能受到车辆冲撞时，应在其周围设置防护设施；6、地下式消火栓应有明显标志。 | GB50160-2008 8.5.5 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 7 | 消火栓的数量及位置，应按其保护半径及被保护对象的消防用水量等综合计算确定，并应符合下列规定：1、消火栓的保护半径不应超过 120m；2、高压消防给水管道上消火栓的出水量应根据管道内的水压及消火栓出口要求的水压计算确定，低压消防给水管道上公称直径为 100mm、150mm 消火栓的出水量可分别取 15L/s、30L/s。 | GB50160-2008 8.5.6 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 8 | 罐区及工艺装置区的消火栓应在其四周道路边设置，消火栓的间距不宜超过 60m。当装置内设有消防道路时，应在道路边设置消火栓。距被保护对象 15 m 以内的消火栓不应计算在该保护对象可用的数量之内。 | GB50160-2008 8.5.7 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 消防水炮、水喷淋和水喷雾 | | | | | |
| 9 | 甲、乙类可燃气体、可燃液体设备的高大构架和设备群应设置水炮保护，其设置位置距保护对象不宜小于 15m。 | GB50160-2008 8.6.1 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 10 | 工艺装置内加热炉、甲类气体压缩机、介质温度超过自燃点的泵及换热设备、长度小于 30m 的油泵房附近等宜设消防软管卷盘，其保护半径宜为 20m。 | GB50160-2008 8.6.4 | △ | 可研报告未说明 | |

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|---------------|---|-----------------------|------|--------------|----|
| 11 | 工艺装置内的甲、乙类设备的框架平台高于 15m 时宜沿梯子敷设半固定式消防给水竖管，并应符合下列规定：（1）按各层需要设置带阀门的管牙接口；（2）平台面积小于或等于 50m ² 时，管径不宜小于 80mm；大于 50m ² 时，管径不宜小于 100mm；（3）框架平台长度大于 25m 时，宜在另一侧梯子处增设消防给水竖管，且消防给水竖管的间距不宜大于 50m。 | GB50160-2008 8.6.5 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 蒸汽灭火系统 | | | | | |
| 12 | 灭火蒸汽管道的布置应符合下列规定：1. 加热炉的炉膛及输送腐蚀性可燃介质或带堵头的回弯头箱内应设固定式蒸汽灭火筛孔管（简称固定式筛孔管）。筛孔管的蒸汽管道应从蒸汽分配管引出。蒸汽分配管距加热炉不宜小于7.5m，并至少应预留两个半固定式接头；2. 室内空间小于 500m ³ 的封闭式甲、乙、丙类泵房或甲类气体压缩机房内应沿一侧墙高出地面 150~200mm处设固定式筛孔管，并沿另一侧墙壁适当设置半固定式接头，在其他甲、乙、丙类泵房或可燃气体压缩机房内应设半固定式接头；3. 在甲、乙、丙类设备区附近宜设半固定式接头。在操作温度等于或高于自燃点的气体或液体设备附近宜设固定式蒸汽筛孔管，其阀门距设备不宜小于7.5m；4. 在甲、乙、丙类设备的多层构架或塔类联合平台的每层或隔一层宜设半固定式接头；5. 甲、乙、丙类设备附近设置软管站时，可不另设半固定式灭火蒸汽快速接头；6. 固定式筛孔管或半固定式接头的阀门应安装在明显、安全和开启方便的地点。 | GB50160-2008 8.8.4 | √ | 依托原有设施，符合要求。 | |
| 灭火器设置 | | | | | |
| 13 | 工艺装置内手提式干粉型灭火器的选型及配置应符合下列规定：1. 扑救可燃气体、可燃液体火灾宜选用钠盐干粉灭火剂，扑救可燃固体表面火灾应采用磷酸铵盐干粉灭火剂，扑救烷基铝类火灾宜采用 D类干粉灭火剂。2. 甲类装置灭火器的最大保护距离不宜超过9m，乙、丙类装置不宜超过12m；3. 每一配置点的灭火器数量不应少于两个，多层构架应分层配置；4. 危险的重要场所宜增设推车式灭火器。 | GB50160-2008 8.9.3 | √ | 拟按规定设计 | |

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|----------------|---|------------------------|------|---------------------------|----|
| 14 | 灭火器的配置,本规范未作规定者,应按《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140)的有关规定执行。 | GB50160-2008 8.9.6 | √ | 拟按规定设计 | |
| 火灾报警系统 | | | | | |
| 15 | 石油化工企业的生产区、公用及辅助生产设施、全厂性重要设施和区域性重要设施的火灾危险场所应设置火灾自动报警系统和火灾电话报警。 | GB50160-2008 8.12.1 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 16 | 火灾电话报警的设计应符合下列规定:1.消防站应设置可受理不少于两处同时报警的火灾受警录音电话,且应设置无线通信设备;2.在生产调度中心、消防水泵站、中央控制室、总变配电所等重要场所应设置与消防站直通的专用电话。 | GB50160-2008 8.12.2 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 17 | 甲、乙类装置区周围和罐组四周道路边应设置手动火灾报警按钮,其间距不宜大于100m。 | GB50160-2008 8.12.4 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 18 | 火灾自动报警系统的220V AC主电源应优先选择不间断电源(UPS)供电。直流备用电源应采用火灾报警控制器的专用蓄电池,应保证在主电源事故时持续供电时间不少于8小时。 | GB50160-2008 8.12.6 | √ | 依托原有设施,符合要求 | |
| 防雷、静电接地 | | | | | |
| 19 | 工艺装置内建筑物、构筑物的防雷分类及防雷措施应按《建筑物防雷设计规范》(GB50057)的有关规定执行。 | GB50160-2008 9.2.1 | √ | 无新增建、构筑物,防雷设施依托原有设施,符合要求。 | |
| 20 | 对爆炸、火灾危险场所内可能产生静电危险的设备和管道,均应采取静电接地措施。 | GB50160-2008 9.3.1 | △ | 原有设施符合要求,拟改造、更换设施未说明 | |
| 21 | 可燃气体、液化烃、可燃液体、可燃固体的管道在下列部位应设静电接地设施:进出装置或设施处;爆炸危险场所的边界;管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等。 | GB50160-2008 9.3.2 | △ | 原有设施符合要求,拟改造、更换设施未说明 | |
| 其他安全设施 | | | | | |

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|-----------------|--|--------------------------|------|----------------------|----|
| 22 | 有坠落危险的操作岗位按规定设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏等附属设施。 | HG20571-2014 4.6.1 | √ | 依托原有设施，符合要求。 | |
| 23 | 高速旋转或往复运动的机械零部件应设置可靠的防护设施、挡板或安全围栏。 | HG20571-2014 4.6.2 | √ | 拟按规定设计 | |
| 24 | 距地面或工作台高度 2.1m 以内距操作平台周围 0.75m 以内的表面温度超过 60℃ 的设备、管道应设防烫伤隔热层。 | SH3047-1993 2.10.6 | △ | 原有设施符合要求，拟改造设施未说明 | |
| 25 | 防护栏杆的高度宜为 1050mm。在离地高度小于 20m 的平台、通道及作业场所的防护栏杆高度不得低于 1000mm，在离地高度等于或大于 20m 高的平台、通道及作业场所的防护栏杆不得低于 1200 mm。 | GB4053.3— 2009 4.1 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 26 | 在有毒性危害的作业环境中，应设计必要的淋洗器、洗眼器等卫生防护设施，其服务半径小于 15m。 | HG205712014 5.1.6 | √ | 依托原有设施，符合要求 | |
| 安全色、安全标志 | | | | | |
| 27 | 凡容易发生事故危及生命安全的场所和设备，均应有安全标志，并按《安全标志》进行设置。 | SH3047-93 2.6.1 | √ | 拟按规定设计 | |
| 28 | 凡需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位应涂安全色。 | SH3047-93 2.6.2 | √ | 拟按规定设计 | |
| 29 | 阀门布置比较集中，易因误操作而引发事故时，应在阀门附近标明输送介质的名称、称号或明显的标志。 | SH3047-93 2.6.3 | △ | 原有设施符合要求，拟改造、更换设施未说明 | |
| 30 | 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。 | SH3047-93 2.6.4 | √ | 拟按规定设计 | |

附 3.1.4 安全管理单元

附表 3.1-5 安全管理单元安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 依据标准 | 检查结果 | 实际情况 | 备注 |
|----------------------|--|--|------|---|----|
| 安全机构设置和安全管理配备 | | | | | |
| 1 | <p>矿山、金属冶炼、道路运输、建筑施工单位，危险物品的生产、经营、储存、装卸、运输单位和使用危险物品从事生产并且使用量达到规定数量的单位（以下简称高危生产经营单位），应当按照下列规定设置安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员：从业人员在 1000 人以上的，应当设置专门的安全生产管理机构，并按不低于从业人员 5%的比例配备专职安全生产管理人员，其中至少应当有 3 名注册安全工程师。</p> | <p>《山东省人民政府关于修改〈山东省生产经营单位安全生产主体责任规定〉的决定》（省政府令 第 311 号）第九条</p> | √ | <p>企业总人数 1900 余人，设置安全环保科（专职安全管理人员 10 人），由谷月刚等担任安全总监，其中 10 人具有注册安全工程师资格。企业成立了成立厂厂长任组长，分管副厂长任副组长，各职能部门负责人组成的安全、健康和环境（HSE）管理委员会。</p> | |
| | <p>矿山、金属冶炼、道路运输、建筑施工单位，危险物品的生产、经营、储存、装卸、运输单位和使用危险物品从事生产并且使用量达到规定数量的单位（以下简称高危生产经营单位）以及其他生产经营单位，应当按照规定设置安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员；从业人员在三百人以上的高危生产经营单位应当按照规定设置安全总监，并建立安全生产委员会。</p> | <p>《山东省安全生产条例》（2017 年 1 月 18 日山东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过）第十三条</p> | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|---|----------------------|---|------------------------|--|
| 2 | 生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员,应当具备与所从事的生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力。 | 《山东省安全生产条例》第十三条 | √ | 已考核合格,取得安全管理资格证书。 | |
| 3 | 企业主要负责人对本单位安全生产工作负全面责任,责任制的制定符合《安全生产法》和《化工企业安全管理工作标准》有关规定。 | HG/T23001-92 第4条 | √ | 责任制中有规定 | |
| 4 | 分管负责人在指定分管的业务范围内对实现安全生产负责,总经理对安全生产工作负全面领导责任。 | HG/T23001-92 第4条 | √ | 责任制中有规定 | |
| 5 | 生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。 | 《安全生产法》 第二十四条 | √ | 拟按三同时实施,安全设施投资纳入建设项目概算 | |
| 6 | 可行性研究报告应有人员培训内容。 | 《生产经营单位安全培训规定》 | √ | 无新增人员,原有人员均进行培训 | |
| 安全管理制度、操作规程、事故应急预案 | | | | | |
| 7 | 安全生产管理人员责任制符合《化工企业安全管理工作标准》有关规定。 | HG/T23001-92, 第4条 | √ | 符合规定 | |
| 8 | 生产、储存、使用、经营、运输危险化学品的单位(以下统称危险化学品单位)的主要负责人对本单位的危险化学品安全管理工作全面负责。危险化学品单位应当具备法律、行政法规规定和国家标准、行业标准要求的安全条件,建立、健全安全管理规章制度和岗位安全责任制度,对从业人员进行安全教育、法制教育和岗位技术培训。从业人员应当接受教育和培训,考核合格后上岗作业;对有资格要求的岗位,应当配备依法取得相应资格的人员。 | 《危险化学品安全管理条例》 第四条 | √ | 符合要求 | |

| | | | | | |
|----------------|--|----------------------|---|--------------------------|--|
| 9 | 生产经营单位应当制定生产安全事故应急救援预案，建立应急救援队伍，配备应急救援装备、器材，并定期进行维护、保养和检测。 | 《山东省安全生产条例》第三十七条 | √ | 已编制事故应急预案，有应急救援组织、器材和设备。 | |
| 10 | 未实行安全生产许可的，其综合应急预案和专项应急预案的备案，由省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门确定。 | 《生产安全事故应急预案管理办法》第十九条 | √ | 已编制应急预案，并备案 | |
| 安全教育、培训 | | | | | |
| 11 | 生产经营单位的从业人员有依法获得安全生产保障的权利，并应当依法履行安全生产方面的义务。 | 《安全生产法》第六条 | √ | 已落实 | |
| 12 | 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。 | 《安全生产法》第二十四条 | √ | 企业主要负责人、安全管理人员已取得资格证书 | |
| 13 | 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业 | 《安全生产法》第二十五条 | √ | 其他从业人员经安全培训合格，并建立档案 | |
| 14 | 生产经营单位的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。 | 《安全生产法》第二十七条 | √ | 经培训、考核合格 | |
| 15 | 从业人员依法享有安全生产教育和培训的权利。生产经营单位应当制定从业人员安全生产教育培训计划，并按计划组织教育培训，建立培训档案。 | 《山东省安全生产条例》第十四条 | √ | 符合要求 | |

| 安全投入 | | | | | |
|------|---|-------------------------|---|--|--|
| 16 | 生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。 | 《安全生产法》 第二十条 | √ | 安 全 设 施 基 本 符 合 要 求 | |
| 17 | 生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。 | 《山东省安全生产条例》第二十七条 | √ | 提 供 工 伤 保 险 缴 费 凭 证 | |
| 18 | 根据作业特点和防护要求，按有关标准和规定发放个体防护用品。 | GB12801-91 6.2.1 | √ | 按 有 关 标 准 和 规 定 发 放 个 体 防 护 用 品 | |
| 19 | 从业人员在作业过程中，应当严格遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。 | 《安全生产法》 第四十九条 | √ | 检 查 时 已 落 实 | |
| 其他 | | | | | |
| 20 | 危险化学品单位应当按照《危险化学品重大危险源辨识》标准，对本单位的危险化学品生产、经营、储存和使用装置、设施或者场所进行重大危险源辨识，并记录辨识过程与结果。 | 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》第七条 | √ | 已 辨 识 确 定，石 化 工 程 构 成 重 大 危 险 源 | |
| 21 | 投入使用后的防雷装置实行定期检测制度。 | 防雷减灾管理办法 第十九条 | √ | 已 经 防 雷 检 测 合 格，有 效 期 至 2018 年 3 月 27 日 | |

附 3.2 定量分析评价

附 3.2.1 危险度法评价

(1) 生产工艺的危险有害程度识别

附表 3.2-1 危险度评价表

| 单元 | 介质 | | 容积 | | 温度 | | 压力 | | 操作 分值 | 总分 值 | 危险 等级 |
|----------|-----------------|----|----------------|----|-----|----|------|----|----------|---------|----------|
| | 名称 | 分值 | m ³ | 分值 | ℃ | 分值 | MPa | 分值 | | | |
| 转化炉单元 | 氢气、原料气、天然气、一氧化碳 | 10 | 36 | 0 | 840 | 2 | 2.1 | 2 | 5 | 19 | I |
| PSA 吸附单元 | 氢气、甲烷、一氧化碳 | 10 | 160 | 2 | 40 | 0 | 1.57 | 2 | 2 | 16 | I |

(2) 生产工艺的危险有害程度

通过危险度评价法对项目主要工艺单元的物质、容量、温度、压力和操作等五项进行评定,得出计算结果与危险度分级表对照,得知:转化炉单元、PSA 吸附单元危险度均为 I 级,属高度危险。

根据《关于推进化工企业自动化控制及安全联锁技术改造工作的意见》(鲁安监发[2008]149 号)及《关于印发<东营市化工企业自动化控制及安全联锁技术改造工作实施方案>的通知》(东安监发[2008]148 号)要求,危险等级在高度及以上(危险度分值 ≥ 16)的化工生产、储存装置,优化采用智能自动化仪表、可编程序控制器(PLC)、集散控制系统(DCS)、紧急停车系统(ESD)或安全仪表系统(SIS)等,必须实现生产过程中危险环节关键操作的自动化控制,温度、压力、流量、液位及可燃、有毒气体浓度等工艺指标的超限报警,生产装置的安全联锁停车。

该项目工艺生产装置采用集散控制系统(DCS),并根据安全生产要求设置了必要的紧急停车和安全联锁系统及报警系统。

附 3.2.2 道化学火灾、爆炸指数评价法评价

采用美国道化学公司的火灾、爆炸危险指数评价方法计算装置中各单元的火灾、爆炸危险指数和补偿火灾、爆炸危险指数，确定相应的火灾、爆炸危险等级。

(1) 评价单元划定

根据整个项目的工艺流程、平面布置情况结合单元划分原则，选取工艺单元中潜在火灾爆炸危险较大的单元进行评价，以确定相应的火灾爆炸危险等级，判定可接受程度。经分析，选取转化炉单元一个单元：

(2) 单元固有火灾、爆炸危险指数计算

①物质系数的确定

从《美国道化学公司火灾、爆炸危险指数评价方法》（第七版）中，查得单元中物质系数和特性参数如附表 3.2-2。

附表 3.2-2 单元中物质系数和特性参数

| 物质名称 | 物质系数 MF | 燃烧热 H _c BTU/lb×10 ³ | MFPA 分级 | | |
|--------|---------|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | 健康危害 N _(H) | 易燃性 N _(F) | 化学活性 N _(R) |
| 一氧化碳 | 21 | 4.3 | 3 | 4 | 0 |
| 氢气 | 21 | 51.6 | 0 | 4 | 1 |
| 甲烷（干气） | 21 | 21.5 | 1 | 4 | 1 |
| 二氧化碳 | 21 | 6.1 | 3 | 4 | 0 |

(2) 固有火灾、爆炸危险指数计算

根据单元危险性系数的取值原则，评价单元的初期危险性系数的选取与单元固有危险指数的计算如附表 3.2-3 所示。

附表 3.2-3 单元固有危险度评价计算

| 评价装置：11000Nm ³ /h 制氢装置 | | 转化炉单元 |
|-----------------------------------|-----------|-------|
| 1.物质系数 MF | | 21 |
| 2.一般工艺危险性 | 危险系数范围 | 危险系数 |
| 基本系数 | 1 | 1 |
| A.放热化学反应 | 0.3~1.25 | |
| B.吸热反应 | 0.20~0.40 | 0.4 |

| 评价装置：11000Nm ³ /h 制氢装置 | | 转化炉单元 |
|---|-----------|-------|
| C.物料处理与输送 | 0.25~1.05 | |
| D.密闭或室内工艺单元 | 0.25~0.90 | |
| E.通道 | 0.20~0.35 | |
| F.排放和泄漏控制 | 0.25~0.50 | |
| 一般工艺危险系数 (F ₁) | | 1.4 |
| 3.特殊工艺危险性 | 危险系数范围 | 危险系数 |
| 基本系数 | 1 | 1 |
| A.毒性物质 | 0.20~0.80 | 0.6 |
| B.负压 (<500mmHg) | 0.5 | |
| C.易燃及接近易燃范围操作 | | |
| 惰性化---未惰性化---- | | |
| 1.罐装易燃液体 | 0.5 | |
| 2.过程失常或吹扫故障 | 0.3 | 0.3 |
| 3.一直在燃烧范围内 | 0.8 | |
| D.粉尘爆炸 | 0.25~2.00 | |
| E.压力 | | 0.29 |
| F.低温 | 0.20~0.30 | |
| G.易燃及不稳定物质量 (t) | | |
| 1.工艺中的液体及气体 | | 1.5 |
| 2.贮存中的液体及气体 | | |
| 3.贮存中的可燃固体及工艺中的粉尘 | | |
| H.腐蚀与磨蚀 | 0.10~0.75 | 0.3 |
| I.泄漏——接头和填料 | 0.10~1.50 | 0.4 |
| J.使用明火设备 | | |
| K.热油热交换系统 | 0.15~1.15 | |
| L.转动设备 | 0.5 | |
| 特殊工艺危险系数 (F ₂) | | 4.39 |
| 工艺单元危险系数 (F ₁ ×F ₂) =F ₃ (大于 8 取 8) | | 5.866 |
| 火灾、爆炸指数 (F ₃ ×MF=F&EI) | | 129.1 |
| 暴露半径 (R= F&EI×0.256) | | 33.1 |
| 火灾、爆炸危险等级 | | 很大 |

1.3 单元补偿危险指数计算

在此选取的安全补偿系数是依据项目建设已经采取的措施和企业现有可依托的安全防护措施，然后对单元进行补偿计算。这些措施主要包括：

(1) 装置采用双电源供电，DCS 电源采用不间断电源（UPS）供电，以保证生产装置的正常运行。

(2) 装置采用先进、可靠的 DCS 自动化控制系统，设置必要的安全联锁、紧急停车系统，用于全装置的安全联锁和保护停车。现场检测仪表，保证生产操作的安全性。

(3) 装置设惰性气体保护系统。

(4) 装置内可燃、有毒气体可能泄漏的场所，设置可燃、有毒气体浓度检漏探头，当现场的可燃气体和有毒气体超标时，探测器将检测的信号传达到控制室内进行声光报警。

(5) 装置所有承重钢结构按标准要求涂覆防火涂层。

(6) 该项目设置有稳高压消防水系统，消防水管网在厂区内形成环状，环状管网上按规范设置一定数量的室内外地地上式消火栓。

(7) 装置设置了水蒸汽消防设备，由手动阀门控制。

(8) 为了扑灭初起火灾和小型火灾，在生产装置区、所有建筑物及框架内均配置相应数量的小型手提式或移动式灭火器材。

(9) 电力电缆采用阻燃电缆，装置内配电电缆主要在电缆桥架敷设，电缆桥架原则上沿工艺管架安装。

(10) 按照国家有关规定制定有较完整的各岗位的规章制度和安全操作规程。

根据以上安全补偿措施，进行火灾、爆炸危险指数补偿计算，见附表 3.2-4。

附表 3.2-4 单元危险指数补偿计算

| 评价装置：11000Nm ³ /h 制氢装置 | | 转化炉单元 |
|--|-----------|-------|
| 1.工艺控制安全补偿系数 | 补偿系数 | 补偿系数 |
| A.应急电源 | 0.98 | 0.98 |
| B.冷却装置 | 0.97~0.99 | |
| C.抑爆装置 | 0.84~0.98 | |
| D.紧急停车装置 | 0.96~0.99 | 0.98 |
| E.计算机控制 | 0.93~0.99 | 0.93 |
| F.惰性气体保护 | 0.94~0.96 | |
| G.操作规程/程序 | 0.91~0.99 | 0.95 |
| H.化学活泼性物质检查 | 0.91~0.98 | |
| I.其它工艺风险分析 | 0.91~0.98 | 0.98 |
| 工艺控制安全补偿系数 C ₁ 值 | | 0.83 |
| 2.物质隔离安全补偿系数 | 补偿系数 | 补偿系数 |
| A.遥控阀 | 0.96~0.98 | 0.98 |
| B.卸料/排空装置 | 0.96~0.98 | 0.98 |
| C.排放系统 | 0.91~0.97 | |
| D.联锁装置 | 0.98 | 0.98 |
| 物质隔离安全补偿系数 C ₂ 值 | | 0.94 |
| 3.防火措施安全补偿系数 | 补偿系数 | 补偿系数 |
| A.泄漏检测装置 | 0.94~0.98 | 0.98 |
| B.钢结构防护 | 0.95~0.98 | 0.95 |
| C.消防水供应系统 | 0.94~0.97 | 0.94 |
| D.特殊灭火系统 | 0.91 | |
| E.洒水灭火系统 | 0.74~0.97 | |
| F.水幕 | 0.97~0.98 | |
| G.泡沫灭火装置 | 0.92~0.97 | |
| H.手提式消防器材/喷水枪 | 0.93~0.98 | 0.97 |
| I.电缆防护 | 0.94~0.98 | 0.98 |
| 防火设施安全补偿系数 C ₃ 值 | | 0.83 |
| 安全措施总补偿系数 C=C ₁ ×C ₂ ×C ₃ | | 0.65 |
| 火灾、爆炸指数 (F ₃ ×MF=F&EI) | | 129.1 |
| 补偿火灾、爆炸危险指数 (F&EI) ' =F&EI×C | | 83.92 |
| 补充暴露半径 R' = (F&EI) ' ×0.256 | | 21.5 |
| 补偿火灾、爆炸危险等级 | | 较轻 |

1.4 火灾、爆炸危险指数计算结果分析

该装置评价单元的火灾爆炸危险指数评价结果汇总如附表 3.2-5 所示。

附表 3.2-5 装置火灾爆炸危险指数评价结果汇总

| 单 元 | 结 果 | | | | | |
|-----|--------|-------|------|-----|----------|------|
| | 火灾爆炸指数 | | 危险等级 | | 暴露半径 (m) | |
| | 固有 | 补偿后 | 固有 | 补偿后 | 固有 | 补偿后 |
| 转化炉 | 129.1 | 83.92 | 很大 | 较轻 | 33.1 | 21.5 |

从上表中可以看出，本项目反应再生系统火灾爆炸危险等级为“很大”，这充分说明该装置的固有火灾爆炸危险性较大。但经过补偿后，所有单元的火灾爆炸危险等级都降为“较轻”，说明该装置在采取安全措施和预防手段的条件下，火灾爆炸危险等级降低，能达到可以接受的程度。

因此，在生产过程中，必须加强安全管理，采取严格的安全防护措施，并确保各项安全措施有效实施，才能保证生产的安全运行。

附件 4 评价依据

附 4.1 法律、法规、规章

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号）
- (2) 《中华人民共和国劳动法》（主席令[1994]第 28 号）
- (3) 《中华人民共和国消防法》（主席令[2008]第 6 号）
- (4) 《中华人民共和国职业病防治法》（主席令[2016]第 48 号）
- (5) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2011]第 591 号、2013 年修订）
- (6) 《特种设备安全法》（主席令[2013]第 4 号）
- (7) 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令[2003]第 393 号）
- (8) 关于危险化学品企业贯彻落实《国务院进一步加强企业安全生产工作的通知》的实施意见（安监总管三[2010]186 号）
- (9) 《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令[2010]第 30 号，[2015]第 80 号修订）
- (10) 《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[2016]第 88 号）
- (12) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（安监管总局令第 45 号、79 号令修正）
- (13) 《国家安监总局修改和废止部分规章及规范性文件的决定》（国家安全生产监督管理总局[2017]第 89 号）
- (14) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令[2010]第 36 号、[2015]第 77 号修正）
- (15) 《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）
- (16) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安监局令[2011]40 号、[2015]79 号修正）
- (17) 《重点监管危险化工工艺目录（2013 年完整版）》（安

监总管三[2013]3号)

(18) 《重点监管的危险化学品名录(2013年完整版)》(安监总管三[2013]12号)

(19) 《国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知》(国发[2010]23号)

(20) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财企[2012]16号)

(21) 《危险化学品目录》(2015年版)

(22) 《山东省安全生产条例》(2017年1月18日山东省第十二届人大常委会第二十五次会议通过)

(23) 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》(山东省人民政府令[2016]第303号,根据2018年1月24日山东省人民政府令第311号修订)

(24) 《山东省危险化学品建设项目安全监督管理办法实施细则》(鲁安监发[2018]17号)

(25) 《关于修改危险化学品领域有关文件的通知》(鲁安监发[2015]168号)

(26) 《关于推进化工企业自动化控制及安全联锁技术改造工作的意见》(鲁安监发[2008]149号)

附 4.2 国家标准、规范、规程

(1) 《安全评价通则》AQ8001-2007

(2) 《安全预评价导则》AQ8002-2007

(3) 《石油化工企业设计防火规范》GB50160-2008

(4) 《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2009

(5) 《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009

(6) 《石油化工工厂布置设计规范》GB50984-2014

- (7) 《建筑设计防火规范》 GB50016-2014
- (8) 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
- (9) 《氢气使用安全技术规程》 GB4962-2008
- (10) 《氢气站设计规范》 GB50177-2005
- (11) 《固定消防炮灭火系统设计规范》 GB50338-2003
- (12) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》
GB50493-2009
- (13) 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012
- (14) 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB50046-2008
- (15) 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- (16) 《系统接地的型式及安全技术要求》 GB14050-2008
- (17) 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010（2016年版）
- (18) 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012
- (19) 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
- (20) 《石油化工建（构）筑工程抗震设防分类标准》
GB50453-2008
- (21) 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
- (22) 《石油化工装置防雷设计规范》 GB50650-2011
- (22) 《建筑照明设计标准》 GB50034-2013
- (23) 《生产过程安全卫生要求总则》 GB/T 12801-2008
- (24) 《生产设备安全卫生设计总则》 GB 5083-1999
- (25) 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分至第 3 部分》
GB4053.1~3-2009
- (26) 《工业企业设计卫生标准》 GBZ 1-2010
- (27) 《个体防护装备选用规范》 GB/T 11651-2008
- (28) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014

(29) 《安全色》 GB2893-2008

(30) 《安全标志及其使用导则》 GB2894-2008

(31) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》
GB7231-2003

(32) 《危险货物物品名表》 GB12268-2012

(33) 《危险货物分类和品名编号》 GB 6944-2012

(34) 《危险货物运输包装类别划分方法》 GB/T15098-2008

(35) 《化学品分类、警示标签和警示性说明安全规范_急性毒性》 GB20592-2006

(36) 《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》 GBZ
2.1-2007

(37) 《石油化工安全仪表系统设计规范》 GB/T50770-2013

(39) 《石油化工分散控制系统设计规范》 SH/T3092-2013

(40) 《石油化工静电接地设计规范》 SH3097-2000

(41) 《石油化工企业生产装置电力设计技术规范》 SH3038-2000

(42) 《化工企业安全卫生设计规范》 (HG 20571-2014)

(43) 《石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则》
SHB-Z-06-1999

(44) 其它有关标准及规范

附 4.3 依据的其他有关文件资料

(1) 项目可行性研究报告

(2) 项目有关的其他资料、文件

附件 5 报告附件目录

- (1) 企业法人营业执照复印件
- (2) 土地他项权利证明书复印件
- (3) 《关于胜利油田分公司石油化工总厂制氢装置改造项目开展前期工作的函》（中国石化炼发函[2018]16号）复印件
- (4) 东营市经济和信息化委员会《关于对东区经信发[2018]90号和93号的回复意见》复印件
- (5) 《关于制氢 11000 方改造与加氢和重整装置同开同停的说明》复印件
- (6) 《关于制氢 11000 方改造与目前相应的工艺管道及设备匹配性说明》复印件
- (7) 安全条件审查专家组意见复印件
- (8) 安全条件评价报告修改说明
- (9) 建设项目区域位置图
- (10) 建设项目周边关系图
- (11) 总平面布置图
- (12) 工艺流程图、装置平面布置图