

XXXXXXXXX 有限公司

1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基  
地项目

安全预评价报告

(备案稿)



辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司

资质证书编号：APJ-（辽）-009

2025 年 02 月 15 日

LK2025AY0010

XXXXXXXXXX 有限公司

1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目



## 安全预评价报告

力康咨询  
LIKANG CONSULTING

法定代表人：

技术负责人：

项目负责人：

2025 年 02 月 15 日

（安全评价机构公章）

评价人员

|         |                                               |       |        |      |    |     |
|---------|-----------------------------------------------|-------|--------|------|----|-----|
| 评价单位    | 辽宁力康职业卫生与安全技术咨询有限公司                           |       |        |      |    |     |
| 项目名称    | XXXXXXXXX有限公司1万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目安全预评价报告 |       |        |      |    |     |
| 评价人员    | 姓 名                                           | 资格证书号 | 从业登记编号 | 资格等级 | 专业 | 签 字 |
| 项目负责人   |                                               |       |        |      |    |     |
| 项目组成员   |                                               |       |        |      |    |     |
|         |                                               |       |        |      |    |     |
|         |                                               |       |        |      |    |     |
|         |                                               |       |        |      |    |     |
| 报告编制人   |                                               |       |        |      |    |     |
|         |                                               |       |        |      |    |     |
| 报告审核人   |                                               |       |        |      |    |     |
| 过程控制负责人 |                                               |       |        |      |    |     |
| 技术负责人   |                                               |       |        |      |    |     |

## 前言

XXXXXXXXXX 有限公司是一家从事技术服务、技术开发、技术咨询等业务的公司，成立于 2024 年 4 月 16 日，注册地位于 XXXXXXX，法定代表人 XXXX，注册资本 1000 万元。公司经营范围包括一般项目：锻件及粉末冶金制品销售；数控机床销售；新能源汽车整车销售；新能源汽车电附件销售；站用加氢及储氢设施销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；自然科学研究和试验发展；工程和技术研究和试验发展；工业工程设计服务；冶金专用设备制造；冶金专用设备销售；矿物洗选加工；钢、铁冶炼；常用有色金属冶炼；金属矿石销售；铁合金冶炼；科技中介服务；采矿行业高效节能技术研发；金属材料销售；环境保护专用设备销售；储能技术服务；新兴能源技术研发；矿山机械销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

XXXXXXXXXX 有限公司拟新建一套设计规模 1 万吨/年直接还原铁的直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地装置，以氢气作为还原剂，氧化球团为矿源，在回转窑中还原铁矿球团，通过将电流馈入球团，利用球团自身的电阻进行加热生产直接还原铁。2024 年 10 月 11 日，XXXXXXXXXX 有限公司针对该项目在攀枝花钒钛高新技术产业开发区科技创新和经济发展局进行了立项备案，项目名称定性为“1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目”，并取得了四川省固定资产投资项目备案表，备案号：川投资备【2410-510499-04-01-444596】FGQB-0073 号。

“安全第一，预防为主，综合治理”是我国的安全生产方针。安全预评价是落实该方针的重要技术保障，也是安全生产监督管理的重要手段。根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令 88 号，2021 年）第三十一条：“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）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”。根据《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第 36 号，77 号令修订）第七条规定：

“建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当分别对其安全生产条件进行论证和安全预评价”。通过安全预评价，可以完善工艺流程的安全性、避免选用不合适的设备、设施以及原材料，若必须采用不安全的工艺、原料、设备、设施时，提出降低或消除危险的有效方法，也是切实落实科学发展观，将监管关口前移，使系统能到达真正的本质安全。为此，XXXXXXXXXX 有限公司于 2024 年 12 月委托辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司对 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目进行安全预评价。

辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司接受委托后，组织相关专业人员成立了项目评价组，收集了相关的法律法规，并进入项目现场，收集了相关技术资料，制定了安全评价的工作内容和计划，运用系统安全工程的分析方法和手段，对其潜在的危险、有害因素进行系统分析，采用多种评价方法对潜在危险、有害因素的危害形式、事故严重度进行了定性、定量分析评价，编制完成《XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目安全预评价报告》。

此次安全预评价，我们本着尊重客观、实事求是、坚持标准，严格把关、遵守导则、整体推进的原则，认真开展安全预评价工作，在评价过程中得到了 XXXXXXXXXX 有限公司的鼎力支持，在此表示诚挚的感谢！

# 目 录

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 第一章 评价说明 .....                          | 1  |
| 1.1 评价目的 .....                          | 1  |
| 1.2 评价依据 .....                          | 1  |
| 1.3 评价范围 .....                          | 8  |
| 1.4 评价程序 .....                          | 8  |
| 第二章 建设单位及项目概况 .....                     | 10 |
| 2.1 建设单位简介 .....                        | 10 |
| 2.2 建设项目基本情况 .....                      | 10 |
| 2.3 建设项目所在地理位置及周边外环境 .....              | 12 |
| 2.4 自然条件 .....                          | 14 |
| 2.5 总图布局 .....                          | 17 |
| 2.6 输氢管道 .....                          | 21 |
| 2.7 产品方案及原辅料 .....                      | 23 |
| 2.8 工艺流程 .....                          | 24 |
| 2.9 主要工艺装置、设备设施 .....                   | 24 |
| 2.10 公用工程及辅助设施 .....                    | 25 |
| 2.11 劳动定员及生产班制 .....                    | 33 |
| 2.12 安全投入 .....                         | 34 |
| 第三章 危险、有害因素辨识 .....                     | 35 |
| 3.1 危险、有害因素辨识依据说明 .....                 | 35 |
| 3.2 物料的危险性分析 .....                      | 36 |
| 3.3 危险、有害因素产生的原因分析 .....                | 42 |
| 3.4 选址及总平面布置危险性分析 .....                 | 43 |
| 3.5 生产过程中的危险、有害因素辨识 .....               | 45 |
| 3.6 公用工程及辅助设施危险性分析 .....                | 53 |
| 3.7 自然条件对建设项目的影                         | 58 |
| 3.8 建设项目与周边单位生产、经营活动或者居民生活的相互影响分析 ..... | 59 |
| 3.9 施工过程中危险性分析 .....                    | 60 |
| 3.10 检维修过程中的风险分析 .....                  | 63 |
| 3.11 有限空间作业危险性分析 .....                  | 65 |
| 3.12 爆炸区域划分 .....                       | 66 |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 3.13 危险化学品重大危险源辨识.....        | 66         |
| <b>第四章 评价单元划分和评价方法选择.....</b> | <b>69</b>  |
| 4.1 评价单元划分.....               | 69         |
| 4.2 评价方法选择.....               | 70         |
| <b>第五章 定性、定量分析评价.....</b>     | <b>74</b>  |
| 5.1 选址、周边环境及总平面布置单元.....      | 74         |
| 5.2 生产工艺系统及装置、设备设施单元.....     | 78         |
| 5.3 公用工程及辅助设施单元.....          | 82         |
| 5.4 特种设备设施单元.....             | 87         |
| 5.5 安全管理单元.....               | 91         |
| 5.6 施工单元.....                 | 94         |
| 5.7 固有的危险度和风险分析.....          | 97         |
| <b>第六章 安全对策措施 .....</b>       | <b>101</b> |
| 6.1 可行性研究报告提出的对策措施.....       | 101        |
| 6.2 补充的安全对策措施.....            | 105        |
| 6.3 建议.....                   | 139        |
| <b>第七章 安全评价结论 .....</b>       | <b>141</b> |
| 7.1 主要危险、有害因素辨识结果.....        | 141        |
| 7.2 危险、有害程度评价结果.....          | 141        |
| 7.3 应重视的安全对策措施.....           | 142        |
| 7.4 建设项目外部安全条件.....           | 142        |
| 7.5 总体结论.....                 | 143        |
| <b>第八章 附件、附图目录.....</b>       | <b>144</b> |



## 第一章 评价说明

### 1.1 评价目的

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年）、《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第 36 号，总局令第 77 号修订）文件及相关规定要求，必须在工程建设前进行安全预评价。其目的在于：根据建设项目可行性研究报告的内容，分析和预测建设项目可能存在的主要危险、有害因素的种类和程度，采用定性、定量分析和预测的方法，查找建设项目应重点防范的重大危险、有害因素。明确建设项目中应重视的重要安全对策措施及建设项目从安全生产角度是否符合国家有关法律、法规、技术标准。为建设项目安全设施设计提供科学依据，建立使系统安全的最优方案，为决策提供科学依据；为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件，促进实现生产过程本质安全。

通过本项目的安全预评价，有助于从项目的前期工作入手，预测、预防建设项目投产后存在的各种潜在的危险及危害，避免出现“先建设、后治理”的被动局面，保证建设项目中的必要安全技术措施与安全“三同时”按规定履行，力求以最少的投资达到最佳的安全效果。充分体现“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，有助于安全投资的合理选择和效益最佳化；有助于提高企业的安全管理水平。

### 1.2 评价依据

#### 1.2.1 法律

- 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号，自 2021 年 9 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第 81 号，自 2021 年 4 月 29 日施行）

➤《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第 4 号，2014 年 1 月 1 日实施）

➤《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行）

➤《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行）

➤《中华人民共和国劳动合同法》（中华人民共和国主席令第 73 号，自 2013 年 7 月 1 日起施行）

➤《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行）

➤《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第 25 号，自 2024 年 11 月 1 日起施行）

### 1.2.2 法规

➤《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，2013 年国务院令第 645 号修订，自 2013 年 12 月 4 日起施行）

➤《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第 373 号，2009 年 1 月 24 日修订）

➤《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第 586 号，自 2011 年 1 月 1 日起施行）

➤《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，自 2007 年 6 月 1 日起施行）

➤《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号，自 2019 年 4 月 1 日起施行）

➤《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令第 588 号，2011 年 1 月 8 日修订实施）

### 1.2.3 部门规章及规范性文件

- 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 36 号，第 77 号令修正，自 2015 年 5 月 1 日起施行）
- 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）
- 《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第 2 号，2019 年 9 月 1 日起施行）
- 《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 91 号，2018 年 3 月 1 日起施行）
- 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全监管总局令 80 号，2015 年 7 月 1 日施行）
- 《危险化学品目录（2015 版）》（应急管理部会同工业和信息化部等十部公告第 8 号调整，自 2023 年 1 月 1 日起施行）
- 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行）
- 《原国家安全监管总局关于修改<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（国家安全生产监督管理总局令第 77 号，2015 年 5 月 1 日起施行）
- 《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部等四部联合公告 2020 年第 3 号，自 2020 年 5 月 30 日起施行）
- 《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 58 号，2023 年 10 月 30 日实施）
- 《工贸企业重大事故隐患判定标准》（中华人民共和国应急管理部令第 10 号，2023 年 5 月 15 日施行）
- 《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015 版）实施

指南（试行）的通知》（原安监总厅管三〔2015〕80 号）

➤《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》  
（原安监总管三〔2011〕95 号）

➤《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》  
（原安监总管三〔2009〕116 号）

➤《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）

➤《金属冶炼目录（2015 版）》（安监总管四〔2015〕124 号）

➤《关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》（原  
安监总科技〔2015〕75 号）

➤《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》（应  
急厅〔2024〕86 号）

➤国家安全监管总局印发《关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录  
（2016 年）的通知》（原安监总科技〔2016〕137 号）

➤《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令第 13 号，自 2024  
年 1 月 1 日起施行）

➤《工作场所职业卫生管理规定》（中华人民共和国国家卫生健康委员  
会令第 5 号，，自 2021 年 2 月 1 日起施行）

➤《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房  
和城乡建设部令第 37 号，2018 年）

#### 1.2.4 地方法规、规定

➤《四川省安全生产条例》（四川省第十四届人民代表大会常务委员会  
第 3 次会议通过，2023 年）

➤《四川省消防条例》（四川省第十四届人民代表大会常务委员会第十  
四次会议修订通过，2024 年 11 月 1 日起正式施行）

➤《四川省生产经营单位安全生产责任规定》（四川省人民政府令第 216

号，2007 年）

➤ 《四川省安全生产事故应急预案管理实施细则》（川安监〔2018〕第 43 号）

➤ 关于印发《四川省工贸行业涉危险化学品安全管理指导手册》的通知（川应急〔2023〕154 号）

### 1.2.5 标准、规范

- 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）
- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）
- 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）
- 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）
- 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）
- 《氢系统安全的基本要求》（GB/T29729-2022）
- 《氢气站设计规范》（GB50177-2005）
- 《氢气使用安全技术规程》（GB4962-2008）
- 《氢气管道工程设计规范》（T/CSPSTC 103-2022）
- 《氢气储存输送系统 第 1 部分：通用要求》（GB/T34542.1-2017）
- 《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）
- 《建筑抗震设计规范》（GB/T50011-2010，2024 年版）
- 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- 《危险货物品名表》（GB12268-2012）
- 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）

- 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 《电气设备安全设计导则》（GB/T 25295-2010）
- 《通用用电设备配电设计规范》（GB 50055-2011）
- 《危险场所电气防爆安全规范》（AQ3009-2007）
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- 《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）
- 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 《并联电容器装置设计规范》（GB 50227-2017）
- 《高压配电装置设计技术规程》（DL/T5352-2018）
- 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）
- 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）
- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T 50062-2008）
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》（GB/T50063-2017）
- 《自动化仪表选型设计规定》（HG/T 20507-2014）
- 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019/XG2-2024）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分物理因素》（GBZ2.2-2007）
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- 《安全色》（GB2893-2008）
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB /T29639-2020）

- 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》  
（GB/T50493-2019）
- 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-2023）
- 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）
- 《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T8196-2018）
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》  
（GB4053.3-2009）
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016/XG1-2020）
- 《安全阀安全技术监察规程》（TSG ZF001-2006/XG1-2009）
- 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）
- 《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》（GB 39800.1-2020）
- 《带式输送机工程技术标准》（GB 50431-2020）
- 《带式输送机安全规范》（GB 14784-2013）
- 《钢结构防火涂料》（GB14907-2018）
- 《钢结构防火涂料应用技术规程》（T/CECS24-2020）
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB 50046-2018）
- 《工业企业采光设计标准》（GB 50033-2013）
- 《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）
- 《变压吸附制氧、制氮设备》（JB/T6427-2015）
- 《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000）

- 《压力管道规范 工业管道第 6 部分：安全防护》（GB/T20801.6-2020）
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50246-2013）
- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》（GB50126-2008）
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）
- 《作业场所环境气体检测报警仪器 通用技术要求》（GB12358-2024）
- 《爆炸性环境用气体探测器 第 1 部分：可燃气体探测器性能要求》（GB/T20936.1-2022）
- 《爆炸性环境用气体探测器 第 2 部分：可燃气体和氧气探测器的选型、安装、使用和维护》（GB/T20936.2-2017）
- 《爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求》（GB/T3836.1-2021）
- 《爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备》（GB/T3836.2-2021）
- 《爆炸性气体环境用检修箱》（JB/T11188-2011）
- 《建筑消防设施的维护管理》（GB25201-2010）
- 《消防控制室通用技术要求》（GB25506-2010）

### 1.3 评价范围

根据 XXXXXXXXXX 有限公司与辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司签订的技术服务合同，本次评价对象和范围为 XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目，主要涵盖主体工艺生产线及其配套设施、氢气调压站以及相应的输送氢气管线等。本次安全评价主要针对项目涉及到选址、总平面布局、生产工艺及装置设施、工艺管线、配套公用工程和辅助设施等方面进行安全预评价。

建设项目所涉及到的岩土工程勘察、环境保护、消防、职业卫生等以政府有关部门的认可的技術文件为准。

### 1.4 评价程序



本次安全预评价主要按照国家安全生产监督管理总局印发的《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的有关要求进行，评价工作大体可分为三个阶段：

（1）准备阶段：主要收集有关资料，进行初步的工程分析和危险、有害因素识别，选择评价方法。

（2）实施评价阶段：对工程中涉及的安全设施状况进行类比分析，运用合适的评价方法进行定性定量分析，提出职业安全卫生对策措施。

（3）报告编制阶段：主要是汇总第一、二阶段所得到的各种资料、数据，综合分析，提出评价结论和建议，完成安全预评价报告书的编制。

安全评价工作的具体程序如下图 1.4-1 所示：

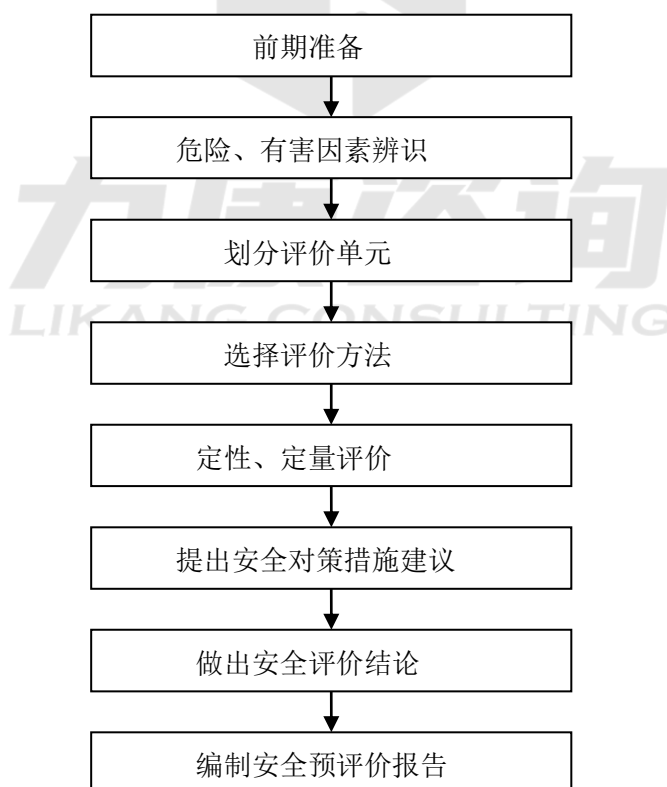


图 1.4-1 安全预评价程序图

## 第二章 建设单位及项目概况

### 2.1 建设单位简介

XXXXXXXXXX 有限公司是一家从事技术服务、技术开发、技术咨询等业务的公司，成立于 2024 年 4 月 16 日，注册地位于 XXXXXXXX，法定代表人 XXXXXX，注册资本 1000 万元。公司经营范围包括一般项目：锻件及粉末冶金制品销售；数控机床销售；新能源汽车整车销售；新能源汽车电附件销售；站用加氢及储氢设施销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；自然科学研究和试验发展；工程和技术研究和试验发展；工业工程设计服务；冶金专用设备制造；冶金专用设备销售；矿物洗选加工；钢、铁冶炼；常用有色金属冶炼；金属矿石销售；铁合金冶炼；科技中介服务；采矿行业高效节能技术研发；金属材料销售；环境保护专用设备销售；储能技术服务；新兴能源技术研发；矿山机械销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

### 2.2 建设项目基本情况

#### 2.2.1 建设项目基本情况概述

根据 XXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目“四川省固定资产投资项目备案表”，拟建项目的基本情况如下：

建设单位：XXXXXXXXXX 有限公司

项目名称：1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目

项目类型：基本建设（发改）

建设性质：新建

所属国标行业：工程和技术研究和试验发展

建设地点：攀枝花钒钛高新技术产业园区

建设内容及规模：新建一套 1 万吨/年直接还原铁的直热式回转窑绿氢微

碳炼铁工艺中试基地装置，以氢气作为还原剂，氧化球团为矿源，在回转窑中还原铁矿球团，通过将电流馈入球团，利用球团自身的电阻进行加热生产直接还原铁。气还原氧化球团矿得到的直接还原铁由汽车运输至四川新钛汇创新材料有限公司进行利用。项目主要建设内容包括原料及产品堆存设施、直热式回转窑相关工艺设施、原料上料系统成品堆存系统、尾气冷却除尘脱水循环系统、冷却水循环及相关配套设施、配电室、制氮机及氮气缓冲设施、氢气缓冲设施、氢气泄漏监测和报警设施、生产线管网、应急放散等。

项目投资：项目总投资 3082 万元，企业自筹

### 2.2.2 选址及政策符合性

#### 1、选址及用地符合性

XXXXXXXXXX 有限公司已取得主体工艺装置建设用地的“不动产权证书”，建设用地性质为工业用地，证书号：川（2024）攀枝花市不动产权第 0024288 号，可满足拟建项目建设用地需求；氢气调压站位于租赁鱼塘社区股份经济合作联合社的场地内，XXXXXXXXXX 有限公司与鱼塘社区股份经济合作联合社签订了场地租赁合作协议，该场地属于工业用地，满足项目建设要求；氢气输气管道由欣宇化工引出，沿钒钛二号线埋地敷设至氢气调压站，管线取得了由攀枝花市自然资源和规划局钒钛高新区分局出具的“关于 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目输氢管道线路路径意见的函”，对输氢管道线路路径的基本要求进行了明确，符合建设要求。

#### 2、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）的规定，拟建项目属于“鼓励类：八、钢铁 2. 带式焙烧等高效球团矿生产及高炉高比例球团冶炼，气基直接还原低碳炼铁（不含煤制气），高炉富氢喷冶炼、冶金渣余热回收及综合利用，近终形铸

轧一体化，加热炉高效燃烧（包括全氧燃烧技术、富氧燃烧技术、低氮燃烧技术），热轧氧化铁皮无酸表面处理”中规定的建设项目，即拟建项目属于鼓励类建设项目，符合产业政策要求。

## 2.3 建设项目所在地理位置及周边外环境

### 2.3.1 地理位置

XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目位于攀枝花钒钛高新技术产业园区，项目场地距离攀枝花市区炳草岗约 25km，距离京昆高速鱼塘收费站约 8km，园区道路从厂门口经过，场地交通十分便利。项目地理位置图见图 2.3-1：



图 2.3-1 项目地理位置图

### 2.3.2 周边外环境

拟建项目位于攀枝花钒钛高新技术产业开发区，以场地红线为界，场地北侧约 83m 处为攀枝花市众立诚实业有限公司员工宿舍楼，西北侧约 89m 处为攀枝花市花城新能源有限公司攀枝花市氢能示范项目站房，西侧外为园区道路，西南侧约 115m 处为攀枝花市永联环保科技有限公司，南侧约 20m 处为攀枝花恒凯工贸有限公司，**东侧堡坎下方为泽通物流公司入场道路**，约 27m 处为园区的一路 10kV 高压线。

根据《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）的相关规定，拟建项目厂区主要建筑物、装置与厂区周边外环境的防火间距符合性如下表所示。

表 2.3-1 拟建项目主要建筑物、装置与周边外部环境防火间距一览表

| 序号                                           | 方位  | 建筑设施名称            | 设计距离 (m) | 规范距离 (m)                | 相对装置或设施          | 执行规范              | 结论 |
|----------------------------------------------|-----|-------------------|----------|-------------------------|------------------|-------------------|----|
| 1                                            | 东侧  | 泽通物流公司入场道路        | 28.9     | 15                      | 氢气缓冲罐（甲类）        | GB50177 第 3.0.3 条 | 符合 |
| 2                                            |     | 园区高压线（10kV）       | 44.9     | 1.5 倍杆塔（塔高 15m，即 22.5m） | 氢气缓冲罐（甲类）        | GB50177 第 3.0.2 条 | 符合 |
| 3                                            |     | 泽通物流公司入场道路        | 19.9     | 15                      | 氢气调压站（甲类）        | GB50177 第 3.0.3 条 | 符合 |
| 4                                            | 北侧  | 众立诚员工宿舍（耐火等级二级）   | 113      | 12                      | 氢气调压站（甲类）        | GB50177 第 3.0.2 条 | 符合 |
| 5                                            | 西北侧 | 花城新能源站房（耐火等级二级）   | 119      | 12                      | 氢气调压站（甲类）        | GB50177 第 3.0.2 条 | 符合 |
| 6                                            | 西侧  | 园区道路              | 31       | 15                      | 氢气调压站（甲类）        | GB50177 第 3.0.3 条 | 符合 |
| 7                                            | 西南侧 | 永联环保科技（丁类、耐火等级二级） | 121      | 10                      | 循环水泵房（甲类，耐火等级二级） | GB50016 第 3.4.1 条 | 符合 |
| 8                                            | 南侧  | 恒凯工贸（戊类、耐火等级三级）   | 52.6     | 15                      | 氢气缓冲罐（甲类）        | GB50177 第 3.0.2 条 | 符合 |
| 注：设计距离为厂区主要建筑物、装置与周边外部环境建筑物、装置之间相邻一侧的最近直线距离。 |     |                   |          |                         |                  |                   |    |

拟建项目厂区外部环境图如下：



东侧：泽通公司入厂道路及高压线



北侧：众立诚员工宿舍



西南侧：永联环保科技



南侧：恒凯工贸

图 2.3-2 拟建项目周边外部环境图

## 2.4 自然条件

拟建项目的自然条件根据《攀枝花市直热式绿氢微碳炼铁工艺中试项目岩土工程勘察报告（详勘阶段）》（成都双源地质勘察有限责任公司，2024年4月）进行描述，具体如下：

### 2.4.1 地形地貌

勘察区高程在 1070.46~1071.66m 之间，相对高差达 1.2m，地势较为平坦，场地地貌单元属于中山地貌。

### 2.4.2 气象、水文条件

#### 1、气象

攀枝花境内属亚热带干河谷气候区，具有典型的南亚热带干旱季风气候

特点，冬暖夏热、春凉秋爽；年温差较小；太阳辐射强，日照充足、热量丰富、四季不分明；旱季和雨季分明，旱季蒸发量大，雨季集中，雨量充沛，多夜雨和雷阵雨；区域性小气候复杂多样，雨量分布受地势海拔控制明显，呈立体气候特征。

拟建场地位于攀枝花市，根据攀枝花市米易、盐边、仁和三县区 15 年以上气象资料，并结合各海拔高度区的植被群落结构和自然类型分析，区内由低到高有准热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、南温带等五个气候垂直带谱，与水平气候带不衔接，故又称岛状式立体气候。

气温：四季不分明，干湿季节明显。气温日变化大，年际变化小，垂直差异大，小气候复杂多样，年平均气温 20℃。

日照：年日照充足，长达 2361~2749 小时；辐射强，热量丰富，干燥炎热。

降雨量：年降雨量 776.3 毫米~990 毫米，集中在 6 月~9 月，最短 71 天，最长 153 天，平均 119.9 天；雨季 4 个月平均年降水 660.6 毫米，占全年降水 86%。干季最长 278 天，最短 217 天，平均 245.3 天；干季 8 个月降水 103.8 毫米，占全年降水 14%。多夜雨，年降夜雨量 542.5 毫米，占总降雨量 70%，降夜雨 77.2 天，平均每夜降水 7 毫米；白天降水总量 232.8 毫米，降雨 62.3 天，平均日降水 3.7 毫米。

蒸发量：蒸发量大，除 8 月降水量大于蒸发量以外，年蒸发量大于降水量 2 月蒸发量大于降水量 148.1 倍。

风速：年平均风速不大，谷地年平均风速 0.9 米/秒，最大 1.9 米/秒，秋季风速最小 0.6 米/秒。风向受地形控制，多东南风，稍偏南北，频率 8%；大风日多在春季，静风日多在夏季。冬春季谷地难见霜雪，海拔 1400 米以上山地每年。

12 月至翌年 1 月中旬均有霜日，年无霜期长达 300 天以上。

霜期：随海拔升高，霜日增多，寒冻强度增大，海拔 2200 米~2 400 米山地为常年积雪线。冰雹仅在局地成条状危害。

## 2、水文

攀枝花属长江水系，河流多，境内有大小河流 95 条，分属金沙江水系、雅砻江水系，两水系在雅江桥汇合。流域控制面积较大的主要有安宁河、三源河、大河三大支流。其中流域面积大于 500 平方千米以上的 6 条；100 平方千米~500 平方千米的 26 条；50 平方千米~100 平方千米的 18 条；5 平方千米~50 平方千米的小河流只统计直接汇入金沙江、雅砻江的共 45 条。

### 2.4.3 地质构造

勘察区在区域构造上位于川滇南北向构造带中段西侧与滇、藏“歹”字型构造复合部位，区内构造复杂，褶皱、断裂发育，新构造活动较为明显，以南北向及北东向构造为主，东西向及北西向构造次之。场地地震主要受控于周边断裂活动性影响，与地震有关的活动性断裂有安宁河、昔格达、箐河、普威、桐子林-李明久断裂带，这些断裂带控制了地震的分布，但这些断裂带距拟建场地较远，对场地的稳定性影响较小。

场地区域范围内未发生过 7 级以上地震，距场地较近的地震有 1955 年的鱼鲊 6.7 级地震，1955 年云南华坪 6 级地震、1995 年云南武定 6.5 级地震、2008 年 8 月 30 日仁和-会理 6.1 级地震。场地有震感，但地震时未发生破坏作用，场地属地震波及区，从地壳稳定性来看本项目场地属相对稳定区。

### 2.4.4 抗震设防烈度及分组

根据《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010，2024 年版）、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场地地震基本烈度为 7 度，设计基本地震动峰值加速度值为 0.15g，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，设计地震分组为第三组。根据《建筑工程抗震设防分类标准》

（GB50223-2008），本工程抗震设防类别为一般设防类（丙类）。

#### 2.4.5 场地稳定性及适应性

勘察区内无深大断裂、无发震及控震断裂，区内断裂不发育，基本无地震发生在域内。

通过收集资料、工程地质调绘及走访调查，本项目场地内未发现场区内有影响工程整体稳定性的大型崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用，无地下防空洞、沟浜、孤石等对工程不利的埋藏物。场地稳定好，适宜工程建设。

#### 2.4.6 岩土勘察结论

根据《攀枝花市直热式绿氢微碳炼铁工艺中试项目岩土工程勘察报告（详勘阶段）》（成都双源地质勘察有限责任公司，2024 年 4 月）可知，岩土勘察结论如下：

（1）场地地貌单元为阶地地貌，场地地势平坦。场地内未发现场区内有影响工程整体稳定性的大型崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用，无地下防空洞、沟浜等对工程不利的埋藏物，场地稳定好，适宜工程建设。

（2）抗震设防烈度为 7 度；设计基本地震加速度值为 0.15g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s，建筑抗震设防类别为一般设防类（丙类）。场地土类型为中硬土场地，场地类别为 II 类，场地为建筑抗震一般地段。

（3）场地地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。场地土对混凝土结构及混凝土结构中钢筋均具微腐蚀性。

### 2.5 总图布局

#### 2.5.1 总平面布置

根据设计原则，并结合场地现状及其环境条件，按照工艺方案、道路连接条件、能源介质接点位置和主要生产设施进行总平面布置设计，具体布局情况如下：

（1）氢气缓冲罐及调压器位于厂区南侧。



(2) 水泵房及消防水池、循环水池、新水池、配电室位于厂区西侧。

(3) 办公楼、发电机房、氮压机房位于生产装置区的北侧。

(4) 受料槽、回转窑、Z1 转运站、Z2 转运站、Z3 转运站、净化除尘系统位于厂区中间部位。

(5) 本区域利用原有配电室，并在其旁边增设一处室外箱变，以满足全厂生产、生活用电。配电室及室外箱变位于场地的北侧紧邻原有办公楼的西侧山墙。

(7) 氢气调压站位于整个厂区的北侧。

(8) 输氢管道从欣宇化工氯碱离子膜电解槽装置区沿园区钒钛二号线道路两侧 1.5m 人行道下埋地敷设。

拟建项目在整个厂区的平面布局及氢气放散塔、氢气管道、制氮机及氮气缓冲设施、氢气泄漏监测和报警设施、皮带通廊等其他公辅设施的布置详见总平面布置图。

### 2.5.2 竖向布置及场地排雨水

根据实地勘察可知，本项目竖向设计考虑采用平坡式布置，厂内各建筑物室内外高差为 0.3m，厂区场地雨水采用暗管和盖板沟相结合的排水方式，汇集后的雨水就近排向园区雨水管网系统。

### 2.5.3 道路和运输

#### (1) 道路

拟建项目经综合考虑汽车运输量等因素，新建道路为主干道和车间引道，其路面宽度分别为 5m。结合实际情况，厂区道路采用公路型水泥混凝土道路

#### (2) 道路运输量

本项目为新建设计规模 1 万吨/年直接还原铁中试基地装置，一次建成。按试验 3 个月计算，厂外运输总运量约为 10396t，其中运入约为 5847t/a，运

出约为 4549t/a。运入的大宗原料主要为氧化球团；运出的大宗物料主要为金属化球团。

### (3) 运输设备

本项目需配备汽车-载重 15t 矿用自卸汽车 2 辆，车间内上料斗 1 个，定量给料机 1 台，载重 1.5t 装载机 1 辆。

### 2.5.4 绿化

为美化环境，减少污染，改善劳动条件，为职工创造一个良好的生产环境，在道路两旁种植行道树，充分利用厂内空地种植绿化。

### 2.5.5 厂区出入口

XXXXXXXXXX 有限公司厂区四周设有围墙，为砖砌围墙，墙高 2.2m。全厂设对外出入口 2 个，分别与园区道路直接相接，并实现人流、物流分开设置。

### 2.5.6 主要建构筑物

#### 1、主要建构筑物

拟建项目主要建（构）筑物如下表：

表 2.5-1 建（构）筑物一览表

| 序号 | 名称     | 层数   | 高度  | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 结构形式  | 火灾危险性 | 耐火等级 | 备注   |
|----|--------|------|-----|------------------------|------------------------|-------|-------|------|------|
| 1  | 回转窑    | /    | /   | 87.5                   | /                      | 设备基础  | 丁类    | /    | 整体连接 |
| 2  | 受料槽    | -1   | 0.7 | 48                     | 48                     | 钢筋混凝土 |       | 二级   |      |
| 3  | Z1 转运站 | 4    | 15  | 160                    | 160                    | 钢框架结构 |       | 二级   |      |
| 4  | Z2 转运站 | -1/1 | 5.5 | 37.5                   | 37.5                   | 钢框架结构 |       | 二级   |      |
| 5  | Z3 转运站 | 1    | 5.5 | 25                     | 25                     | 钢框架结构 |       | 二级   |      |
| 6  | 水泵房    | 1    | 4   | 75                     | 75                     | 混凝土结构 | 戊类    | 二级   |      |
| 7  | 循环水池   | /    | /   | 120                    | /                      | 钢筋砼   | /     | /    |      |
| 8  | 消防水池   | /    | /   | 55                     | /                      | 钢筋砼   | /     | /    |      |
| 9  | 净化除尘系统 | /    | /   | 24                     | /                      | 钢结构   | 丁类    | /    |      |

| 序号 | 名称    | 层数 | 高度 | 占地面积 (m <sup>2</sup> ) | 建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 结构形式 | 火灾危险性 | 耐火等级 | 备注  |
|----|-------|----|----|------------------------|------------------------|------|-------|------|-----|
| 10 | 配电室   | 1  | 5  | 10                     | 10                     | 砖混结构 | 丁类    | 二级   |     |
| 11 | 空氮站   | 1  | 6  | 126                    | 126                    | 钢混结构 | 戊类    | 二级   |     |
| 12 | 氢气调压站 | 1  | 2  | 4.65                   | 4.65                   | 箱体结构 | 甲类    | /    | 撬装站 |
| 13 | 氢气缓冲罐 | /  | /  | 19.6                   | /                      | 储罐   | 甲类    | /    |     |
| 14 | 综合办公楼 | 2  | 6  | 216                    | 432                    | 砖混结构 | /     | 二级   |     |

## 2、主要建（构）筑物、装置的安全距离

拟建项目主要建（构）筑物之间的防火间距按照《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 版）、《氢气站设计规范》（GB50177-2005）的相关规定进行设置，其中，受料槽、Z1 转运站、Z2 转运站、Z3 转运站、回转窑各装置及建筑物属于成组布置，按一个装置区进行判定与周边建筑物的防火间距。拟建项目各主要建（构）筑物之间防火间距检查情况如下表：

表 2.5-2 拟建项目建（构）筑物、装置之间的防火间距符合性一览表

| 名称        |     |                   | 规范距离 (m) | 设计距离 (m) | 结论 |
|-----------|-----|-------------------|----------|----------|----|
| 建构筑物、装置   | 方位  | 其他建筑、装置           |          |          |    |
| 氢气调压站（甲类） | 北侧  | 厂区围墙              | 5        | 16.3     | 符合 |
|           | 西侧  | 闲置建筑（耐火等级：二级，民用）  | 25       | 25.9     | 符合 |
|           | 南侧  | 闲置建筑（耐火等级：二级，戊类）  | 12       | 19.1     | 符合 |
|           |     | 综合办公楼（耐火等级：二级，民用） | 25       | 61.5     | 符合 |
|           | 西南侧 | 空氮站（耐火等级：二级，戊类）   | 12       | 52.5     | 符合 |
|           | 东侧  | 厂区围墙              | 5        | 11.6     | 符合 |
| 装置区（丁类）   | 北侧  | 综合办公楼（耐火等级：二级，民用） | 10       | 11.2     | 符合 |
|           | 东侧  | 厂区环形通道            | --       | 3.5      | -- |
|           | 南侧  | 厂区环形通道            | --       | 4.0      | -- |
|           | 西侧  | 水泵房（耐火等级：二级，戊类）   | 10       | 12.2     | 符合 |
| 氢气缓冲罐（甲类） | 西侧  | 厂区环形通道            | 5        | 9.8      | 符合 |

| 名称      |     |                   | 规范距离<br>(m) | 设计距离<br>(m) | 结论 |
|---------|-----|-------------------|-------------|-------------|----|
| 建构筑物、装置 | 方位  | 其他建筑、装置           |             |             |    |
|         | 西南侧 | 水泵房               | 12          | 21.9        | 符合 |
|         | 北侧  | 综合办公楼（耐火等级：二级，民用） | 25          | 40.5        | 符合 |

注：规范距离按《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 版）（第 3.4.1 条、第 3.4.8 条）和《氢气站设计规范》（GB50177-2005）（第 3.0.2 条）确定，设计距离为相邻建构筑物之间的外墙、凸出部分外缘、储罐外壁的最近距离。

## 2.6 输氢管道

### 1、气源

本项目氢气来源于欣宇化工氯碱离子膜电解槽装置的氯碱副产氢（氢含量 99.4%），本项目需求氢量为 800Nm<sup>3</sup>。

### 2、管道布置及走向

输氢管道从欣宇化工氯碱离子膜电解槽装置区沿园区钒钛二号线道路两侧 1.5m 人行道下埋地敷设，管道为中压 B 级，管道长度约 1000m。

输氢管道的基本情况如下表：

表 2.6-1 输氢管道基本情况一览表

| 序号 | 管段          | 管道规格型号  | 管段基本参数                                                                                                 | 管段长度  | 备注 |
|----|-------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| 1  | 欣宇化工-氢气调压站  | D108×5  | 材质：316L<br>设计压力：0.2MPa<br>设计温度：-20～50℃<br>Q=800Nm <sup>3</sup> /h                                      | 1000m |    |
| 2  | 氢气调压站-氢气缓冲罐 | D108×5  | 材质：316L<br>设计压力：调压前<br>0.2Mpa/0.15Mpa；调压后<br>0.1Mpa/0.05Mpa<br>设计温度：-20～50℃<br>Q=800Nm <sup>3</sup> /h | 36m   |    |
| 3  | 氢气调压站-氢气缓冲罐 | D89×4.5 | 材质：316L<br>设计压力：调压前<br>0.2Mpa/0.15Mpa；调压后<br>0.1Mpa/0.05Mpa<br>设计温度：-20～50℃<br>Q=800Nm <sup>3</sup> /h | 48m   |    |

| 序号 | 管段        | 管道规格型号  | 管段基本参数                                                            | 管段长度 | 备注 |
|----|-----------|---------|-------------------------------------------------------------------|------|----|
| 4  | 氢气缓冲罐-回转窑 | D89×4.5 | 材质：316L<br>设计压力：0.1MPa<br>设计温度：-20~50℃<br>Q=800Nm <sup>3</sup> /h | 36m  |    |

### 3、管材、管件

本项目中压管线钢管全线采用不锈钢无缝钢管，材质为 S31603 (316L)，管道管径采用 D108×5mm、D89×4.5mm。技术性能符合国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》（GB/T14976-2012）的规定，连接方式采用焊接。

管件材质同相应的管道，弯头选用 R=1.5D 长半径弯头，管件执行国家标准《钢制对焊管件 类型与参数》（GB/T12459-2017）的规定。

中压管线道路开挖施工保护套管采用钢筋混凝土管 D0300mm，钢筋砼 III 级管，制管标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》（GB/T11836-2023）。

### 4、管道安装与敷设

- 1) 中压管线采用全埋地敷设，一般地段控制管顶埋深不小于 1.0m。
- 2) 管线基本管位位于钒钛二号线道路两侧 1.5m 人行道下。
- 3) 管道变向处，当转角  $\alpha < 6^\circ$  时，在增加土方量不大且条件允许的情况下，优先采用弹性曲线敷设，管道弹性弯的曲率半径不得小于钢管外直径的 1000 倍；当转角  $\alpha > 6^\circ$  时，本工程管位简单，只有  $45^\circ$  或  $90^\circ$  转角，采用 R=1.5D 长半径弯头。

4) 采用钢管对口器进行组装，以保证管道对口尺寸和焊接质量，严禁加热或硬撬方式对口，对于因管口尺寸误差引起的错边，需进行管口级配，使错边量尽量均匀分布。

### 5、地下管线穿越

中压管线穿越其他地下管道时，其垂直净距不得小于 0.3m，如果受到条件限制达不到 0.3m 时，两管交叉点两侧各延伸 10m 以上设置坚固的绝缘隔

离物（如绝缘压模板等）；但在任何情况下，其净距不得小于 100mm。

中压管线与电力电缆及通信电缆交叉时时，其垂直净距不得小于 0.5m，并在两管交叉点两侧各延伸 10m 以上设置坚固的绝缘隔离物（如绝缘压模板等）。

## 2.7 产品方案及原辅料

### 2.7.1 产品方案

拟建项目主要生产产品为海绵铁（金属化球团，金属化率 $\geq 93\%$ ），生产规模为 1 万吨/年。

表 2.7-1 海绵铁主要成分表（%）

| 矿种  | TFe   | MFe   | FeO   | MnO  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cao  | MgO  | TiO <sub>2</sub> | S    | P    |
|-----|-------|-------|-------|------|------------------|--------------------------------|------|------|------------------|------|------|
| 海绵铁 | 64.89 | 54.98 | 12.48 | 0.45 | 7.00             | 3.60                           | 2.12 | 3.19 | 13.70            | 0.02 | 0.03 |

海绵铁由汽车运输至四川新钛汇创新材料有限公司进行利用。

### 2.7.2 原辅料

拟建项目主要原料为原料钒钛氧化球团（铁含量 51.94%，粒度 5~15mm）和氢气，其中氢气做还原剂使用。在场地范围内设置氢气调压站一座，作为生产系统的氢气供应来源，氢气调压站的氢气由欣宇化工通过管道输送而来。

表 2.7-2 球团矿主要成分表（%）

| 矿种   | TFe   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cao  | MgO  | TiO <sub>2</sub> | S     | P     |
|------|-------|--------------------------------|------|------|------------------|--------------------------------|------|------|------------------|-------|-------|
| 钒钛球团 | 51.94 | 72.16                          | 1.84 | 0.36 | 5.62             | 2.89                           | 1.70 | 2.56 | 11.0             | 0.033 | 0.024 |

原辅料及能源动力消耗情况如下表：

2.7-3 原辅料及能耗一览表

| 序号 | 名称   | 年产量      | 单位              | 来源        |
|----|------|----------|-----------------|-----------|
| 1  | 氧化球团 | 19493    | t               | 攀枝花       |
| 2  | 氢气   | 6732000  | Nm <sup>3</sup> | 欣宇化工，管网输送 |
| 3  | 电    | 11000000 | kwh             | 园区电网      |
| 4  | 水    | 75150    | m <sup>3</sup>  | 园区市政给水管网  |

## 2.8 工艺流程

### 1、原料及成品工序

#### (1) 原料工序

#### (2) 成品工序

### 2、氢气直接还原工序

## 2.9 主要工艺装置、设备设施

拟建项目主要工艺装置、设备设施如下表：

表 2.9-1 主要设备设施一览表

| 序号 | 设备名称       |       | 规格型号                                            | 数量  | 备注   |
|----|------------|-------|-------------------------------------------------|-----|------|
| 1  | 受料斗        |       | 钢结构焊接件，材质 Q355B，厚 14mm，不设衬板，入料口设格栅 150mm×150mm  | 1 个 |      |
| 2  | 封闭式调速定量给料机 |       | 带宽 B=650mm，Q=20t/h，长度 L=2m，包括头部漏斗、控制柜，设皮带秤，变频电机 | 1 套 |      |
| 3  | 手动棒条阀      |       | 500mm×500mm，单层双向                                | 1 台 |      |
| 4  | 胶带机        |       | B=650mm，V=1.25m/s，Q=20t/h，L≈15.7m               | 1 台 |      |
| 5  | 胶带机        |       | B=650mm，V=1.25m/s，Q=20t/h，L≈10.5m               | 1 台 |      |
| 6  | 直热式回转窑     |       | φ1.6×20m，V=0.1-1r/min                           | 1 套 |      |
| 7  | 氢气处理装置     | 一级水洗塔 | 材质：Q245R                                        | 1 台 |      |
|    |            | 二级水洗塔 | 材质：Q245R                                        | 1 台 |      |
|    |            | 凉水塔   | 材质：玻璃钢                                          | 1 台 |      |
|    |            | 冷水洗涤塔 | 材质：耐蚀铸铁                                         | 1 台 |      |
|    |            | 制冷机组  | 材质：组合件                                          | 1 台 |      |
|    |            | 聚结过滤器 | 材质：Q245R                                        | 1 台 |      |
| 8  | 生产新水供水泵组   |       | Q=20m <sup>3</sup> /h，H=50m，N=11kW              | 2 台 | 一用一备 |
| 9  | 消防供水泵组     |       | Q=15L/s，H=45m，N=15kW                            | 2 台 | 一用一备 |

| 序号 | 设备名称    | 规格型号                                                 | 数量    | 备注 |
|----|---------|------------------------------------------------------|-------|----|
| 10 | 制氮机     | 1000Nm <sup>3</sup> /h                               | 1 台   |    |
| 11 | 螺杆式空压机  | 60m <sup>3</sup> /min                                | 1 套   |    |
| 12 | 调压撬     | Q=800Nm <sup>3</sup> /h, P1=0.08-0.15Mpa, P2=0.05Mpa | 1 套   |    |
| 13 | 不锈钢无缝钢管 | D89×4.5, 316L                                        | 84m   |    |
| 14 | 不锈钢无缝钢管 | D108×5, 316L                                         | 1036m |    |
| 15 | 氢气缓冲罐   | V=200m <sup>3</sup> , P=0.1MPa                       | 1 台   |    |

## 2.10 公用工程及辅助设施

### 2.10.1 供配电

#### 1、供配电电压等级

中压配电电压：AC10KV

中压电动机：AC10KV

低压电动机：AC380V。

低压动力配电设备：AC380/220V（TN-S 系统）。

电气照明：AC380/220V。

消防应急照明：DC36V。

检修照明：AC36V，（特殊环境 12V）。

控制电源：交流 AC 220V 或直流 DC 220V （电磁阀为交流 24V）

#### 2、供配电系统的接地方式

中压 AC10KV 系统采用中性点不接地系统，低压 380/220V 系统采用 TN-S 接地系统。

#### 3、负荷分级

本项目主要用电设备部分为一级负荷，采用柴油发电机提供备用电源；其他为二级负荷。

#### 4、供配电系统

##### （1）电气一次系统

本工程拟在办公楼旁新建一座 10/0.4kV 箱式变电站,利用原有配电室改造为柴油发电机房。10kV 电源则利用原有老厂 10kV 电源供电,柴油发电机为一级负荷提供备用电源。0.4kV 母线采用单母线分段接线。

对火灾和爆炸危险场所将根据其危险级别选择相适应的防爆设备,以保证安全生产;在 1 区爆炸性气体环境选用隔爆型(标志为 d)的防爆电气设备,在 2 区爆炸性气体环境选用隔爆型(标志为 d)或复合型(标志为 ed)的防爆电气设备。

## (2) 电能质量

为提高供电系统功率因数,对低压负荷采用末端就近补偿的方式,对于装设变频装置的,考虑产生的谐波对电网的影响,为提高电能质量,在有谐波产生的变电所内装设无功补偿与谐波处理一体化模块,以抑制谐波的产生。

通过以上措施,使 10kV 侧的功率因数及注入电网的谐波电流满足国家规范的要求。补偿后功率因数不低于 0.92。

## 5、照明

(1) 主生产工艺区照明采用高效节能大功率 LED 光源灯。

(2) 电气室、操作室、办公室等房间,采用节能 LED 灯。

(3) 应急照明

消防应急照明灯具采用专用的供电回路,在构筑物大空间用房、走廊、楼梯间、主要出入口等场所设置疏散照明,且应有明显标识,标识符合现行国家标准《消防安全标志》(GB13495-2015)。

(4) 爆炸危险区域的照明按照规程规范采用防爆灯具。

(5) LED 灯具光源显色指数  $R_a \geq 80$ ,色温应在 3300K~4000K 之间,选用耐高温、阻燃、绝缘性好灯具,灯具的面板或灯罩不应采用易碎材料或玻璃材质。

## 6、电缆敷设

低压配电线路根据敷设方式及供电对象的性质选用，非消防设备配电采用阻燃电力电缆（ZRYJV-0.6/1kV），消防设备采用 NH-YJV-0.6/1KV 耐火电缆。消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护，金属导管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施；当采用阻燃或耐火电缆敷设在电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护。暗敷时，应穿管并应敷设在不可燃性结构内且保护层厚度不应小于 30mm。

厂区室内以电缆沟、电缆桥架、埋管及明配管相结合的方式进行电缆敷设。室外以管廊、电缆桥架、穿保护钢管相结合的方式进行电缆敷设。

电缆穿过建筑物墙体、伸缩缝、沉降缝的管线应按现行相关图集有关做法施工。管线通过底板、墙壁、屋顶、天花板、隔墙等建筑构件时，其孔隙应按等同建筑构件耐火等级的规定封堵。

电力线路与各种管道平行或交叉敷设时，相互间距离符合《低压配电设计规范》（GB50054-2011）及与其他各种管道安装有关的规定。

设备和线路安装之前，所有预埋管（如电源引入保护管 暗敷管 穿楼板管 穿墙管等）、预埋件预留洞及埋入墙内的嵌入式配电箱、插座箱等，必须与土建密切配合，做好预埋盒预留。

由室外引入建筑各类电缆在引入建筑处均穿钢管保护，并做好防水处理。

电缆的敷设符合《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）及《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB50168-2016）中的有关规定。

### 2.10.2 给排水

#### 1、给水

拟建项目给水系统包括生产给水系统、消防给水系统、生活给水系统。

### （1）生产给水系统

生产新水主要用于净循环水系统补充水、氢气处理系统补水、水雾抑尘等。生产新水总量约  $10.4\text{m}^3/\text{h}$ ，由新水生产新水泵加压供给。供水水源来源园区市政供水管网，供水压力不低于  $0.25\text{Mpa}$ 。

净环供水主要供回转窑、空氮站冷却用水，冷却水采用生产新水，总循环用水量  $70\text{m}^3/\text{h}$ ，接点工作压力  $0.3\text{MPa}$ ，供水温度 $\leq 35^\circ\text{C}$ ，冷却过程均为间接冷却，用后水仅水温升高，水质未受污染，采用开式循环冷却水系统。回水利用余压自流送至开式冷却塔，冷却后自流进净循环水池，再经循环水泵送至各循环用水点循环使用。

### （2）消防给水系统

根据现行《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）、《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）和《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）有关条文规定，室外消防用水量  $15\text{L/s}$ ，同一时间发生火灾按一次考虑，火灾延续时间按 3 小时计。室外消防给水由拟设消防泵组通过消火栓供水管网供给。

### （3）生活给水系统

拟建项目生活用水约  $0.6\text{m}^3/\text{d}$ ，生活供水水质符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的指标要求。水源来源园区生活供水管网，供水压力不低于  $0.3\text{Mpa}$ 。

## 2、排水

排水主要包括生活排水系统、生产排水系统、雨排水系统等。

### （1）生活排水系统

拟建项目生活排水量约  $0.54\text{m}^3/\text{d}$ ，生活用水排入厂区内化粪池集中处理后排入园区污水管网。

### （2）生产排水系统



拟建项目排水采用污水、雨水分流制。

循环水系统排污水量约  $0.2\text{m}^3/\text{h}$ ，排至氢气处理系统水池，用作补充水；氢气处理系统排污水量约  $1\text{m}^3/\text{h}$ ，此部分含在氢气处理系统固废中，清污时，随固废由汽车转运至指定地点。拟建项目生产废水不外排。

### （3）雨排水系统

厂区道路及屋面雨排水由排水沟收集后，就近排入厂区雨排水系统。

## 2.10.3 电讯设施

拟建项目电讯设施包括通信系统、工业电视系统、气体检测报警系统和火灾自动报警系统。

### 1、通信系统

通信系统包括电话系统和无线对讲系统。

电话系统：为解决操作室、电气室以及辅助生产的能源、运输、仓储等单元的有关工作岗位之间的联系，设置电话分机 3 台。

无线对讲系统：为方便各区域操作室值班人员及生产或辅助生产设施检修人员工作联系，设置 6 台防爆型无线对讲手持机。

### 2、工业电视系统

在环境条件恶劣，生产操作人员不易接近和难以观察到的部位需要设置工业电视摄像机，便于管理人员和值班人员能够及时、直观的观察各部位和生产线的情况，根据生产环境、使用区域的工作温度，设置工业电视系统。本项目暂定共设置 10 套防爆型工业电视摄像机。在中控室设置 1 台 LCD 监视器。

### 3、气体检测报警系统

为了保障有害有毒气体发生设施附近的生产和人身安全，为了防止可燃有毒气体泄漏对人员产生伤害，在回转窑区域设置 1 套气体检测报警装置。在回转窑及氢气处理装置区域设置固定式氢气探测器 15 只，气体检测报警

控制器设在中控室内。为现场工作人员配置 4 台便携式氢气检测仪。

#### 4、火灾自动报警系统

根据《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）、《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）的规定，为及早发现和通报火灾，防止和减少火灾危险，保护人身和财产安全，在回转窑区域设置 1 套火灾自动报警系统。火灾自动报警控制器设置在值班中控室。各式探测器设置在控制室、电气室、变压器室、电缆夹层等易着火区域。当有火灾发生时，自动关闭风机、防火阀等通风设备，接收其反馈信号，并且启动火灾警报装置，以便及时发现火情，迅速处理。

##### 2.10.4 自动控制系统

生产系统根据工艺要求，拟采用可编程序控制器系统（PLC 系统）进行连锁集中操作及解除连锁后机旁单机操作两种操作方式，解除连锁后机旁单机操作仅作为检修及试车用。为了提高劳动生产率，满足工艺设备的连锁和集中监控、集中操作、工艺过程参数的检测和调节、设备和生产的管理等要求，根据物理位置和工艺流程，在生产线区域设置相对独立的仪电合一的计算机控制系统，所有数据和控制集中上传到控制室，并可以进行操作、监控、控制。实现数据共享。

控制方式有两种：

（1）集中控制：由 PLC 系统完成信号的集中采集、运算、输出控制信号，驱动转动设备的运行。PLC 系统与工业以太网连接，通过以太网连接连接至远程上位机系统，完成对系统的信号监控处理，产生对设备的监控画面和生产报表。计算机上安装以太网卡，与 PLC 系统的以太网口连接，构成以太网网络，完成对系统的监控。设备设事故检修开关，以对设备进行紧急检修。管理的工作人员，可以通过主控计算机屏幕监视系统的流程及设备运行情况。在组态画面上，可以准确地反映各个设备的实际运行状况，并可在

组态画面上直接对各个设备进行控制操作。在计算机上对各设备的操作，在软件上均设置有保护闭锁措施。主控计算机具有事件记录、画面打印、报表打印的功能，事件记录与运行工况能自动整点存盘，提供历史记录查询，设备台账管理功能，采用多任务操作系统，留有工业管理的数据接口界面，能向上级计算机系统通讯，完成所有计算机数据上传的任务。

(2) 机旁操作：在机旁可进行单机控制，用于检修、试车、运行。控制方式以 PLC 自动控制为主。PLC 按照工艺流程进行配置。计算机控制系统为非标设计，由控制系统集成商成套提供。

### 2.10.5 空氮站系统

空氮站厂房内新购买安装 1 台  $60\text{m}^3/\text{min}$  螺杆式空压机，无备用（因为是中试基地项目），单台电机功率  $315\text{kW}$ （ $10\text{kV}$ ）。

空氮站内新建一台产气量为  $1000\text{Nm}^3/\text{h}$  的制氮机，并配套微干机和储气罐备。

### 2.10.6 消防系统

#### 1、消防给水系统

##### (1) 水源

拟建项目根据生产实际情况，在厂区内设置消防水池一座，作为厂区内消防水灭火设施的水源。消防水池补水由园区市政给水管网补水，可满足项目消防补水要求。厂区设置有一座消防水池，消防水池有效容积为  $275\text{m}^3$ 。

##### (2) 消防用水量

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）及《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）规定，结合拟建项目的实际情况，其室外消防设计流量取  $20\text{L/s}$ ，暂不考虑设置室内消火栓（生产建筑的室内建筑面积不大于  $300\text{m}^2$ ）。拟建项目按同一时间内火灾次数为一次，火灾延续时间为  $3\text{h}$ ，一次灭火用水总量为  $216\text{m}^3$ ，消防水池可满足供水要求。

### （3）消防给水设施

消防给水设施由消防水池和消防泵房组成。

拟建项目根据生产实际情况，在厂区内设有消防水池一座，消防水池有效容积为 240m<sup>3</sup>，可满足一次性消防用水需求。

消防泵房内设 2 台电动消防泵和一套消防稳压装置。电动泵流量 50L/s，扬程 H=0.65MPa（G）；消防稳压装置配两台稳压泵和一个稳压罐，消防稳压装置流量 3L/s，压力 0.8MPa（G）。同时，在泵房内配置消防水泵和稳压泵的水泵控制柜一套。

### 2、火灾自动报警系统

根据《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）和《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB 50414-2018）的相关规定，为及时发现和通报火灾，防止和减少火灾危险，保护人身和财产安全，设置 1 套火灾自动报警及联动控制系统。本系统由火灾自动报警控制器、各式探测器、手动报警按钮、声光报警器、警铃、专用电源盘、消防电话、备用电源、图形显示装置及软件等组成。

火灾自动报警控制器设置在 24 小时有人值班的中控室。当火灾发生时，探测器发出报警信号，火灾自动报警控制器发出声光报警、警铃响，控制器连锁关闭相关受控设备并接收其返回信号。

各式探测器设置在控制室、电气室、电缆夹层、电缆室、液压站等区域。

火灾报警控制器具有信号上传接口。

### 3、气体报警系统

本项目在回转窑区域设置气体泄漏报警系统。系统由气体报警主机、防爆型气体探测器、防爆型可燃气体探测器、防爆型声光报警器、联网上位机、组态软件及远程网络接口等组成。

在易泄漏区域设置 1 套固定式检测报警装置。

在回转窑、氢气净化等区域设置固定式防爆型气体探测器。气体检测报警控制器（带声光报警）设在控制室内，中控室设上位机，现场设置防爆型声光警报器并带显示仪表。所有探测器报警信号均进入该气体报警控制器。

#### 4、灭火器

根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）的要求，在拟建的各建构筑物设施位置明显处配置了相应的灭火器器材，保证迅速有效地扑灭初期火灾和零星火灾。灭火器材选型采用 MFZ/ABC4 干粉灭火器。

#### 5、消防车道

根据厂区地形和实际消防需求，厂区内设置有环形消防车道，道路宽度 6m，坡度小于 8%，转弯半径 9m，可满足项目消防救援需求。

### 2.10.7 防雷接地

#### （1）防雷

1）放散塔做独立的防雷接地设计。

2）氢气调压站、氢气缓冲罐按第二类防雷建筑物设计，厂区其它工业建筑均为第三类防雷建、构筑物，按《建筑物防雷设计规范》设置防直击雷和雷电波侵入的措施。

#### （2）接地

1）工作接地：变压器的中性点为直接接地。

2）保护接地：电气设备不带电金属部分和外壳采取接地保护。

3）防静电接地：对于易燃、易爆的工艺设备，氢气管道等按规定做防静电接地。

4）自动化、计算机控制系统工作接地：按设备供货商要求进行设计。

5）对于所有无特殊要求的工作接地、保护接地、防雷接地等几种接地将共用同一接地网，其接地电阻按其中最小值确定。

### 2.11 劳动定员及生产班制

## 1、劳动定员

拟建项目劳动定员 20 人。

## 2、生产班制

拟建项目在中试线过程中采取三班两倒制，每班 12h，每周工作时间不超过 40h。

### 2.12 安全投入

拟建项目总投资为 3082 万元，其中，安全投入约为 100 万元，占总投资额的 3.24%。安全投入主要用于消防设施、自动监控系统、视频监控系统、防雷接地装置、防泄漏设施、安全防护装置、安全警示标志、安全教育培训、事故应急预案及演练、劳保用品等方面的安全投入。安全投入《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财资〔2022〕136 号）的相关规定，同时，建设单位在下一步设计中应明确拟建项目的安全设施和安全投入的预算。

力康咨询  
LIKANG CONSULTING

## 第三章 危险、有害因素辨识

### 3.1 危险、有害因素辨识依据说明

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损害的因素。通常情况下，二者并不加以区分而统称为危险、有害因素。

针对评价对象的生产工艺、设备设施的特点，采用科学、合理的评价方法，进行危险、有害因素，具体辨识依据如下：

（1）按照《危险化学品目录（2015 版）》（应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整），将有害物质分为爆炸物、易燃气体、气溶胶、氧化性气体、加压气体、易燃液体、易燃固体、自反应物质和混合物、自燃液体、自燃固体、自热物质和混合物、遇水放出易燃气体的物质和混合物、氧化性液体、氧化性固体、有机过氧化物、金属腐蚀物、急性毒性、皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激、呼吸道或皮肤致敏、生殖细胞致突变性、致癌性、生殖毒性、特异性靶器官毒性-一次接触、特异性靶器官毒性-反复接触、吸入危害、危害水生环境、危害臭氧层，共计 28 类，对系统中使用的物质及产品进行辨识与分析。

（2）根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），对拟建项目中使用到的各种危险化学品进行重大危险源的辨识；根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2011〕95 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2013〕12 号）对建设项目进行重点监管危险化学品进行判定；根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（原安监总管三〔2009〕116 号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺部分典型工艺的通知》（原安监总管三〔2013〕3 号）对建设项目进

行重点监管的化工工艺的判定。

(3) 参照《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986), 综合考虑起因物、引发事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等, 将事故分为物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电等 20 类, 对系统中作业场所按照事故类型进行辨识与分析。

(4) 根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022) 对拟建项目生产过程中的危险、有害因素进行辨识与分析。

### 3.2 物料的危险性分析

危险物质的辨识是根据《危险化学品目录(2015 版)》(应急管理部等 10 部门公告(2022)第 8 号调整)、《危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)》(原安监总厅管三(2015)80 号)、《危险货物品名表》(GB12268-2012)和危险化学品安全技术说明书, 结合拟建项目生产装置的工艺流程、原辅材料的描述进行分析而得出。

拟建项目在生产过程中涉及的危险化学品包括氢气(危序号 1648)、氮气(压缩的)(危序号 172)。

根据《易制毒危险化学品名录》(2018 年版)可知, 拟建项目不涉及到易制毒危险化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》(2017 年版)可知, 拟建项目不涉及到易制爆危险化学品。

根据《特别管控危险化学品目录》(第一版)可知, 拟建项目不涉及到特别管控危险化学品。

根据《四川省危险化学品“禁限控”目录(第一批)》可知, 拟建项目不涉及到四川省危险化学品“禁限控”目录(第一批)中的危险化学品。

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》(原安监总管三(2011)95 号)可知, 氢属于重点监管的危险化学品。

涉及危险化学品的危害特性如下表：

表 3.2-1 危险化学品的危害特性表

| 危险物质   | 危险物质序号 | CAS 号     | 火灾危险性 | 危险性类别             | 闪点 (°C) | 爆炸上、下限 (%) | 危险特征                                                                             |
|--------|--------|-----------|-------|-------------------|---------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 氢      | 1648   | 1333-74-0 | 甲类    | 易燃气体，类别 1<br>加压气体 | --      | 4.1~74.1   | 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。 |
| 氮（压缩的） | 172    | 7727-37-9 | 戊类    | 加压气体              | --      | --         | 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。                                                           |

对涉及到的危险物料的理化数据、危险特性、毒性资料等采用安全技术说明书或安全数据表的形式进行汇总，如下列表：

### 1、氢

表 3.2-2 氢的安全数据表

|        |                                                                                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 名称：    | 氢<br>hydrogen<br>气                                                               |
| 分子式：   | H <sub>2</sub>                                                                   |
| 分子量：   | 2.01                                                                             |
| 有害物成分： | 氢                                                                                |
| 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。                                                                            |
| 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。                                |
| 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。                                                                                                          |
| 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。                                               |
| 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。                                                                     |
| TLVTN:        | ACGIH 窒息性气体                                                                                                                                                                   |
| 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。                                                                                                                                                                    |
| 其他防护:         | 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。                                                                                                                                    |
| 主要成分:         | 含量:工业级≥98.0%;高纯≥99.999%。                                                                                                                                                      |
| 外观与性状:        | 无色无臭气体。                                                                                                                                                                       |
| 熔点(°C):       | -259.2                                                                                                                                                                        |
| 沸点(°C):       | -252.8                                                                                                                                                                        |
| 相对密度(水=1):    | 0.07(-252°C)                                                                                                                                                                  |
| 相对蒸气密度(空气=1): | 0.07                                                                                                                                                                          |

|              |                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 饱和蒸气压(kPa):  | 13.33(-257.9℃)                                                                                                                                                                                                                   |
| 燃烧热(kJ/mol): | 241.0                                                                                                                                                                                                                            |
| 临界温度(℃):     | -240                                                                                                                                                                                                                             |
| 临界压力(MPa):   | 1.30                                                                                                                                                                                                                             |
| 闪点(℃):       | 无意义                                                                                                                                                                                                                              |
| 引燃温度(℃):     | 400                                                                                                                                                                                                                              |
| 爆炸上限%(V/V):  | 74.1                                                                                                                                                                                                                             |
| 爆炸下限%(V/V):  | 4.1                                                                                                                                                                                                                              |
| 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。                                                                                                                                                                                                    |
| 禁配物:         | 强氧化剂、卤素。                                                                                                                                                                                                                         |
| 避免接触的条件:     | 光照。                                                                                                                                                                                                                              |
| 急性毒性:        | LD50: 无资料 LC50: 无资料                                                                                                                                                                                                              |
| 其它有害作用:      | 对环境无害。                                                                                                                                                                                                                           |
| 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。                                                                                                                                                                                             |
| UN 编号:       | 1049                                                                                                                                                                                                                             |
| 包装类别:        | O52                                                                                                                                                                                                                              |
| 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。 |

## 2、氮

表 3.2-3 氮的安全数据表

|      |           |
|------|-----------|
| CAS: | 7727-37-9 |
| 名称:  | 氮         |



|         |                                                                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | 氮<br>nitrogen<br>气                                                                                                                                                                                   |
| 分子式:    | N <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                       |
| 分子量:    | 28.01                                                                                                                                                                                                |
| 有害物成分:  | 氮                                                                                                                                                                                                    |
| 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。                                                                                                                                                                                                |
| 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。                                                                                                                                          |
| 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。                                                                                                                                                               |
| 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。                                                                                                       |
| 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。                                                                                                                                                        |
| TLVTN:  | ACGIH 窒息性气体                                                                                                                                                                                          |
| 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。                                                                                                        |
| 其他防护:                       | 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。                                                                                 |
| 主要成分:                       | 含量: 高纯氮 $\geq 99.999\%$ ; 工业级 一级 $\geq 99.5\%$ ; 二级 $\geq 98.5\%$ 。                                               |
| 外观与性状:                      | 无色无臭气体。                                                                                                           |
| 熔点( $^{\circ}\text{C}$ ):   | -209.8                                                                                                            |
| 沸点( $^{\circ}\text{C}$ ):   | -195.6                                                                                                            |
| 相对密度(水=1):                  | 0.81(-196 $^{\circ}\text{C}$ )                                                                                    |
| 相对蒸气密度(空气=1):               | 0.97                                                                                                              |
| 饱和蒸气压(kPa):                 | 1026.42(-173 $^{\circ}\text{C}$ )                                                                                 |
| 燃烧热(kJ/mol):                | 无意义                                                                                                               |
| 临界温度( $^{\circ}\text{C}$ ): | -147                                                                                                              |
| 临界压力(MPa):                  | 3.40                                                                                                              |
| 闪点( $^{\circ}\text{C}$ ):   | 无意义                                                                                                               |
| 引燃温度( $^{\circ}\text{C}$ ): | 无意义                                                                                                               |
| 爆炸上限%(V/V):                 | 无意义                                                                                                               |
| 爆炸下限%(V/V):                 | 无意义                                                                                                               |
| 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。                                                                                            |
| 急性毒性:                       | LD50: 无资料 LC50: 无资料                                                                                               |
| 其它有害作用:                     | 无资料。                                                                                                              |
| 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。                                                                                         |
| UN 编号:                      | 1066                                                                                                              |
| 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。 |

### 3.3 危险、有害因素产生的原因分析

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）对可能导致生产过程中危险和有害因素进行分析，具体如下：

#### 3.3.1 人的不安全行为

人的因素（personal factors）是指在生产活动中，来自人员自身或人为性质的危险和有害因素。主要包括：

##### （1）心理生理性危险和有害因素

如负荷超限、健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常、辨识功能缺陷等。

##### （2）行为性危险有害因素

1) 指挥错误。如指挥失误、违章指挥及其他指挥错误；各工序之间、各作业环节之间缺少联络或未衔接好。

2) 操作错误。如误操作、违章作业；不熟悉或者不严格执行操作规程。

3) 监护失误。如检修时未设置互保对子。

#### 3.3.2 物的不安全状态

##### （1）防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷

1) 无防护（无安全保险装置、无安全标志、无护栏或护栏损坏、电气设备未接地、绝缘不良、其他）。

2) 防护不当（防护装置调整不当、作业安全距离不够、电气线路部分裸露、其他）。

##### （2）设备、设施、工具、附件有缺陷

1) 设计不当、结构不合安全要求。

2) 强度不够（机械强度不够、绝缘强度不够、通风强度不够、其他）。

3) 设备在非正常状态下运行（设备带“病”运行、超负荷运行、其他）。

4) 维修、调正不良（设备失修、地面不平、保养不当设备失灵、其他）。

(3) 个人防护用品用具（安全帽、防护服、防尘口罩等）缺少或有缺陷。

- 1) 无个人防护用品、用具。
- 2) 所用防护用品、用具不符合安全要求。

(4) 生产场地环境不良

- 1) 照明光线不良（照度不足、光线过强）。
- 2) 作业场所狭窄。
- 3) 作业场地杂乱、地面湿滑。
- 4) 操作工序设计或配置不安全。

### 3.3.3 管理因素

管理因素（management factors）是指，管理和安全管理责任缺失所导致的危险和有害因素。主要包括：

- (1) 组织机构不健全
- (2) 责任制未落实
- (3) 规章制度不完善
- 1) 安全管理制度未落实
- 2) 操作规程不规范
- 3) 事故应急预案及响应缺陷
- 4) 培训制度不完善
- (4) 安全投入不落实
- (5) 管理不完善

## 3.4 选址及总平面布置危险性分析

### 1、选址

拟建项目选址安全与否，将直接影响该项目的正常运行。

- (1) 厂址有便利的交通环境，能保证原（辅）材料的供应。如果交通

不便，将会影响建设工程的施工、检修与正常生产。一旦发生火灾，消防车辆不能及时到达，不利于火灾扑救，也不利于抢救受伤人员。

(2) 若本项目所在区域的工程地质或水文地质条件不满足建厂条件，当发生自然灾害事故时可能导致坍塌、洪涝、地质滑坡等次生灾害。

(3) 若厂址与居民区或相邻企业之间的防火间距不符合要求，一旦发生火灾事故，将可能危及到附近的居民区或临近企业。

(4) 若厂址位于居民区主导风向的上风向，或厂区与居民区之间不满足卫生防护距离的要求，将可能影响居民区的大气环境和人群健康。

(5) 氢气管道线路选择不符合规范要求，与周边建构筑物、电线电缆、通信设施等的安全距离不满足规范要求，当发生氢气泄漏时，可能引发安全事故。

综上所述，如果厂址、管道敷设路线选择不合理，可能存在的危险、有害因素包括坍塌、洪涝、地质沉降以及引发的次生的火灾、爆炸、中毒和窒息等灾害。

## 2、总平面布置

(1) 总平面布置应将功能区划分明确，如果生活区、生产区混杂交错，不仅使得厂区的人流、货流得不到有效的分流，使较大的人流、货物经常性的穿越整个厂区，也使得工艺折返迂回次数增多，降低了生产效率，也增加了发生车辆伤害的几率，且一旦生产区出现火灾、爆炸事故，则可影响到生活区、办公区。

(2) 建（构）筑物之间未按照主导风向来进行合理布置，具备有毒有害、易燃、易爆场所布置在上风向，则可能对下风侧的区域造成毒害、火灾、爆炸的危险。如果厂区办公、生活设施设在厂区常年季节盛行风向的下风侧，且距生产车间较近，不满足防火间距要求，一旦发生火灾、爆炸等事故，将危及到办公、生活设施内的人员。

(3) 场内建（构）筑物、装置设施相互之间的防火间距不满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）、《氢气站设计规范》（GB50177-2005）等规范要求，当其中一个建（构）筑物发生火灾事故，则会影响到相邻建构筑物物的安全。

(4) 高噪声场所与低噪声场所未分开布置，会影响到低噪声作业区人员的身体健康。

(5) 若变配电室位于多尘、有腐蚀性气体和有水雾的场所，则可能引起电气短路、线路腐蚀、绝缘失效等。

(6) 若厂内道路不满足消防车道的要求，一旦发生火灾，消防车辆不能在厂区内通行或转弯，不利于火灾扑救，也不利于抢救受伤人员。

综上所述，如果总平面布置不合理，可能存在的主要危险、有害因素有火灾、爆炸、车辆伤害等事故。

### 3.5 生产过程中的危险、有害因素辨识

根据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986），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，拟建项目在生产过程中存在或引起的危险、有害因素主要包括：火灾、其他爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、机械伤害、灼烫、高处坠落、物体打击、触电、车辆伤害、淹溺、其它伤害等，具体如下：

#### 1、火灾、其他爆炸

(1) 氢气分子小，具有很强的扩散性。如果在氢气调压站的输送、储存或使用过程中发生泄漏，氢气会迅速扩散，遇到火源，可引发火灾事故；泄漏的氢气在局部空间聚积，与空气混合形成混合器，达到爆炸极限（4.1%-74.1%），遇到火源可能会发生爆炸；氢气的点燃温度较低，一旦发生泄漏，火花、电弧、静电等都可能引发爆炸事故。

(2) 氢气输送管道、氢气调压撬装置、氢气缓冲罐等设备本体存在缺

陷，以及配套设置的阀门、法兰等部位密封不良，也可能引发氢气泄漏，从而引发相应的火灾、爆炸事故。

(3) 涉及可能发生氢气泄漏的区域，未配套设置可燃气体报警检测仪，无法对可能泄漏的氢气实施在线监测，或可燃气体报警检测仪设置位置不当，无法准确监测到泄漏的氢气，都可能存在氢气泄漏引发爆炸的风险。

(4) 工艺系统中未配置相应的检测窑内气氛的监测装置或监测装置失效，无法正确辨识系统内的气氛含量；或工艺系统密封性不良，在受料口以及工艺装置连接区域，若出现密封性失效，则可能混入一定的空气，空气与氢气混合会形成爆炸性混合物，在高温的作用下，可引发爆炸事故。

(5) 氧化球团在制作时会存在少量的煤粉，球团在回转窑内部高温的作用下，会产生少量的一氧化碳，一氧化碳具有可燃性，遇到激发能源，亦可能引发火灾事故。

(6) 氢气调压站、氢气管道、氢气缓冲罐等涉及工艺装置，未按要求设置防雷、防静电接地装置或设施，发生雷电时，与泄漏的氢气接触可引发火灾、爆炸事故。

(7) 氢气调压站、氢气管道阀门或法兰、氢气缓冲罐及使用氢气区域涉及爆炸危险区域，若爆炸危险区域范围的电气设备不具备防爆的功能，则产生的电火花与泄漏的氢气接触可引发火灾、爆炸事故。

(8) 氢气放散装置未设置相应的阻火器，一旦发生火灾时，产生的回火可能引发装置发生爆炸事故。

(9) 将 500~700℃ 下生产的海绵铁在室温下置于空气中即可观察到自燃现象，遇到其他易燃可燃物，则可能引起火灾。

(10) 当出现故障或检维修时，需对装置内部的氢气实施放散，氢气放散过程中存在的危险性分析如下：

1) 易燃易爆：氢气属于甲类可燃气体，着火能量极低，与空气混合的

燃爆范围为 4.1%~74.1%，极易被引燃引爆。在放散过程中，如果氢气与空气混合达到爆炸极限，遇到明火或高温就可能引发爆炸。

2) 渗透性强、易泄漏、扩散快：氢气由于分子量小，相比于其他气体更容易从小孔中渗透、泄漏。同时，氢气比空气轻，泄漏后迅速向上扩散，容易在容器或建筑屋顶部积聚，形成爆炸性混合气体。

3) 氢脆现象：氢气在高温高压下与钢材接触时，钢材中的碳分子可能与氢气发生反应，生成碳氢化合物，进而导致钢制设备的强度降低，出现氢脆现象，增加设备失效和泄漏的风险。

4) 操作失误：在氢气放散过程中，如果操作人员失误或设备故障，可能导致氢气泄漏、设备超压等事故，进而引发火灾或爆炸。

#### (11) 氢气输送过程中各管段存在的安全风险分析：

1) 本项目氢气气源来源于欣宇化工制氢点，并通过埋地管线输送至氢气调压站，该段管线长度约 1000m，若氢气出气段供气压力、流量小于设计要求或出现异常，将无法保障正常调压需求，对后端氢气需求存在一定的影响；若出气段压力偏高，且未能及时监测或无相应的安全设施保护，则可能造成管段发生管道爆炸的可能。该管段属于埋地敷设，若自身质量存在问题或受腐蚀影响，造成管道或连接处发生泄漏，泄漏的氢气遇到火源、静电、雷电等激发能源，可能引发火灾、爆炸事故。

2) 氢气调压站至氢气缓冲罐管段，该管段为架空敷设。调压站若装置不稳定，则可能造成管段的压力、流量波动，则可能造成气源不稳定，影响正常生产，若压力持续偏高，则可能造成管道发生爆炸；氢气管段连接处若发生泄漏，遇到火源、静电、雷电等激发能源，可能引发火灾、爆炸事故。

3) 氢气缓冲罐至回转窑管段，该段管道亦属于架空敷设，经缓冲的氢气压力相对稳定，正常情况下，不会造成压力偏高现象。该管段若发生氢气泄漏，遇到火源、静电、雷电等激发能源，可能引发火灾、爆炸事故。

### （12）管段敷设过程中安全风险分析：

1）埋地敷设管道的埋深不符合要求，埋深过浅，则受机动车辆的影响，可能造成管道发生破坏。

2）管沟边坡坡度不满足要求，在敷设过程中容易造成管沟垮塌，易对管道造成损坏。

3）管道的连接方式不合理，造成连接处存在缺陷，易造成管道长期运行后发生破损，从而引发氢气泄漏的可能。

4）埋地氢气管道未设置可靠的牺牲阳极测试桩，或设置不满足要求，无法对管道得到有效的保护。

5）埋地敷设管道未设置相应的线路里程桩、线路转角桩、标志桩、警示牌、警示带等安全警示设施，外部施工作业可能会对管道造成破坏影响。

（13）生产设备主要为电力设备，如果在生产过程中，由于设备线路的短路，运行超负荷，接点接触电阻过大，会造成线路导体发热量增大，温度急剧上升，出现大大超出线路允许温度范围的危险温度，不仅能损坏绝缘材料，而且会使可燃物质燃烧酿成火灾。同时，由于违章操作或者电气线路老化，也可能引起电气火灾。

变配电站中变压器在使用过程中发生过载或变压器自身发生绝缘损坏，发生内部短路，则可能引发变压器发生爆炸事故；变压器接触不良或保护措施出现损坏，则可能引发变压器发生火灾事故。

（14）生产设备使用的机械油、润滑油，储存、使用不当，遇到火源亦可能引发火灾事故。

## 2、容器爆炸

拟建项目涉及到的压力容器包括氢气缓冲罐、压缩空气储罐等，压力容器在使用过程中，若使用不当则易发生爆炸事故，压力容器一旦发生事故，破坏威力大，影响范围广，易造成全系统停产，严重的还会波及社会，造成

灾难性损失，引起事故的原因分析如下：

（1）容器本身制造质量不合格，容器筒体焊缝存在裂纹、气孔、未焊透等焊接缺陷，在长期运行过程中，造成焊缝的强度降低从而引发容器发生爆炸事故。

（2）在运行过程中，若未按规定定期对容器进行检测，不能及时发现材质变化、裂纹、变形等缺陷，容易造成压力容器爆破事故。

（3）压力容器超压、超温运行易引起爆炸事故。

（4）压力容器在使用中受压部件发生破坏，设备中介质蓄积的能量迅速释放，内压瞬间降至外界大气压力以及压力管道泄漏而引发爆炸事故。

（5）压力容器配套的安全阀、压力表、温度计等安全附件损坏、失效，或未定期进行校定、检验，造成安全附件失灵，从而引发压力容器发生爆炸事故。

### 3、中毒和窒息

（1）氮气虽属于惰性气体，但若发生大量泄漏，且周围环境通风不良，作业人员大量接触，会引起窒息。

（2）在实施有限空间作业时，未严格按照要求作业，违规操作，可能引发中毒和窒息事故发生。

（3）氧化球团在制作时会存在少量的煤粉，球团在回转窑内部高温的作用下，会产生少量的一氧化碳，一氧化碳具有毒性，若发生泄漏，被作业人员吸入，则可能引发一氧化碳中毒事故。

### 4、机械伤害

机械伤害包括机械设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹挤或挤压、冲击、碰撞、碾压、绞绕或绞碾、剪切、切割、缠绕或卷入、或刺伤、摩擦或磨损、飞出物打击、甩出、高压流体喷射、碰撞或跌落等危害。本项目涉及到的机械设备主要包括：封闭式调速定量给料机、

胶带机、直热式回转窑、制氮机、螺杆式空压机以及各种泵、电动机等，存在机械伤害的可能，具体分析如下：

（1）缺乏安全装置。如有的机械传动带、接近地面的联轴节、皮带轮等易伤害人体部位没有完好防护装置，人一疏忽误接触这些部位，就会造成事故。

（2）作业人员在作业过程中违规操作，在操作岗位未设置操作规程、工作制度等，可能导致作业人员发生机械伤害。

（3）在机械设备进行检修过程不按规程操作，带电进行设备检修，检修过程中未挂牌、未办理检修票据等。

（4）进入机械运行危险作业区作业。

（5）在机械运行中进行清理、卡料等作业。

（6）设备控制系统失灵，造成设备误动作，导致事故发生。或系统无紧急制动装置，发生机械伤害事故不能及时制止，造成机械伤害事故的扩大。

（7）无相应的急停装置，如皮带机未设置拉绳开关，造成发生事故不能立即就地停机，会加大机械伤害伤害。

（8）在不安全的机械上停留、休息，导致事故发生。

（9）衣物穿戴不规范、头发散乱等被绞入转动设备。

（10）未正确穿戴劳动防护用品。

（11）不具操作机械素质的人员上岗或其他人员乱动机械。

## 5、灼烫

（1）直热式回转窑在运行时，窑膛段预热段温度 700~800℃，加热段炉膛温度 900~1100℃，温度相对较高，窑体外部具有一定温度，若操作人员不小心接触，可能发生灼烫事故。

（2）回转窑尾气出口温度在 150~200℃之间，若发生尾气外泄，作业人员不小心接触，可引发高温灼烫。

(3) 产品出料仓后的温度在 50~100℃ 之间，具有一定的温度，作业人员不小心接触，可能产生高温烫伤的危害。

## 6、高处坠落

厂内高于 2m 及以上 (2m) 操作平台、爬梯等区域进行检维修作业、巡检作业、登高作业时，没有防护栏杆、安全防护栏杆不牢固或存在缺陷、检维修作业未佩戴安全带或存在注意力不集中造成踩空等易发生高处坠落事故。

## 7、物体打击

物体打击是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体而造成人身伤亡事故。一般情况下可能发生物体打击事故的主要原因如下：

(1) 物体往高处搬运或生产、巡检过程中，因物体摆放不当或摆放过高及工具失手，有发生物体坠落造成物体打击。

(2) 在设备检修过程中，因工具、零部件存放不当，维修现场混乱，违章蛮干，而发生工具、设备和其他物品的打击事故。

(3) 高处作业现场没有监护人、未设立安全警示牌，高处作业覆盖区域有人员通行，存在高处作业人员失手造成工具等重物坠落，砸伤无关人员的危险。

(4) 旋转设备在转动过程中出现旋转的零件、部件飞出也可能引起物体打击伤害。

## 8、触电

(1) 生产过程中，因作业环境中高温等原因，会造成电气设备、线路老化、腐蚀而造成短路、漏电，易引起触电事故。

(2) 夏秋季节雨水较多，露天设置的电气设备、开关等易进水受潮锈蚀老化造成短路、漏电，造成电气线路或电气设备绝缘性能降低，易引起触电事故。

(3) 电气设备长时间使用后，也会造成线路老化、设施锈蚀，而造成绝缘损坏或接触不良，如果接零（地）线接触不好非常容易引起触电事故。

(4) 在生产、检修、维护过程中，防护用品和工具产品的质量缺陷或使用不当，均能引发触电伤害事故。

(5) 电气线路在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE 线断线等隐患，易造成触电。

(6) 安全技术措施缺失（如：保护接零、漏电保护、安全电压、等电位联结等），或安全措施失效，易造成操作人员触电。

(7) 电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等造成触电。

(8) 电气设备、开关箱外壳、电动机械设备、电机等金属外壳没有触电保护接地（零），或保护保护接地（零）线对地电阻超标，装置出现漏电时，有使作业人员发生触电的危险。

(9) 电工无证上岗，停电时不挂警示牌、送电时有人未撤离、人员劳动防护用品穿戴不全等，以及在生产过程中由于作业人员未按照电气工作安全操作规程进行操作或缺乏安全用电常识等。

(10) 厂区用电存在私拉乱接现场，可增加触电的几率。

## 9、车辆伤害

拟建项目原辅料、产品均需通过汽车运输，物料运输车辆使用频繁，因此，车辆在厂区内运行时，易引发车辆伤害事故，主要表现在：

(1) 因厂区出入口与园区道路相隔较近，车辆出入口、转变处，如果未设立警示牌、反光镜，驾驶人员，驾驶人员一旦出现违章驾驶，则可能会造成车辆伤害事故。

(2) 车速过快或操作失误，撞击到建构筑物，还会引发建构筑物坍塌事故。

(3) 转弯过程中车速过快造成控制不及时引发车辆侧翻而引发车辆伤害事故。

(4) 转弯过程中未进行鸣笛，可能发生相向而行的车辆同时转弯而引发对碰事故，从而造成车辆伤害。

(5) 雷雨天气在厂区通行的车辆会增大车辆伤害事故发生的机率。

## 10、淹溺

厂内存在循环水池、消防水池等水设施，各水池相对较深，若防护栏杆稳定性不够，人员依靠时损坏，造成人员跌落至水池；无相应的安全警示标志，未对附近人员及时提醒，如果不小心或者发生意外，可能掉进池中，发生淹溺事故。

## 11、其它伤害

在作业过程中及行走、攀爬等过程中，由于涉及高处作业平台，存在地面湿滑、上下层交叉作业，如果确认不当、防护设施不完善或者违章等而发生跌伤、割刺、摔伤、扭伤等意外伤害。

在生产过程中如果确认不当或者违章，还可能发生割刺、摔伤、扭伤等意外伤害。

## 3.6 公用工程及辅助设施危险性分析

### 3.6.1 供配电系统危害因素分析

#### 1、触电危险性分析

(1) 供配电设备、设施在生产运行中由于产品质量不佳，绝缘性能不好；现场环境恶劣（高温、潮湿、腐蚀、振动）、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损，可能造成人员触电。

(2) 设计不合理、安装工艺不规范、各种电气安全净距离不够；安全措施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵等原因，若人体不慎触及带电体或过于靠近带电部分，都有可能发生电击、电灼伤的触电危险。特别

是高压设备和线路，因其电压值高，电场强度大，触电的潜在危险更大。

## 2、电气火灾、爆炸风险分析

(1) 各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当、外部火源移近、运行中正常的闭合与分断、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或者过热，若防护不当，可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质，造成火灾事故。

(2) 在有过载电流流过时，还可能使导线（含母线、开关）过热，金属迅速气化而引起爆炸。

(3) 电气设备的安全装置或保护措施（熔断器、断路器、漏电保护器、屏护、绝缘、保护接地与接零等）不可靠，可能发生触电、火灾甚至爆炸等事故。

(4) 爆炸危险区域内的电气设备未按防爆要求设计、安装或选用的电气设备不能满足爆炸危险区域相应的防爆等级，在可燃气体或可燃粉尘泄漏时，可能发生火灾、爆炸事故。

(5) 配电室的消防设备设施配备不足、布置不合理、失效等原因致使不能有效控制火势蔓延，将造成事故扩大，危险升级。

## 3、电气设施的雷击危险性分析

室外变配电装置、配线（缆）、构架、箱式配电站及电气室都有遭受雷击的可能。若防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，则雷电过电压在雷电波及范围内会严重破坏建筑物及设备设施，并可能危及人身安全乃至有致命的危险，巨大的雷电流流入地下，会在雷击点及其连接的金属部分产生极高的对地电压，可能导致接触电压或跨步电压的触电事故；雷电流的热效应还能引起电气火灾及爆炸。

## 4、由电气设备设施引起的其他危险有害因素分析



(1) 配电室内发生火灾，会产生大量的毒烟（电缆、电线的塑料外壳燃烧），操作人员在抢救时若不佩戴防护用具或防护用具使用不当，可能造成中毒和窒息事故。

(2) 电气设备未进行有效的绝缘预防性试验，未认真编写主要设备的绝缘试验报告、缺陷和处理意见档案等情况，影响电气设备的计划检修、维护和保养。

(3) 若未按时对电气设备各类保护装置的完整性、可靠性（包括继电保护的校验、整定记录、避雷针、避雷器的保护范围，技术参数，接地装置是否符合规程要求，各类保护接地、接零是否安全正确可靠等）进行检查、校验和检测，将不能保证电气设备的安全运行。

(4) 若配电室专用建筑物通风、防火、防爆、防雨和防小动物进入等不符合安全条件要求时，易发生漏电、起火、损坏电气设备等事故。

(5) 若电气设备的仪表本身的故障，可能导致压力、温度及液位等指示迟缓或错误，影响生产控制的及时性和准确性，可能因此而导致事故发生。

(6) 因生产区内，电缆安装时没有注意电缆防火措施处理，若在生产过程中，一处电缆失火，会造成大面积电缆火灾。

(7) 当电源停电时，若没有备用电源和应急事故照明或备用电源和应急事故照明出现故障，消防泵、控制室等都完全失控，一旦发生事故，将对事故的抢救带来很大的困难，同时也不利于操作人员及时撤离现场。

### 3.6.2 给排水系统危险性分析

给排水设施危险性包括给排水设备本身危险性和供水能力不足所引发的生产系统的危险性。

#### 1、给排水设备本身危险性

给排水设备主要包括各类泵，其中的转动设备、传动设备没有采取有效的防护设施或防护设施不完善，在运行过程中有发生机械伤害的可能；高处

操作平台、登高梯台的防护栏杆、平台、梯子设置不合理，作业或巡检人员在登高作业时，有发生高处坠落的可能。

拟建项目厂区内设置有循环水池、消防水池等水设施，若水池周围无安全防护栏杆或防护设施存在缺陷，操作人员有可能跌落水中，发生淹溺事故。

## 2、供水能力不足等引发的危险性

生产供水系统断电、供水泵故障、水路进入异物、水管因腐蚀漏水、阀门故障及管路水垢过厚均能造成生产供水供应不足，若出现循环水管水套内缺水，循环水管内不能及时进行换热处理，套管内温度持续增高，可能造成导管发生破裂，引发导管发生爆炸，并危及主体工艺装置的生产安全；若消防水泵供水能力不足，达不到符合规范要求的设计流量，可能会影响消防救援需求。

3、给水泵故障或给水管网发生破损，无法及时提供足量的水源，影响生产、生活、消防等用水需求，当发生事故时可能造成事故扩大。

4、生产废水管网损坏，造成生产废水外泄，大量生产废水流散到外环境，可能会引发环境污染。

### 3.6.3 消防系统危险性分析

消防设施的配置，是为预防、建设生产安全事故的有力措施，若未按照相关规范要求设置相应的消防设施或设置的消防设施不满足使用要求，则发生事故后，可能引发事故扩大。消防设施涉及到的危险性分析如下：

（1）对火灾危险性较大的部位未设置火灾自动报警系统，发生火灾后不能及时对火灾进行探测、报警，可导致火灾扩大。

（2）厂区配置的消防水池不能满足最大一处火灾一次性消防用水量，或消防水池的补水系统不完善，不能及时进行补水，造成水池缺水，当发生事故，造成水量不足，而无法及时控制火灾，从而造成事故扩大。

（3）消防给水系统管网压力不足，实施灭火作业时，消防水枪的充实

水柱达不到灭火需求，从而无法实施有效灭火救援。

（4）消火栓的配备数量不满足规范要求，或消火栓的布置间距达不到规范要求，不能满足同一平面的两支消防水枪的两股充实水柱到达同一场地，无法保证及时灭火。

（5）各生产作业场所、办公区、值班室、机柜间、配电室等场所，未按规定配置相应的灭火器材，发生初期火灾时未能及时扑灭，造成火灾扩大。

### 3.6.4 自动控制系统危险性分析

拟建项目生产工艺系统主要通过自动控制系统进行相应的监测、显示、报警等，生产工序中配备有相应的仪表装置，仪表装置的准确性、灵敏性、完好性也是系统能够正常运行的保证。若仪表装置出现故障，则可能引发相应的生产安全事故。因仪表系统引发的生产事故原因分析如下：

（1）若传感仪表线路发生故障，不能及时更换线路，自控系统不能对工艺装置进行及时监控，发生事故时不能及时控制，可能引起事故扩大化。

（2）若传感仪表出现故障，反馈数据不准确，可能引起系统误判，进而引起事故发生。

（3）若报警系统安装后未能及时调试启用，不能起到报警作用，生产过程中发生意外不能及时报警，可能造成巨大损失。

（4）若自动控制系统内存在病毒，可能破坏系统，威胁生产安全。

（5）自动控制系统未设置不间断电源或备用电源，系统停电使仪器、仪表失控造成系统压力、流量波动可能损坏设备、管道而发生事故。

（6）在变送器故障，传送信号失真引起控制器误作，系统波动造成事故。

（7）仪表电缆、电源线路未做穿管保护，因腐蚀、老化破损、磨损而造成短路引起输送系统失控，发生事故。

（8）有震动管路的仪表若未选择防震仪表或采取隔震措施，可能造成

仪表损坏引起输送系统失控，发生事故。

（9）因操作人员误操作系统压力、流量波动可能损坏设备、管道而发生事故。

（10）在 PLC 系统的调试及使用过程中，由于使用移动通讯设施，可能会造成对 PLC 系统的干扰，进而造成 PLC 功能紊乱而出现重大事故。

### 3.7 自然条件对建设项目的影

根据项目所在地自然、地质条件资料，从拟建项目的生产特点和所涉及物料的危险特性，乃至事故危害及影响等因素综合考虑，拟建项目须对地震、山洪、暴雨、雷电、地质等自然条件予以充分的考虑，具体分析如下：

#### 1、地震

根据国家标准化管理委员会《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2024 年版），拟建项目场地对应的地震基本抗震设防烈度为Ⅶ（7）度，属于第三组，地震动反应谱特征周期值为 0.45s。若发生 7 度以上的大地震，则易造成项目场地地质松散，即易造成各种重型的建构筑物、工艺装置、设备、水池等设备设施发生结构损坏，严重时引发坍塌事故。

#### 2、地质条件

根据《攀枝花市直热式绿氢微碳炼铁工艺中试项目岩土工程勘察报告（详勘阶段）》（程度双源地质勘察有限责任公司，2024 年 4 月）可知，拟建项目场地无不良地质作用，属基本稳定场地，适宜进行工程建筑，且场区及附近未发现岩落、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降等影响工程安全性的其他不良地质作用。项目场地整体稳定，正常情况下不会对本项目建设造成影响。但对于边坡、堡坎地带，受雷雨季节的影响，若防护强度达不到要求，长年累月的影响，可能引发坍塌、沉降的风险。

#### 3、雷电

雷电的危害主要体现在雷电电流高热效应、机械效应和雷电波上。雷电电流高热效应会放出几十至上千安的强大电流，并产生大量热能，在雷击点的热量会很高，可导致金属熔化，引发火灾和爆炸事故。雷击电流机械效应致使被雷击物体发生爆炸、扭曲、撕裂等现象导致财产损失和人员伤亡。雷电波的侵入和防雷装置上的高电压对建筑物的反击作用也会引起配电装置或电气线路断路而燃烧导致火灾。

攀枝花市年均雷暴天数为 66.3 天，在雨季期间雷电比较集中，若厂区建筑物及装置、设备未设置防雷接地装置或防雷接地装置损坏，易发生雷电伤害事故；同时，对氢气调压站、氢气输气管道、用氢工艺装置等区域，雷电与泄漏的氢气接触，有发生火灾、爆炸的风险。

#### 4、山洪、暴雨

拟建项目场地地势相对较高，正常情况下，发生山洪、暴雨不会蔓延至车间内，且周边设置有排水沟，可及时对山洪、暴雨进行排泄。但若排水系统发生堵塞，山洪较大，则可能发生山洪漫入车间内，影响正常生产。

### 3.8 建设项目与周边单位生产、经营活动或者居民生活的相互影响分析

#### 1、建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响分析

本项目位于攀枝花钒钛高新技术产业园区，园区有整体规划，布局合理。本项目周边外环境主要为园区相关企业，根据表 2.3-1 可知，本项目主要建筑物、装置与周边企业建筑物之间的防火间距满足《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）的相关规定，因此，正常情况下，当本项目发生火灾事故，不会对周边外环境造成安全影响。但本项目外环境涉及到边坡、山林地带，红线外存在较多的林木，若本项目发生火灾，可能造成周边林木、杂草发生火灾，从而引发山火，并危及到周边生产企业。

#### 2、周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目的影

本项目场地周边 200m 范围内不涉及到生产、储存易燃、易爆、有毒的危险化学品的企业，周边企业建构筑物与本项目的建构筑物、装置的防火间距满足规范要求，正常情况下不会对本项目产生安全隐患。本项目相对西南侧的欣宇化工（距离欣宇化工液氯罐区的直线距离约 665m）地势较低，若欣宇化工发生大量氯气泄漏，可能会蔓延到本项目厂区内，从而对从业人员产生中毒的危害。

### 3.9 施工过程中危险性分析

拟建项目施工过程中涉及到建构筑物、基坑开挖、设备基础及设备本体的安装、管道安装等施工内容，施工内容较多，施工作业现场复杂，施工过程中不安全因素较多，安全风险较大，易引发施工安全事故。具体分析如下：

#### （1）起重伤害

拟建项目施工过程中，涉及建筑材料、构建、设备、管道的吊装，需使用移动式起重设备进行吊运，因此，在吊运过程中可能存在以下危险：

1）起重设备选择型号过小，起重的设备超过起重机的额定起重量，易造成起重机械损坏，并波及到作业人员受到伤害。

2）若作业人员操作失误，吊运的设备掉到正在施工作业区域可能造成较为严重的伤害事故。

3）若起重操作人员在吊装物件时站在重物的正下方，若设备或材料未系牢或者吊绳断裂，设备或材料在吊装过程中脱落，会造成人员伤亡。

4）吊运时无相应的指挥人员，或指挥人员无证操作，易引发起重伤害事故。

5）起重车站车位置选择不当，站车不稳，造成起重机重心存在偏移现象，可能造成起重机发生倾覆事故。

#### （2）物体打击

拟建项目施工中涉及高空作业时，高处施工平台、脚手架上放置的工器

具、施工材料等放置不规范、乱丢、乱放被人踢下或工具未拿紧或用力过猛而滑落，下方有人员或车辆经过时，易造成物体打击；进行相应脚手架搭设、模板支护、混凝土浇筑时，下方未设置遮挡、安全通道、安全警示标志，下方经过的人员易引发物体打击伤害。

### （3）机械伤害

施工现场设备的运转部位如果没有防护网罩，或防护栏杆等可能导致使用、维护人员受到机械伤害。施工现场会使用到大量的机械设备，在操作过程中，若违章操作，则易发生机械伤害事故。

### （4）车辆伤害

拟建项目施工过程中，需使用较多的运输车辆进行材料和设备的运输，若运输道路宽度、转弯半径、缓坡段长度等不够，坡度太大，司机违反规程驾驶、装载量和装卸不符合安全规程、车辆的照明、安全装置不完好等因素，就易引起物体倒塌、下落、撞击、挤压等事故，发生车辆伤害。雨天运输过程中，路面比较湿滑，若操作不当，易造成车辆倾翻事故。在土方开挖外运施工阶段容易发生车辆伤害事故，施工作业区进入外部园区道路时，未进行仔细观察或观察不到位，便直接驶入外部园区道路，若存在外部车辆经过时，易发生车辆碰撞事故，从而引发次生的人身伤害事故。

在氢气管道管沟开挖及氢气管道敷设施工作业时，需占用部分园区道路，在施工作业区域，未设置相应的安全指示标识和围挡，未配备专人负责交通引导，社会车辆在园区道路上行驶时，可能驶入施工作业区，从而引发车辆伤害事故。

### （5）高处坠落

拟建项目施工过程中，高处作业场所较多，在高处平台、脚手架等部位作业时，未系安全带或者安全带未系牢，作业人员掉落会引发高处坠落，易造成人身伤亡事故。

## （6）触电伤害

施工过程中设备运转都需要临时搭建各种临时配电装置、电气线路，施工作业现场开阔，使用临时用电的点位较多，在施工过程中，带电设备施工时，无监护措施、带电作业施工时未使用绝缘用品或者绝缘损坏失去绝缘性能等均可能发生触电事故。用电设备设施未进行防雷接地或防雷接地损坏，易发生触电伤害；配电箱未设置跳闸开关或一闸多机，使用大功率设备时，易发生触电伤害；临时用电搭设由作业现场潮湿或因下雨影响，更易引发触电。

## （7）火灾

拟建项目施工作业期间，施工作业点涉及动火作业，包括焊接、切割等，动火作业前，若未按要求办理动火作业许可证，违规动火作业，可引发火灾事故；施工作业环境存在易燃可燃物，未及时清理，火花飞溅到易燃可燃物上，引发火灾事故；施工过程中需要使用氧气、乙炔进行焊接、切割，若氧、乙炔放置不规范，氧气、乙炔发生泄漏也易引发火灾事故；施工现场的临时电线等，若没有安装防漏电等装置或没有按照要求设置线路，也可能引起火灾事故的发生。

拟建项目涉及到设备、管道的现场防腐保护，防腐采用油漆，油漆属于易燃可燃物质，遇到火源会引发火灾事故。

## （8）坍塌

为便于项目建设，部分作业区域涉及到基坑的开挖，同时敷设氢气管道会涉及管沟的开挖。基坑、管沟存在一定的高度，若基坑、管沟开挖过程中，未按照施工方案的要求，严格施工作业，则可能造成基坑、管沟发生坍塌事故，若有人在基坑、管沟中施工作业，易造成人员发生安全事故。

施工现场涉及到较多的安装材料、设备，若堆放过高，则易发生坍塌事故；施工现场使用的脚手架，若牢固不稳定，易发生坍塌事故；若施工过程中

中，混凝土浇筑质量不符合要求，易引发浇筑物发生坍塌事故。

### （9）中毒和窒息

施工作业过程中，会涉及到部分设备内部的焊接、切割作业，属于有限空间作业，在有限空间作业时，未进行通风置换、未对内部氧含量、可燃气体含量或有毒有害气体含量进行检查，长时间在有限空间内部作业，受焊接、切割产生的烟尘影响，可能引发中毒和窒息危害。

### （10）灼烫

施工作业过程中，涉及到动火作业，焊接、切割作业中产生的火花喷溅到作业人员身上，可引发高温灼烫事故。

### （11）其他伤害

每天施工作业进行完，未将现场的杂物清理，可能造成职工摔跤绊倒等伤害。

## 3.10 检维修过程中的风险分析

### 1、设备设施检修过程中危险性分析

（1）设备设施检修时，设备内的有毒有害物料未进行清洗干净或置换不彻底，生产方和检修方若未严格执行交接手续，不能确保检修安全，容易发生火灾、爆炸、中毒和窒息事故。

（2）检修前若未制定安全检修方案或未按检修方案执行，可能发生检修事故。

（3）检修时未进行置换分析，凭经验动火，容易发生火灾、爆炸和人员中毒事故。

（4）检修过程中，若未在适当位置放置消防器材，发生事故时不能及时扑救，使事故扩大。

（5）检修过程中，由于高处施工，脚手架、防护栏等设施不全，或由于检修人员安全带、安全绳等安全防护用品佩戴不全，可能发生高处坠落事

故。另外邻边、孔洞、梯道无防护栏和盖板等作业人员安全确认不够。

(6) 检修完毕后，若未对检修场所进行清扫，容易发生检修工具遗留在现场或设备内，可能造成事故。

(7) 检修过程可能会使用起重机械，若起重的物料超过起重设备的规定起重重量，易造成起重设备负重损坏或造成钢绳拉断、重物坠落、操作人员伤害。若操作人员操作失误易造成钢绳绞死，引起设备损坏，造成起重伤害。若起重人员在吊装物料时站在重物的正下方，若物料未系牢，在吊装过程中脱落，会造成人员伤亡。若起重设备行程、高度及过负荷限制器失灵，可能损坏设备，甚至发生人员伤害事故。

(8) 大修作业过程、交叉作业多、高处作业多，且多有起重吊装作业、进罐作业等，若不认真检查、动火制度坚持不严、没有严格监护措施，则易发生高空坠落、物体打击、机械伤害、火灾、爆炸、中毒和窒息、触电、起重伤害等危险。

(9) 生产装置检修过程中罐、槽、管道、阀门内等装置内有毒物料未彻底清洗干净，作业人员接触有毒物料而发生中毒事故。

(10) 若检修前生产单位与检修施工单位未进行安全交底，检修中没有设置现场监管人员，导致检修人员盲目作业，发生事故几率大，处置不当会导致事故进一步扩大。

## 2、电气设施检修危险性分析

(1) 电气工作人员若未有特种作业人员上岗证，容易发生供电操作和触电事故，甚至发生错送错停电事故，而引起设备损坏，及电气火灾。

(2) 电气工作人员若未严格执行电气安全操作规程，容易发生电气设备损坏和触电事故。

(3) 电气工作人员工作时，未设置警告牌，或取下、移开和遮盖，容易发生触电事故。

(4) 在进行电气操作时，若未按要求做到两人进行（一人工作一人监护），容易发生触电事故。

(5) 用绝缘棒拉合各种开关，若未戴绝缘手套，容易发生触电事故。

(6) 在因易燃、易爆气体泄漏时紧急停车，若在现场操作非防爆电气，可能发生火灾、爆炸事故。

(7) 低压电工从事高压作业，引发相应的电气伤害事故。

### 3.11 有限空间作业危险性分析

有限空间是指封闭或部分封闭，进出口较为狭窄有限，未被设计为固定工作场所，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足的空间，有限空间作业是指作业人员进入有限空间实施的作业活动。如进入有限空间作业，未按照有关规程有序操作或误操作可能会导致火灾、爆炸、中毒和窒息等伤亡事故发生。其危险有害因素分析如下：

(1) 涉及有限空间的部位在长期使用后，内部结果可能会存在一定的磨损、损坏，则需要对内部进行检修维护处理。在进行有限空间作业过程前，未办理“有限空间作业许可证”，或未进行相应的审批，未对有限空间内部可能存在的危险性进行分析，从而引发有限空间作业事故。

(2) 进入有限空间前，未进行通风置换、未进行空气质量检测，贸然进入有限空间内部，则可能因存在有毒气体物质而引发中毒和窒息；若有限空间内残留有易燃易爆气体物质，出现动火或使用铁制工器具，则可能引发火灾、爆炸事故。

(3) 进入有限空间前对空气质量的检测过早，超过 30min，或未每 2h 对内部空间的空气质量进行一次检测，内部空间内可能会再次残留有毒有害、易燃可燃的气体物质，从而增加了有限空间作业事故的发生。

(4) 在有限空间内进行检修电焊或气焊作业时，未进行及时的通风换气，作业人员大量吸入电焊烟尘可引起中毒和窒息；进行气焊切割时，造成

氧气、乙炔瓶泄漏，可能会在有限空间内形成气体爆炸环境，从而引发火灾、爆炸事故。

(5) 在进行有限空间作业过程中，若直接输入纯氧，则可能造成氧浓度升高引发窒息危害；如有限空间内部氧浓度过高或过低，都会引发中毒、窒息等可能。

(6) 有限空间作业时，在有限空间外未配备监护人或监护人擅自离开，内部发生紧急事故时，不能及时采取相应的安全应对措施，造成有限空间作业事故扩大。

(7) 有限空间作业时，未设置相应的警示标志和警示说明，可增加有限空间作业事故的风险。

### 3.12 爆炸区域划分

氢气调压站内设置的调压撬柜体正常运行时可能出现爆炸性气体混合物，因此，拟建项目将调压撬柜体的防爆等级划分为 1 区；调压撬柜体具有较好的密封性，柜体在正常运行时，外部环境不太可能出现爆炸性气体混合物的环境，即使出现，因外部通风良好，也仅是短时存在爆炸性气体混合物的环境，因此，将调压撬柜体外部水平方向半径为 4.5m、地坪高度 7.5m 范围内的防爆等级划分为 2 区。

氢气缓冲罐为独立设置，紧邻氢气缓冲罐、管道的区域划分为 1 区；氢气缓冲罐为敞开式布置，正常情况下，外部环境不太可能出现爆炸性气体混合物的环境，即使出现，因外部通风良好，也仅是短时存在爆炸性气体混合物的环境，因此，将氢气缓冲罐罐体外部水平方向半径为 4.5m、地坪高度 7.5m 范围内的防爆等级划分为 2 区。

### 3.13 危险化学品重大危险源辨识

#### 1、辨识依据

危险化学品重大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用和经营危

险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

危险化学品应依据其危险特性及其数量进行重大危险源辨识，具体见《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1（危险化学品名称及其临界量表）和表 2（未在表 1 中列举的危险化学品类别及其临界量）。危险化学品的纯物质及其混合物按规定进行分类。危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源。

## 2、危险化学品临界量的确定方法

在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1 范围内的危险化学品，其临界量应按表 1 确定；未在表 1 范围内的危险化学品，应依据其危险性，按表 2 确定其临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，应按其中最低的临界量确定。

## 3、重大危险源辨识指标

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。

单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，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，则定为重大危险源。

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多种品种时，按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源。

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots\dots\dots q_n/Q_n\geq 1$$

式中：

S——辨识指标

$q_1、q_2……q_n$ ——每种危险化学品实际存在量，t

$Q_1、Q_2……Q_n$ ——与各种危险化学品相对应的临界量，t

#### 4、辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，拟建项目涉及危险源辨识的危险化学品为氢，氢气主要存在与工艺管线、氢气缓冲罐等部位，整体按一个生产工艺系统进行辨识，即涉及到一个生产单元。其中，氢气管道包括 DN100（ $\varnothing 108 \times 5$ ）、DN80（ $\varnothing 89 \times 4.5$ ）两种规格，DN100 的管道总长约 1036m，DN80 的管道总长约 48m，则管道的有效总容积为  $8.37\text{m}^3$ ；配套的氢气缓冲罐的容积为  $200\text{m}^3$ 。则整个生产工艺系统涉氢工艺装置的总容积为  $208.37\text{m}^3$ 。氢气的密度为  $0.0899\text{kg/m}^3$ ，则生产过程中生产工艺系统中氢气的最大在线量约为 18.7kg。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）可知，氢气的临界量为 5t，则氢气的在线量与临界量的比值为： $0.0187\text{t}/5\text{t}=0.00374$ ，比值远小于 1，故拟建项目生产单元未构成危险化学品重大危险源，即拟建项目涉及到的危险化学品未构成危险化学品重大危险源。

## 第四章 评价单元划分和评价方法选择

### 4.1 评价单元划分

评价单元就是在危险、有害因素分析上的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将系统分成的有限、确定范围进行评价的单元。划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。

#### 4.1.1 评价单元划分原则

评价单元的划分主要遵循下列原则：

- (1) 以可能造成人员伤害的危险设备、设施及作业场所为对象划分；
- (2) 充分考虑工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统安全的影响。以主要的危险形式为依据，将危险模式、设备、设施、工艺、作业环境等方面存在明显差异的对象划分为不同的危险源；
- (3) 考虑设备、设施在平面、空间布置上的联系；
- (4) 考虑岗位的设置状况。

#### 4.1.2 评价单元划分结果

评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，并根据评价需要可将一个评价单元再划分为若干个子单元。

本次安全综合分析根据项目工艺过程的危险、危害的性质和重点危险因素的分布等情况划分出五个评价单元进行评价，划分如下：

- ① 选址、周边环境及总平面布置单元
- ② 生产工艺系统及装置、设备设施单元
- ③ 公用工程及辅助设施单元
- ④ 特种设备设施单元
- ⑤ 安全管理单元

## ⑥施工单元

### 4.2 评价方法选择

#### 4.2.1 评价方法选择结果

根据项目生产装置特点和生产工艺流程，共划分六个评价单元，结果见表 4.2-1。

表 4.2-1 评价单元划分结果

| 序号 | 评价单元             | 评价方法          |
|----|------------------|---------------|
| 1  | 选址、周边环境及总平面布置单元  | 安全检查表         |
| 2  | 生产工艺系统及装置、设备设施单元 | 预先危险性分析       |
| 3  | 公用工程及辅助设施单元      | 预先危险性分析、事故树分析 |
| 4  | 特种设备设施单元         | 预先危险性分析、事故树分析 |
| 5  | 安全管理单元           | 鱼刺图           |
| 6  | 施工单元             | 预先危险性分析       |

#### 4.2.2 安全评价方法简介

##### 1、安全检查表分析法

安全检查表分析法（Safety Check List，简称 SCL）简便灵活，是安全评价的常规方法，具有简便、实用、有效的特点，常常用于对安全生产管理，对熟知的工艺设计、物料、设备或操作规程进行分析，也可用于新工艺过程的早期阶段，识别和消除在类似系统的多年操作中所发现的危险。这种方法主要是依据国家、地区、行业等相关的标准、法规编制检查表，针对检查内容判断是否、有无，从而找出系统中存在的缺陷、疏漏、隐患、问题，并提出在工程设计、建设或运行过程中应注意的问题。

##### 2、预先危险性分析法

预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）是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

析的系统安全分析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，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。属于定性评价。即：讨论、分析、确定系统存在的危险、有害因素，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，有针对性地提出应采取的安全防范措施。

(1) 预先危险性分析的功能主要有：

- 1) 大体识别与系统有关的主要危险；
- 2) 鉴别产生危险的原因；
- 3) 预测事故发生对人体和系统产生的影响；
- 4) 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：

1) 对分析系统的生产目的、工艺过程以及操作条件和周围环境进行充分的调查了解；

2) 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；

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

分析的结果最终以表格的形式表示。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，见表 4.2-2。

表 4.2-2 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 | 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 |

### 3、事故树分析法

事故树分析又称故障树分析，是一种演绎的系统安全分析方法。它从要分析的特定事故或故障开始，层层分析其发生的原因，一直分析到最基本的原因（基本事件）为止。将故障和各层原因（事件）用布尔逻辑符号连接起来，得到形象、简洁、表达其逻辑关系的逻辑树图形，即事故树，利用布尔代数对故障树化简、计算、可达到对事故进行分析、评价的目的

### 4、鱼刺图分析法

鱼刺图分析属因果分析法，是安全系统工程的重要分析方法之一。因其形状像鱼骨或鱼刺，故称为鱼刺图法。图中将事故结果列在右边，再用一条带箭头的干线指向事故结果。事故的主要原因直接指向干线，相关的次要原因则列在主要原因的两旁。

### 5、危险度评价法

危险度评价法是借鉴日本劳动省安全“六阶段”评价法的部分工作内容，结合我国《石油化工企业设计防火标准》（GB50160-2008，2018 年版）、《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险度评价分类》（HG20660-2017）等技术规范标准，并参照了国内权威单位编制的危险度取值表和工作程序，根据装置单元的介质、容量、温度、压力、操作五方面确定单元危险度。

危险度评价取值见表 4.2-3，危险度分级见表 4.2-4。

表 4.2-3 危险度评价取值表

| 分值<br>项目              | A (10 分)                                     | B(5 分)                                                               | C(2 分)                                                                      | D(0 分)          |
|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 物质(系指单元中危险、有害程度最大之物质) | 甲类可燃气体；<br>甲 <sub>A</sub> 类物质及液态烃类；<br>甲类固体； | 乙类可燃气体；<br>甲 <sub>B</sub> 、乙 <sub>A</sub> 类可燃液体；<br>乙类固体；<br>高度危害介质； | 乙 <sub>B</sub> 、丙 <sub>A</sub> 、丙 <sub>B</sub> 类可燃液体；<br>丙类固体；<br>中、轻度危害介质； | 不属左述 A、B、C 项之物质 |

| 项目 \ 分值 | A (10 分)                                             | B(5 分)                                                                                                                      | C(2 分)                                                                                                        | D(0 分)                                          |
|---------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|         | 极度危害介质；                                              |                                                                                                                             |                                                                                                               |                                                 |
| 容量      | 气体 1000m <sup>3</sup> 以上；<br>液体 100m <sup>3</sup> 以上 | 气体 500~1000m <sup>3</sup> ；<br>液体 50~100m <sup>3</sup> ；                                                                    | 气体 100~500m <sup>3</sup> ；<br>液体 10~50m <sup>3</sup> ；                                                        | 气体<100m <sup>3</sup> ；<br>液体<10m <sup>3</sup> ； |
| 温度      | 1000℃以上使用，其<br>操作温度在燃点以上                             | 1000℃以上使用，但<br>操作温度在燃点以<br>下；<br>在 250~1000℃使用，<br>其操作温度在燃点以<br>上；                                                          | 在 250~1000℃使用，<br>但操作温度在燃点以<br>下；<br>在低于 250℃时使用，<br>操作温度在燃点以上；                                               | 在低于 250℃时<br>使用；<br>操作温度在燃点<br>以下               |
| 压力      | 100 MPa                                              | 20~100 MPa                                                                                                                  | 1~20 MPa                                                                                                      | 1MPa 以下                                         |
| 操作      | 临界放热和特别剧<br>烈的放热反应操<br>作；<br>在爆炸极限范围内<br>或其附近的操作     | 中等放热反应<br>(如烷基化、酯化、加<br>成、氧化、聚合、缩<br>合等反应)操作；<br>系统进入空气<br>或不纯物质，可能<br>发生危险的操作；<br>使用粉状或雾<br>状物质，有可能发生<br>粉尘爆炸的操作；<br>单批次操作 | 轻微放热反应(如加<br>氢、水合、异构化、<br>烷基化、磺化、中和<br>等反应)操作；<br>在精制过程中伴有化<br>学反应单批次操作，<br>但开始使用机械等手<br>段进行程序操作；<br>有一定危险的操作 | 无危险的操作                                          |

表 4.2-4 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  |

## 第五章 定性、定量分析评价

### 5.1 选址、周边环境及总平面布置单元

根据《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《氢气管道工程设计规范》（T/CSPSTC 103-2022）、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）等标准、规范的规定对本项目的选址、周边环境及总体布局进行安全检查评价，见表 5.2-1：

表 5.2-1 选址、周边环境及总平面布局单元安全检查表

| 序号 | 检查项目                                                                                                                            | 检查依据                                        | 检查记录                                                 | 结论 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| 1  | 厂址选择应符合国家的工业布局、城镇（乡）总体规划及土地利用总体规划的要求。                                                                                           | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012)第<br>3.0.1   | 厂址选择位于攀枝花钒钛高新技术产业开发<br>区，符合工业布局及土<br>地利用总体规划的要<br>求。 | 符合 |
| 2  | 原料、燃料或产品运输量（特别）大的工业企业，厂址宜靠近原料、燃料基地或产品主要销售地及协作条件好的地区。                                                                            | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012)第<br>3.0.4   | 原辅料可在攀枝花地区<br>供应，产品可在攀枝花<br>地区销售。                    | 符合 |
| 3  | 厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。                                                       | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第<br>3.0.6  | 园区具有满足生产、生<br>活及发展所必需的水源<br>和电源。                     | 符合 |
| 4  | 厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。                                                                                                    | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第<br>3.0.8  | 根据项目岩土勘察报告<br>可知，场地满足工程地<br>质条件和水文地质条<br>件。          | 符合 |
| 5  | 厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，并应符合下列规定：<br>1) 当厂址不可避免不受洪水、潮水、或内涝威胁的地带时，必须采取防洪、排涝措施；<br>2) 凡受江、河、潮、海洪水、潮水或山洪威胁的工业企业，防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第<br>3.0.12 | 厂址地势相对较高，不<br>会受到洪水、内涝威胁。                            | 符合 |

| 序号 | 检查项目                                                                                                                                                                                              | 检查依据                                    | 检查记录                                                | 结论 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|
|    | 50201 的有关规定。                                                                                                                                                                                      |                                         |                                                     |    |
| 6  | 工业企业总体规划,应符合城乡总体规划和土地利用总体规划的要求。有条件时,规划应与城乡和邻近工业企业在生产、交通运输、动力公用、机修和器材供应、综合利用及生活设施等方面进行协作。                                                                                                          | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第 4.1.2 | 本项目位于攀枝花钒钛高新技术产业开发区,符合城乡总体规划和土地利用总体规划的要求。           | 符合 |
| 7  | 工业企业总体规划,应贯彻节约集约用地的原则,并应严格执行国家规定的土地使用审批程序,应利用荒地、劣地及非耕地,不应占用基本农田。分期建设时,总体规划应正确处理近期和远期的关系,近期应集中布置,远期应预留发展,应分期征地,并应合理有效利用土地。                                                                         | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第 4.1.4 | 本项目使用场地为工业用地,并办理了相应的不动产权证书。                         | 符合 |
| 8  | 总平面布置应节约集约用地,提高土地利用率。布置时并应符合下列要求:<br>1) 在符合生产流程、操作要求和功能的前提下,建筑物、构筑物等设施,应采用联合、集中、多层布置。<br>2) 应按企业规模和功能分区,合理地确定通道宽度。<br>3) 厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整。<br>4) 功能分区内各项设施的布置,应紧凑、合理。                         | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第 5.1.2 | 厂区总平面布置按企业规模和功能分区合理布置,建构筑物整体规整,厂区道路宽度、出入口满足生产和消防要求。 | 符合 |
| 9  | 厂区的通道宽度,应符合下列要求:<br>1) 应符合通道两侧建筑物、构筑物及露天设施对防火、安全与卫生间距的要求。<br>2) 应符合铁路、道路与带式输送机通廊等工业运输线路的布置要求。<br>3) 应符合各种工程管线的布置要求。<br>4) 应符合绿化布置的要求。<br>5) 应符合施工、安装与检修的要求。<br>6) 应符合竖向设计的要求。<br>7) 应符合预留发展用地的要求。 | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第 5.1.4 | 厂区通道宽度按左述要求进行合理设计,厂区道路宽度满足生产和消防要求。                  | 符合 |
| 10 | 总平面布置,应充分利用地形、地势、工程地质及水文地质条件,布置建筑物、构筑物和有关设施,应减少土                                                                                                                                                  | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012) 第       | 总平面布局结合地形、地势、工程地质及水文地质条件合理布置。                       | 符合 |

| 序号 | 检查项目                                                                                                                                          | 检查依据                                      | 检查记录                                              | 结论 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|----|
|    | (石)方工程量和基础工程费用,并应符合下列要求:<br>1)当厂区地形坡度较大时,建筑物、构筑物的长轴宜顺等高线布置;<br>2)应结合地形及竖向设计,为物料采用自流管道及高站台、低货位等设施创造条件。                                         | 5.1.5                                     |                                                   |    |
| 11 | 总平面布置,应合理地组织货流和人流,并应符合下列要求:<br>1)运输线路的布置,应保证物流顺畅、径路短捷、不折返。<br>2)应避免运输繁忙的铁路与道路平面交叉。<br>3)应使人、货分流,应避免运输繁忙的货流与人流交叉; 4)应避免进出厂的主要货流与企业外部交通干线的平面交叉。 | 《工业企业总平面设计规范》<br>(GB50187—2012)第<br>5.1.8 | 总平面布置能够合理地组织货流和人流,厂区形成环形车道,人流、货流出入口分开布局,不会出现交叉通行。 | 符合 |
| 12 | 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。                                                                                            | 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.1.2             | 工业企业厂址不属于自然疫源地。                                   | 符合 |
| 13 | 工业企业选址宜避开可能产生或存在危害健康的场所和设施,如垃圾填埋场、污水处理厂、气体输送管道,以及水、土壤可能已被原工业企业污染的地区。                                                                          | 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 第<br>5.1.3 条      | 厂址避开了可能产生或存在危害健康的场所和设施。                           | 符合 |
| 14 | 向大气排放有害物质的工业企业应设在地夏季最小频率风向被保护对象的上风侧,并应符合国家规定的卫生防护距离要求,以避免与周边地区产生相互影响。                                                                         | 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 第<br>5.1.4 条      | 厂址与周边外环境满足国家规定的卫生防护距离要求。                          | 符合 |
| 15 | 工业企业厂区总平面布置应明确功能分区,可分为生产区、非生产区、辅助生产区。其工程用地应根据卫生要求,结合工业企业性质、规模、生产流程、交通运输、场地自然条件、技术经济条件等合理布局。                                                   | 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.2.1.1           | 厂区总平面布置功能分区明确,分成生产区、非生产区、辅助生产区,布置合理。              | 符合 |
| 16 | 工业企业总平面,包括建(构)筑物现状,拟建建筑物位置、道路、卫生防护、绿化等内容,必须满足职业卫生评价要求                                                                                         | 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010) 5.2.1.2           | 厂区总平面布置满足职业卫生评价要求。                                | 符合 |

| 序号 | 检查项目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 检查依据                                 | 检查记录                                           | 结论 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|----|
| 17 | 工业企业的总平面布置，在满足主体工程需要的前提下，宜将可能产生严重职业性有害因素的设施远离产生一般职业性有害因素的其他设施，应将车间按有无危害、危害的类型及其危害浓度（强度）分开；在产生职业性有害因素的车间与其他车间及生活区之间宜设一定的卫生防护绿化带。                                                                                                                                                                                                                                                   | 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）5.2.1.5       | 对产生高噪声的空压机房独立设置，并位于厂区边缘；厂区生产车间与办公生活区设置有防护绿化带。  | 符合 |
| 18 | 氢气站、供氢站、氢气罐与建筑物、构筑物的防火间距，不应小于表 3.0.2 的规定。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 《氢气站设计规范》（GB50177-2005）3.0.2         | 拟建项目氢气调压站与建筑物、构筑物的防火间距满足规范要求。                  | 符合 |
| 19 | 氢气站、供氢站、氢气罐与铁路、道路的防火间距，不应小于表 3.0.3 的规定。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 《氢气站设计规范》（GB50177-2005）3.0.3         | 拟建项目氢气调压站与周边铁路、道路的防火间距满足规范要求。                  | 符合 |
| 20 | 线路选线应遵守 GB50251 的相关规定，并应满足项目相关专项评价报告中的要求。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 《输气管道工程设计规范》（T/CSPSTC 103-2022）6.1.1 | 拟建项目输氢管道按 GB50251 的相关规定选线。                     | 符合 |
| 21 | 线路的选择应符合下列要求：<br>1）线路走向应根据工程建设目的和气源、市场分布，结合沿线城镇、交通、水利、矿产资源和环境敏感区的现状与规划，以及沿途地区的地形、地质、水文、气象、地震等自然条件，通过综合分析和多方案技术经济比较，确定线路总体走向。<br>2）线路宜避开环境敏感区，当路由受限需要通过环境敏感区时，应征得其主管部门同意并采取保护措施。<br>3）大中型穿(跨)越工程和压气站位置的选择，应符合线路总体走向。局部线路走向应根据大中型穿(跨)越工程和压气站的位置进行调整。<br>4）线路应避开军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海(河)港码头等区域。<br>5）与公路并行的管道路由宜在公路用地界 3m 以外，与铁路并行的管道路由宜在铁路用地界 3m 以外，如地形受限或其他条件限制的局部地段不满足要求时，应征得道路管理部门 | 《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）4.1.1      | 拟建项目输氢管道路线路选择按左述相关要求进行选择，路线与左述相关设施的安全距离符合规范要求。 | 符合 |

| 序号 | 检查项目                                                                                                                                                                                                         | 检查依据                                        | 检查记录                | 结论 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|----|
|    | 的同意。<br>6) 线路宜避开城乡规划区,当受条件限制,需要在城乡规划区通过时, 应征得城乡规划主管部门的同意, 并采取安全保护措施。<br>7) 石方地段的管线路由爆破挖沟时, 应避免对公众及周围设施的安全造成影响。<br>8) 线路宜避开高压直流换流站接地极、变电站等强干扰区域。<br>9) 埋地管道与建(构)筑物的间距应满足施工和运行管理需求, 且管道中心线与建(构)筑物的最小距离不应小于 5m。 |                                             |                     |    |
| 22 | 除本规范另有规定外, 厂房之间及与乙、丙、丁、戊类仓库、民用建筑等的防火间距不应小于表 3.4.1 的规定, 与甲类仓库的防火间距应符合规范第 3.5.1 条的规定。                                                                                                                          | 《建筑设计防火规范》<br>(GB50016-2014, 2018 年版) 3.4.1 | 厂区建筑物之间的防火间距满足规范要求。 | 符合 |

评价小结: 采用安全检查表法对本项目选址、周边环境及总平面布置单元进行符合性评价, 共检查了 22 项, 从检查结果可知, 能够满足《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)、《氢气站设计规范》(GB50177-2005)、《氢气管道工程设计规范》(T/CSPSTC 103-2022)、《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 等规范、标准的相关规定。

## 5.2 生产工艺系统及装置、设备设施单元

运用预先危险性分析法对本项目生产工艺系统及装置单元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, 并将分析结果填入预先危险性分析表中。具体分析如下表:

表 5.2-1 生产工艺系统及装置、设备设施单元预先危险性分析表

| 序号 | 潜在危害因素  | 触发事件                                                                                                                                                                                                                                                                     | 事故后果      | 危险等级  | 预防措施                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 火灾、其他爆炸 | <p>1、涉氢工艺装置、设备设施故障或损坏引发氢气泄漏，在局部空间形成爆炸性混合物，遇到火源、静电等引发火灾、爆炸事故。</p> <p>2、涉氢工艺装置、设备设施未按要求设置防雷、防静电接地设施，氢气泄漏时可引发火灾、爆炸事故。</p> <p>3、防爆区域电气设备未按要求设置防爆电气，氢气泄漏遇到电火花可能火灾、爆炸事故。</p> <p>4、机械设备使用的机械油、润滑油等管理、使用不当，遇到火源引发火灾事故。</p> <p>5、生产区电气设备线路的短路、运行超负荷、接点接触电阻过大、线路老化等，均可能引发火灾事故。</p> | 人员伤亡、系统破坏 | III 级 | <p>1、对涉氢工艺装置、设备可能发生氢气泄漏的区域设置固定式可燃气体报警检测仪，并加强设备设施的维护管理，防止发生跑、冒、滴、漏现象。</p> <p>2、对防爆区域内的电气设备均设置为相应防爆等级的电气设备。</p> <p>3、对厂区建筑物、电气设备设施按要求设置防雷、防静电接地设施。</p> <p>4、对涉及可燃物质的区域加强火源管理，严禁烟火。</p> <p>5、加强通风，防止可燃气体聚积。</p> <p>6、对电气设备设施、电气线路加强维护、管理，配置安全防护装置。</p> <p>7、配置相应的安全警示标志、严禁烟火。</p> |
| 2  | 中毒和窒息   | <p>1、氮气、压缩空气在局部空间大量泄漏，人员接触引发窒息。</p> <p>2、进入有限空间作业时，违规操作，引发中毒和窒息。</p>                                                                                                                                                                                                     | 人员受伤      | II 级  | <p>1、加强作业区通风设计。</p> <p>2、有限空间作业严格按照规定执行。</p>                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3  | 容器爆炸    | <p>1、压力容器发生超压运行。</p> <p>2、容器配套的安全附件（安全阀、压力表等）故障或失效，从而加大了容器发生爆炸的几率。</p> <p>3、压力容器本身质量存在焊接质量缺陷（裂纹、未焊透、未熔合、气孔等），长时间运行，未及时检测而引发容器爆炸</p>                                                                                                                                      | 人员伤亡      | III 级 | <p>1、制定压力容器工艺操作规程，严格执行，并对容器参数实时监测。</p> <p>2、配套的安全附件定期委托有资质的机构进行检定、校验。</p> <p>3、压力容器从有资质的制造企业采购，并具有质量合格证明文件和相关无损检测报告。</p>                                                                                                                                                       |
| 4  | 机械伤害    | 1、设备缺陷、设备维护修理不及时，带“病”操作；突出的机械部分、毛坯及工具设备边缘毛刺或锋利处碰划伤。                                                                                                                                                                                                                      | 人员受伤      | II 级  | 1、机器设备要定期检查、检修，保证其完好状态。                                                                                                                                                                                                                                                        |

| 序号 | 潜在危害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                 | 事故后果 | 危险等级  | 预防措施                                                                                                                                                                           |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        | 2、旋转、往复、滑动设备转动部位无防护措施撞击伤人。<br>3、工作时注意力不集中，或劳保穿戴不整齐。<br>4、违规操作遭受机械伤害。<br>5、操作人员在生产检查、维修设备时，不注意撞到锐利东西而被碰、割、戳、碾、挤等。                                                                                     |      |       | 2、设备转动部分设置防护罩（如滚筒、皮带、联轴器等部位）。<br>3、消除机械突出部位，或设置相应的防护措施和警示标志。<br>4、正确穿戴好劳动防护用品。<br>5、作业过程中严格遵守操作规程。<br>6、禁止运转状态下检修维护动设备。<br>7、加强培训提高安全意识。                                       |
| 5  | 灼烫     | 作业人员不小心触碰到高温设备、物料引发灼烫。                                                                                                                                                                               | 人员受伤 | II 级  | 1、加强对高温设备、高温物料的防护隔离，避免直接接触。<br>2、设置相应的安全警示标志。<br>3、为从业人员配备符合要求的个体防护用品。                                                                                                         |
| 6  | 触电     | 1、用电线路自然老化，绝缘层损坏、绝缘能力下降导致设备漏电。<br>2、安全距离不够（如电力线路、配电设备、用电设备及检修的安全距离）。<br>3、手及人体其它部位、随身金属物品触及带电体，或因空气潮湿，安全距离不够，造成电击穿。<br>4、电气设备金属外壳接地不良。<br>5、电工违章作业或非电工违章操作。<br>6、非持证人员操作电气设备、电线。<br>7、配电装置未设置漏电保护装置。 | 人员伤亡 | III 级 | 1、加强电气线路的日常巡检，及时更换破损电线，并采取相应防腐措施。<br>2、加强电气线路的绝缘保护。<br>3、做好作业前的检查工作并严格按照规程作业。<br>4、对电气作业必须做到持证上岗，并配备绝缘工器具和防护用品。<br>5、所有带电设备均进行防雷接地设计。<br>6、所有配电装置均设置漏电保护装置。<br>7、设置相应的防触电警示标志。 |
| 7  | 高处坠落   | 1、进行高处作业，未使用安全带。<br>2、安全带失效，作业人员身体状况不佳等。<br>3、未穿防滑鞋或防护用品穿戴不当造成滑跌坠落；高处作                                                                                                                               | 人员受伤 | II 级  | 1、需要登高的平台、爬梯设置防滑踏板。<br>2、穿戴好劳保用品，人员必须在身体健康状态下登高作业，必须严格执行“十不登高”。                                                                                                                |

| 序号 | 潜在危害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                   | 事故后果 | 危险等级 | 预防措施                                                                                                                             |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        | 业站位不当、脚下湿滑。<br>4、梯子无防滑措施，或强度不够、固定不牢。<br>5、高处作业临边无栏及栏高不符合要求；高处行道、管线架桥及护栏等锈蚀，或强度不够造成坠落。<br>6、在大风、暴雨、雷电等条件下登高作业，不慎跌落。<br>7、违反“十不登高”规定。                                    |      |      | 3、登高作业人员必须正确系好安全带。<br>4、六级以上大风、暴雨、雷电、霜冻、大雾、积雪等恶劣气候条件下严禁高处作业。<br>5、在高处作业顶设防护栏杆；临边、洞口要做到“有洞必有盖，有边必有栏”。<br>6、安全带、栏杆、护墙、平台要定期检查确保完好。 |
| 8  | 物体打击   | 1、高处有未被固定的物体被碰撞或风吹等坠落。<br>2、工具、器具等上下抛掷。<br>3、物体弹击或挤压。                                                                                                                  | 人员受伤 | II 级 | 1、避免从高处作业区和其它危险区域进出和停留。<br>2、高处需要的物件必须合理摆放并固定牢靠。<br>3、加强对员工的安全意识教育，杜绝“三违”。<br>4、作业人员、进入现场的其他人员都应佩戴安全帽。                           |
| 9  | 车辆伤害   | 1、厂区道路未设置限速标志，转弯区域未设置反光镜，驾驶人员行使过快。<br>2、道旁管线、管架桥无防撞设施和标志。<br>3、装卸场未安排专人指挥，避让措施不当，或违章指挥、操作造成人员的挤伤、撞伤。<br>4、车辆未定时进行保养，带“病”行驶，或车辆存在故障维修不及时，仍继续使用。<br>5、路面不好（如路面有陷坑、障碍物等）。 | 人员受伤 | II 级 | 1、设置限速、限高、防撞等警示标志。<br>2、装卸作业区进出车辆指派人员指挥。<br>3、厂区道路画好行车标识线和指示标志。<br>4、做好车辆维护，严禁带“病”作业。<br>5、保持路面状态良好，出现坑洼地段，及时修复。                 |
| 10 | 淹溺     | 1、循环水池、消防水池等水设施未设置防护栏杆。<br>2、水池位置明显处未设置警示标志。<br>3、检修、维护过程中不小心掉进水池内。                                                                                                    | 人员受伤 | II 级 | 1、对水池周围设置防护栏杆。<br>2、在水池位置明显位置设立安全警示标志。<br>3、检修、维护前，加强安全教育。                                                                       |

评价小结：本项目生产工艺系统及装置单元存在的潜在危害因素包括：火灾、其他爆炸、中毒和窒息、容器爆炸、灼烫、机械伤害、触电、高处坠落、物体打击、车辆伤害、坍塌、淹溺等，其中，火灾、其他爆炸、容器爆炸、触电的危险等级为 III 级；中毒和窒息、高处坠落、灼烫、机械伤害、物体打击、车辆伤害、坍塌、淹溺的危险等级为 II 级。

### 5.3 公用工程及辅助设施单元

#### 5.3.1 供配电系统子单元

##### 1、供配电系统子单元预先危险性分析

供配电系统子单元预先危险性分析评价见表 5.3-1：

表 5.3-1 供配电系统子单元预先危险性分析表

| 序号 | 危险有害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                    | 事故后果       | 危险等级  | 防范措施                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 触电     | 1、电气装置的绝缘或外壳损坏。<br>2、漏电保护失效。<br>3、电气设备（装置）的安全净距、防护等级不符合规范要求。<br>4、电气工作不使用或使用不合格的绝缘工具，工作前不验电。<br>5、移动使用的配电箱、板及所用导线不符合要求，未使用漏电保护器，不戴绝缘手套。<br>6、乱接不符合要求的临时线。<br>7、在潮湿工作地点、金属容器内工作不使用安全电压，不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人等。 | 人员伤亡       | III 级 | 1、设备外壳进行接地或接零。<br>2、电气、设备要有良的绝缘和机械强度。<br>3、电气设备（装置）的安全净距、防护等级符合规范要求。<br>4、安装漏电保护器，性能良好。<br>5、移动使用的配电箱、板应采用完整的、带保护线的多股铜芯橡皮护套软电缆或护套软线做电源线，同时应装设漏电保护器。<br>6、临时用电应经主管部门审核批准，专人管理。<br>7、在金属容器、潮湿工作场所要使用安全电压，穿戴防护用品等。 |
| 2  | 电气火灾   | 1、电气设备故障，超载运行，使电气设备过流引发火灾。<br>2、电气设备、电缆不合格。<br>3、雷击、静电引起火灾。                                                                                                                                             | 人员受伤、设备、损坏 | II 级  | 1、对电气设备定期检查、检修，及时排除故障，防止过载、过流。<br>2、选用符合标准的电缆，并设置电缆保护装置，电缆远离可燃物质，电缆预留孔洞用防火材料封堵。                                                                                                                                 |

| 序号 | 危险有害因素 | 触发事件                                           | 事故后果 | 危险等级 | 防范措施                                                                 |
|----|--------|------------------------------------------------|------|------|----------------------------------------------------------------------|
|    |        | 4、违章作业引起火灾。<br>5.在易燃易爆危险场所使用非防爆电器，电器火花引气火灾爆炸等。 |      |      | 3、设置避雷装置，设置防静电装置。<br>4、提高操作技能，加强安全教育。<br>5、在易燃易爆场所使用合格的防爆电气等。        |
| 3  | 雷电危害   | 建构筑物、电气线路等未设置防雷装置。                             | 人身伤害 | II 级 | 1、设置安全有效的防雷设施。<br>2、设置可靠的接地系统，采取等电位联结。<br>3、主要人行通道设置绝缘层，按规定定期检测避雷系统。 |

评价小结：供配电系统子单元主要存在的危险因素包括触电、火灾、雷电危害，其中，触电的危险等级为 III 级，火灾、雷电的危险等级为 II 级。

## 2、触电事故树分析

拟建项目电气设备设施、电气装置较多，触电伤害事故也是项目在作业过程中较常见的易发事故，为了解触电伤害事故发生的原因，进而提出防范措施，对触电事故进行事故树分析。

### （1）触电伤害事故树

触电伤害事故树分析见图表 5.3-1:

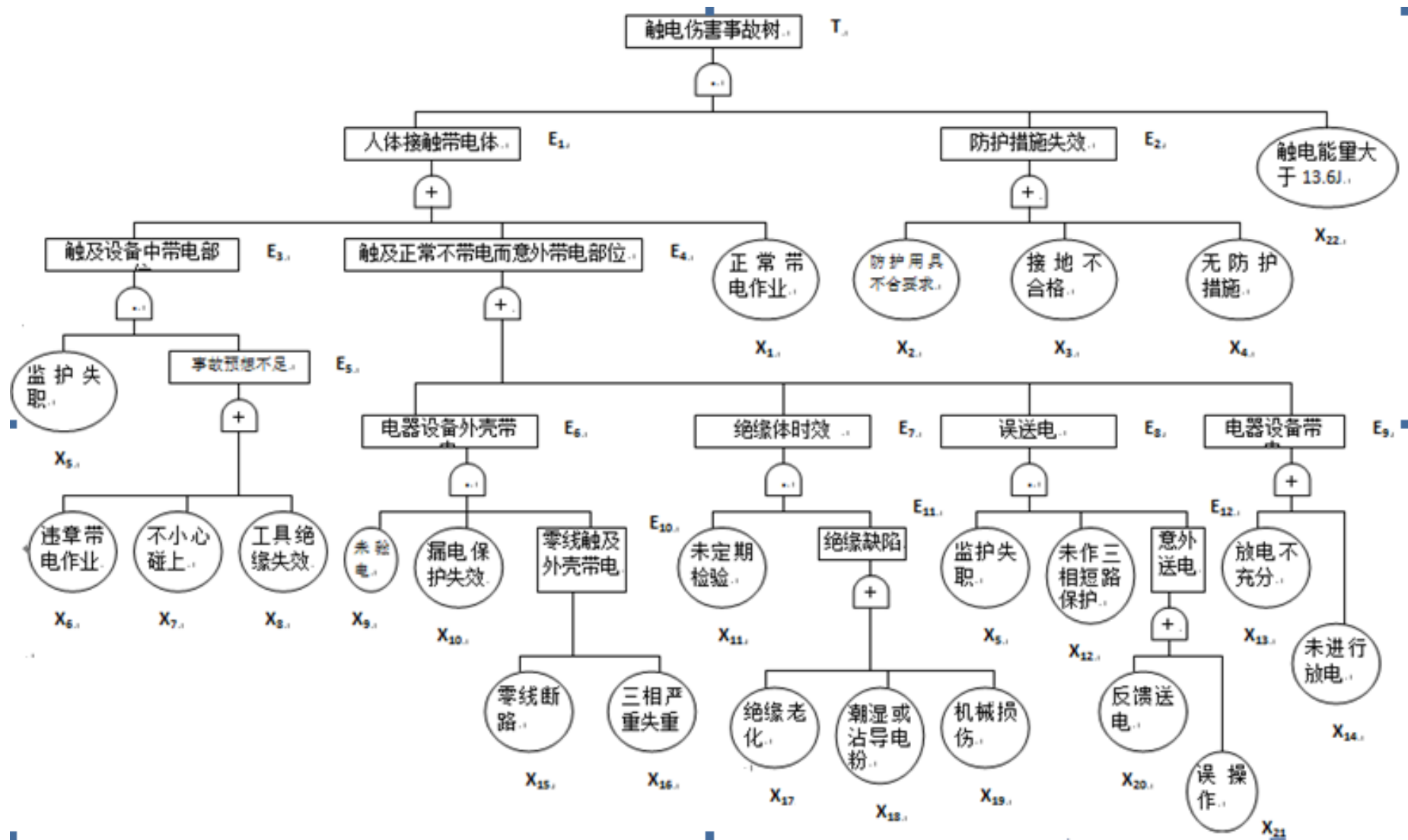


图 5.3-1 触电伤害事故树分析图

## (2) 求最小割集

触电伤害事故树由 22 个基本事件构成, 根据图 5.3-1 触电伤害事故树的分析, 我们可以得到触电伤害事故的结构函数式为:

$$T = X_1 X_2 X_{22} + X_1 X_3 X_{22} + X_1 X_4 X_{22} + X_2 X_{13} X_{22} + X_2 X_{14} X_{22} + X_3 X_{14} X_{22} + X_3 X_{14} X_{22} + X_4 X_{13} X_{22} + X_4 X_{14} X_{22} + X_2 X_5 X_6 X_{22} + X_2 X_5 X_7 X_{22} + X_2 X_5 X_8 X_{22} + X_2 X_{11} X_{17} X_{22} + X_2 X_{11} X_{18} X_{22} + X_3 X_5 X_6 X_{22} + X_3 X_5 X_7 X_{22} + X_3 X_5 X_8 X_{22} + X_3 X_{11} X_{17} X_{22} + X_3 X_{11} X_{18} X_{22} + X_3 X_{11} X_{19} X_{22} + X_4 X_5 X_6 X_{22} + X_4 X_5 X_7 X_{22} + X_4 X_5 X_8 X_{22} + X_4 X_{11} X_{17} X_{22} + X_4 X_{11} X_{18} X_{22} + X_4 X_{11} X_{19} X_{22} + X_2 X_5 X_{12} X_{15} X_{22} + X_2 X_5 X_{21} X_{22} + X_2 X_9 X_{10} X_{15} X_{22} + X_2 X_9 X_{10} X_{16} X_{22} + X_3 X_5 X_{12} X_{15} X_{22} + X_3 X_5 X_{12} X_{21} X_{22} + X_3 X_9 X_{10} X_{15} X_{22} + X_3 X_9 X_{10} X_{16} X_{22} + X_4 X_9 X_{10} X_{15} X_{22} + X_4 X_9 X_{10} X_{16} X_{22} + X_4 X_5 X_{12} X_{15} X_{22} + X_4 X_5 X_{12} X_{21} X_{22}$$

触电伤害有 39 个最小割集, 其中三阶割集 9 个, 四阶割集 18 个, 五阶割集 12 个:

$$\begin{aligned} K_1 &= \{X_1, X_2, X_{22}\} & K_2 &= \{X_1, X_3, X_{22}\} & K_3 &= \{X_1, X_4, X_{22}\} \\ K_4 &= \{X_2, X_{13}, X_{22}\} & K_5 &= \{X_2, X_{14}, X_{22}\} & K_6 &= \{X_3, X_{13}, X_{22}\} \\ K_7 &= \{X_3, X_{14}, X_{22}\} & K_8 &= \{X_4, X_{13}, X_{22}\} & K_9 &= \{X_4, X_{14}, X_{22}\} \\ K_{10} &= \{X_2, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{11} &= \{X_2, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{12} &= \{X_2, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{13} &= \{X_2, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{14} &= \{X_2, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{15} &= \{X_2, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{16} &= \{X_3, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{17} &= \{X_3, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{18} &= \{X_3, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{19} &= \{X_3, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{20} &= \{X_3, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{21} &= \{X_3, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{22} &= \{X_4, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{23} &= \{X_4, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{24} &= \{X_4, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{25} &= \{X_4, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{26} &= \{X_4, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{27} &= \{X_4, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{28} &= \{X_2, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} & K_{29} &= \{X_2, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\} \end{aligned}$$

$$K_{30}=\{X_2, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{31}=\{X_2, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{32}=\{X_3, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{33}=\{X_3, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$$

$$K_{34}=\{X_3, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{35}=\{X_3, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{36}=\{X_4, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{37}=\{X_4, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{38}=\{X_4, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{39}=\{X_4, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$$

### (3) 结构重要度分析

根据以上分析结果，运用结构重要度近似方法，得出各种基本事件的结构重要度的排列顺序如下：

$$I_{\varphi(22)} > I_{\varphi(1)} = I_{\varphi(13)} = I_{\varphi(14)} > I_{\varphi(6)} = I_{\varphi(7)} = I_{\varphi(8)} > I_{\varphi(11)} > I_{\varphi(17)} = I_{\varphi(18)} = I_{\varphi(19)} \\ > I_{\varphi(5)} > I_{\varphi(9)} = I_{\varphi(10)} > I_{\varphi(15)} = I_{\varphi(16)} > I_{\varphi(12)} > I_{\varphi(15)} = I_{\varphi(20)} = I_{\varphi(21)} > I_{\varphi(2)} = I_{\varphi(3)} \\ = I_{\varphi(4)}$$

根据以上结果分析，触电能量（X22）是造成电伤害的首要危险因素。因此，控制触电能量小于 13.6J 是防止电伤害的首要条件。

### (4) 事故控制途径分析

由触电伤害事故树的最小割集分析可以看出，所有割集中均有基本事件触电能量大于 13.6J（X<sub>1</sub>），这说明该基本事件是造成电伤害的首要危险因素，这同时说明，在运行、检修中，只要把触电能量控制在 13.6J 以下，便可达到防止触电伤害的目的。因此，在设计中厂用电气、接地系统应严格按照相关规程、规范要求设计，各种电器设备应做到良好的绝缘、接地。

在日常运行、维护、检修过程中，应严格执行安全规程，加强监护，防止误操作，对正常带电部位做到良好的隔离，加强各种防护措施，对电器设备的绝缘定期进行检测，发现绝缘缺陷，应及时修补；同时加强从业人员的安全知识培训，提高安全意识。

## 5.3.2 消防系统子单元

消防系统子单元预先危险性分析评价见表 5.3-2：

表 5.3-2 消防系统子单元预先危险性分析表

| 序号 | 危险因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 事故后果 | 危险等级  | 防范措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 火灾扩大 | 1、未根据项目实际情况设置完善的消防供水设施、消防灭火设施等。<br>2、消防水池无消防水，或水量不足，或未能及时补水。<br>2、消防泵损坏或扬程不够，消防泵功率偏低，导致管网压力不够。<br>3、消防泵供电出现故障，发生火灾时不能及时供水。<br>4、火灾自动报警系统故障，不报警或误报警。<br>5、通信系统不畅，作业现场未设置消防电话。<br>6、移动式灭火器不足或失效，或配备的灭火器与现场火灾种类不匹配。<br>7、消防通道堵塞，消防车道宽度、高度、转弯半径、坡度等不满足消防车通行要求。<br>8、电气设备电缆未使用阻燃电缆，电缆桥架中未敷设缆式线型感温探测器；电缆穿墙孔洞未采用不燃材料进行封堵。 | 人员伤亡 | III 级 | 1、按规范要求并结合项目实际情况设置齐备、可靠的消防供水设施、消防灭火设施。<br>2、根据厂区最大建筑体积明确消防设施的最小设计流量，并计算一次性消防用水量，配套满足一次性消防用水量的消防水池，消防水池设置完善的补水管网，消防水池设置高、低液位报警，并传入有人值班的场所。<br>3、消防水泵需与管网需求的压力相匹配，并设置备用泵，进、出水管均不少于 2 路。<br>4、正确装设监测、报警系统；定期检查监测、报警系统的可靠性能；坚持对检测、报警系统的日常维护，确保其完好。<br>5、优化配置通信系统；定期检查通信系统的可靠性能；强化对通信系统的日常维护，确保信息畅通。<br>6、火灾危险场所应有足够数量的消防器材，消防器材与火灾种类相匹配；每天检查消防设施和器材的完好有效性。<br>7、消防车道宽度、高度、转弯半径、坡度等按规范设置，消防车道要保持畅通。<br>8、电缆使用合格的阻燃电缆，电缆穿孔处都用不燃材料封堵。 |

评价小结：消防系统子单元主要产生的危险因素为造成火灾扩大，即当项目所配置的消防设施不完善或配置的消防设施不满足规范和使用要求，可导致火灾扩大，并造成更大的损失。根据对消防系统子单元进行预先危险性分析，其造成火灾扩大的危险等级为 III 级。

## 5.4 特种设备设施单元

本项目涉及到的特种设备主要包括压力容器、压力管道，现采用预先危险性分析法对所涉及特种设备设施单位进行安全评价，具体如下：

### 5.4.1 特种设备预先危险性分析

特种设备设施单元预先危险性分析情况如下表：

表 5.5-1 特种设备设施单元预先危险性分析表

| 潜在事故 1                                                                                                                                       | 压力容器爆炸事故                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 危险因素                                                                                                                                         | 压力容器超压、容器材料结构疲劳、焊接缺陷、安全附件失效等。                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 危险程度                                                                                                                                         | 危险的                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 事故后果                                                                                                                                         | 人员伤亡、设施损坏                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 危险等级                                                                                                                                         | III                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 事故原因：<br>1、制造、安装缺陷。<br>2、违章操作超压超温运行。<br>3、储存介质种类与容器材料不相匹配，对容器材料产生蚀损。<br>4、频繁的交变载荷导致材料或结构疲劳。<br>5、装卸、使用中野蛮操作，导致罐体受损。<br>6、安全阀等安全附件失灵、损坏或操作不当。 | 安全对策措施：<br>1、为了防止压力容器爆破事故的发生，应严格执行《压力容器安全技术监察规程》以及其他有关规定。<br>2、严格按照规定进行制造及安装质量监督检验。<br>3、压力容器上使用的压力表，应列为计量强制检验表计，按规定周期进行强检。<br>4、结合压力容器定期检验或检修，每两个检验周期至少进行一次耐压试验。<br>5、严格执行操作规程，杜绝违章作业。<br>6、定期对压力容器进行内外部检验，消除隐患。<br>7、加强对压力容器运行状态的巡查，定期维修。<br>8、严格执行压力容器、气瓶等的安全监察规程，定期由监督部门监督检验。<br>9、安全附件定期校验。 |
| 潜在事故 2                                                                                                                                       | 压力管道爆炸事故                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 危险因素                                                                                                                                         | 压力管道超压、内外部腐蚀、外力撞击、焊接缺陷等                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 危险程度                                                                                                                                         | 临界的                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 事故后果                                                                                                                                         | 人员伤亡、设施损坏                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 危险等级                                                                                                                                         | II                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 事故原因：<br>1、控制系统故障引起压力管道超压。<br>2、压力管道存在材质、腐蚀、疲劳、焊接或安装的问题。<br>3、撞击造成压力管道破裂。<br>4、超温、超压造成破裂。<br>5、安全阀等安全附件失灵、损坏或操作不当。<br>6、未按操作规程进行操作。          | 安全对策措施：<br>1、严格按照规定进行制造、安装，质量验收合格。<br>2、严格执行操作规范，杜绝违章作业。<br>3、对安全附件作运行巡查及检修，消除其隐患，保证其完好。安全附件定期校验。<br>4、压力管道、泵、阀、管线等设备及其配套仪表要选合格产品，并把好安装质量关。<br>5、压力管道及有关设施在投产前按规范进行试压并对设备、管线、泵、阀、仪表等要定期检查、保养、维修，保                                                                                                |

|  |                                                    |
|--|----------------------------------------------------|
|  | 持完好状态。<br>6、安全设施要齐全完好，严格执行压力管道的安全监察规程，定期由质检部门监督检查。 |
|--|----------------------------------------------------|

评价小结：根据采用预先危险性分析法对本项目特种设备设施单元主要潜在的事故进行分析评价，其中，容器爆炸的危险性为 III 级，压力管道爆炸的危险性均为 II 级。

5.4.2 压力容器爆炸事故树分析

(1) 压力容器爆炸事故树分析图如下：

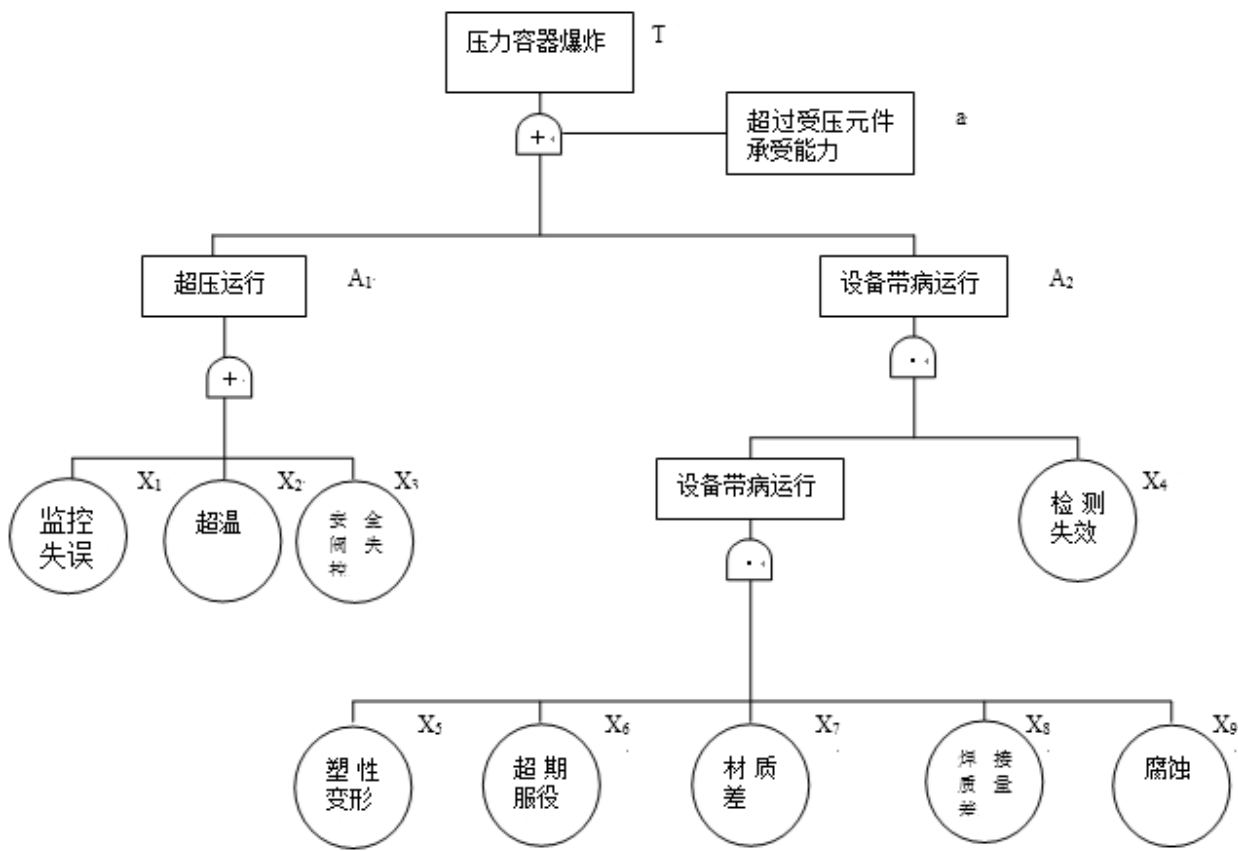


图 5.4-1 压力容器爆炸事故树分析图

(2) 最小割集计算

该事故树的结构函数为：

$$\begin{aligned} T &= (A_1 + A_2)a \\ &= \{ (X_1 + X_2 + X_3) + (X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9) X_4 \} a \\ &= \{ X_1 + X_2 + X_3 + X_4 X_5 + X_4 X_6 + X_4 X_7 + X_4 X_8 + X_4 X_9 \} a \end{aligned}$$

所以最小割集分别为：

$K_1=\{X_1a\}$ ,  $K_2=\{X_2a\}$ ,  $K_3=\{X_3a\}$ ,  $K_4=\{X_4, X_5a\}$ ,  $K_5=\{X_4, X_6a\}$ ,  $K_6=\{X_4, X_7a\}$ ,  $K_7=\{X_4, X_8a\}$ ,  $K_8=\{X_4, X_9a\}$

### (3) 最小割集结构重要度分析

根据结构重要度“四原则”进行分析：

$I_\Phi(a)$  最大；

$I_\Phi(1)=I_\Phi(2)=I_\Phi(3)$ ,  $I_\Phi(5)=I_\Phi(6)=I_\Phi(7)=I_\Phi(8)=I_\Phi(9)$

最小割集有八个

基本事件的结构重要度排序为： $I_\Phi(a) > I_\Phi(4) > I_\Phi(1)=I_\Phi(2)=I_\Phi(3) > I_\Phi(5)=I_\Phi(6)=I_\Phi(7)=I_\Phi(8)=I_\Phi(9)$

### (4) 求最小径集

$T=(A_1'A_2')a'$

$=\{(X_1'X_2'X_3')(X_5'X_6'X_7'X_8'X_9')+X_4'\}a'$

$=X_1'X_2'X_3'X_5'X_6'X_7'X_8'X_9'a'+X_4'a'$

由此可得 2 个最小径集：

$P_1=X_1'X_2'X_3'X_5'X_6'X_7'X_8'X_9'a'$ ,  $P_2=X_4'a'$

### (5) 最小径集结构重要度排列

基本事件的结构重要度排列如下：

$I_{\Phi'}(a) > I_{\Phi'}(4) > I_{\Phi'}(1)=I_{\Phi'}(2)=I_{\Phi'}(3) > I_{\Phi'}(5)=I_{\Phi'}(6)=I_{\Phi'}(7)=I_{\Phi'}(8)=I_{\Phi'}(9)$

### (6) 评价结果

表 5.4-2 事故树分析评价结构汇总表

| 名称     | 最小割集 | 最小径集 | 重要基础事件 |
|--------|------|------|--------|
| 压力容器爆炸 | 8    | 2    | 2      |

### (7) 评价小结

根据压力容器爆炸事故树分析评价结果可以看出：

（1）压力容器爆炸事故树最小割集有 8 个，最小径集有 2 个。在爆炸事故中“超过受压元件的承受能力”这一条件结构重要度最大，其次是检测失效。因此，为防止该事故发生，首先必须要求设备的压力安全系数符合要求，工作压力始终控制在受压元件能承受的压力之内；其次定期检验检测，确定压力容器始终处于完好状态。

（2）最小割集数目标示了系统的危险性，8 个最小割集表明 8 个危险性存在；最小径集有两个，即预防事故有两个途径。

1) 提高作业人员的安全素质和责任心，不断提高他们的专业水平，按照特种作业的规定和要求，进行安全培训、考核，做到精心操作，严格控制操作压力。

2) 压力容器长期使用会出现一些缺陷，如裂缝、腐蚀、金属疲劳等。因此，必须定期检查、检测，及时发现缺陷并消除缺陷，确保安全运行。

3) 为消除压力容器的事故隐患，必须加强安全管理，有针对性的采取各种安全技术措施。

## 5.5 安全管理单元

安全管理是企业管理的一个重要组成部分，它是为实现安全目标而进行的有关决策、计划、组织和控制等方面的活动；通过安全管理原理、方法和手段，分析和研究各种不安全因素，从技术上、组织上和管理上采取有力的措施，解决和消除各种不安全因素，防止事故的发生。采用因果（鱼刺）图分析法对本项目安全管理单元进行评价：

（1）因果分析图（鱼刺图）是由原因和结果两部分组成。评价人员从人的不安行为（安全管理、设计者、操作者）和物质条件构成的不安全状态两大因素中从大到小，从粗到细，由表及里深入分析，得出因果分析鱼刺图。

（2）因果分析

造成安全管理缺陷从而引发事故（结果）有 7 大因素（原因），包括：

- 1) 生产经营者素质低下
- 2) 安全管理机构、人员不健全或不符合要求
- 3) 未建立健全管理制度和安全规程
- 4) 安全教育、培训、考核不符合要求
- 5) 安全监督与检查不到位
- 6) 未制定事故应急救援预案
- 7) 安全设施不符合要求，安全投入不足

第一阶段的上述 7 大因素（原因）又是第二阶段的结果，导致这些结果又有其原因。以“生产经营者素质低下”为例进一步进行分析。

导致“生产经营者素质低下”（结果）有 6 个因素（原因），它们是：

- 1) 国家安全生产方针与安全生产劳动保护政策不落实
- 2) 违背科学生产规律决策、指挥
- 3) 缺乏专业技术知识
- 4) 安全生产能力不足
- 5) 法制观念差，未依法生产经营
- 6) 安全意识薄弱，重经济效益，轻安全生产

其它类推，此不复述。因果分析鱼刺图见下图：

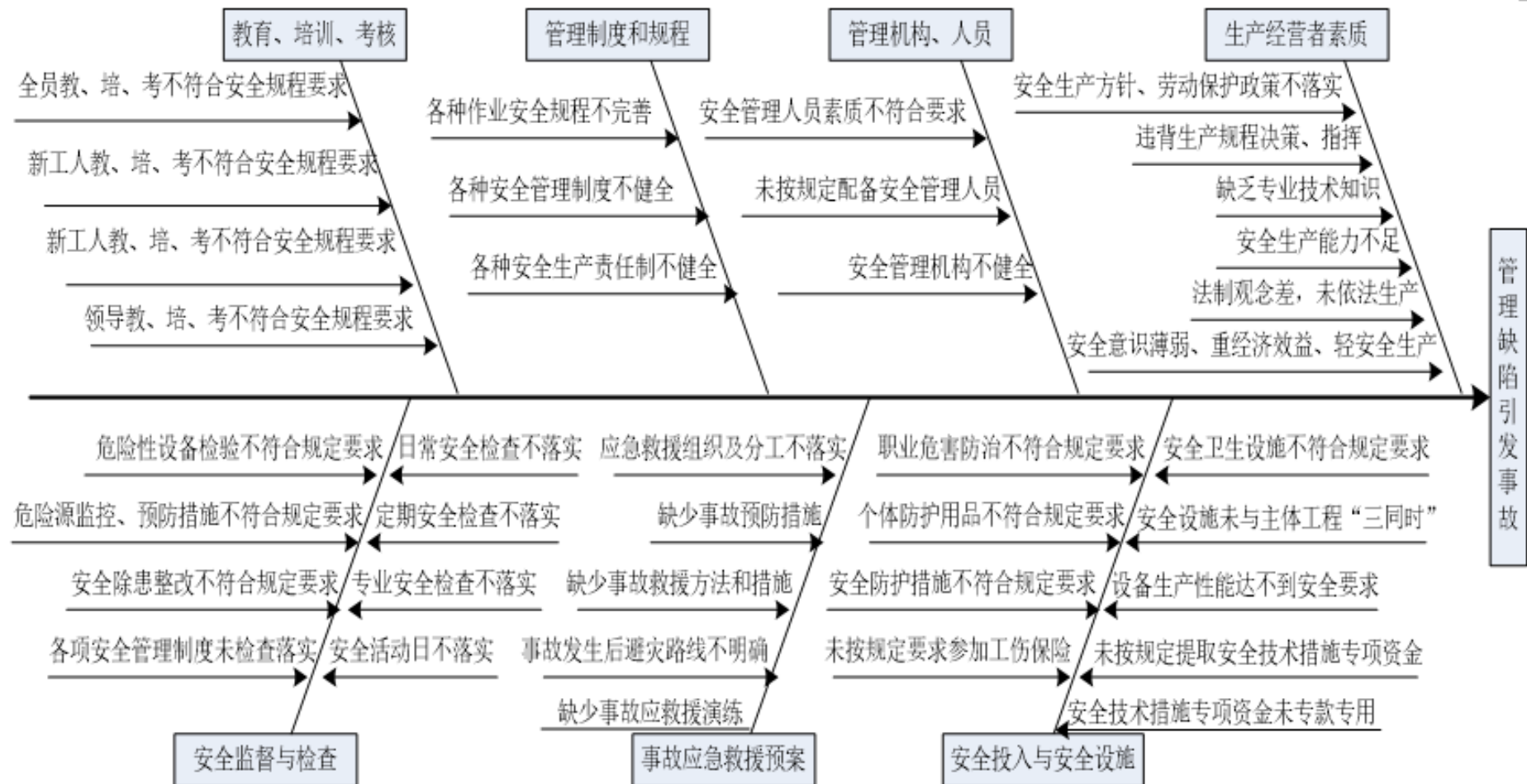


图 5.5-1 安全管理缺陷因果分析图

## 5.6 施工单元

运用预先危险性分析法对本项目施工单元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，并将分析结果填入预先危险性分析表中，具体如下：

表 5.6-1 施工单元预先危险性分析表

| 潜在事故 | 危险因素                  | 触发事件                                                                                                                                                                          | 事故后果        | 危险等级 | 防范措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 触电   | 临时用电现场的电气装置、配电线路、用电设备 | 1、临时用电线路私拉乱接，电气线路绝缘损坏、老化，设备漏电。<br>2、临时配电箱设置不合理。<br>3、临时配电箱保护接地、接零不当。<br>4、场地潮湿或存在积水，无遮雨设施。<br>5、电气设备金属外壳接地不良。<br>6、手持电动工具类别选择不当，疏于管理。<br>6、防护用品和工具质量缺陷或使用不当。<br>7、一闸多机，存在误送电。 | 人员伤亡、引发二次事故 | Ⅲ级   | 1、电气绝缘等级要与使用电压、环境动作条件相符，并定期检查、检测、维护、维修、保持完好状态。<br>2、采用遮拦、护罩、箱匣等防护措施，防止人体接触带电体。<br>3、严禁私拉乱接。<br>4、临时配电设施做好防雷接地。<br>5、电焊机绝缘完好、接线不裸露，定期检测漏电，电焊作业者穿戴防护用品，注意夏季防触电，有监护和应急措施。<br>7、根据作业场所特点正确选择Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类手持电动工具，确保安全可靠，并根据要求严格执行安全操作规程。<br>8、对防雷措施进行定期检查、检测，保持完好、可靠状态。<br>9、按制度对强电线路加强管理、巡查、检修。<br>10、严格执行“一机一闸”要求。 |
| 火灾   | 可燃材料、电气火灾、违规动火        | 1、施工作业区域存在易燃易爆可燃物，动火作业前未进行清理，易引发火灾。<br>2、施工临时用电使用的电气线路短路、过载，引发电气火灾。<br>3、施工作业中使用的氧、乙炔泄漏，违规操作、放置气瓶引起气体泄漏，从而引发火灾事故。<br>4、防腐使用的油漆，违规存放、违规使用，引发火灾。                                | 人员伤亡，设备损坏   | Ⅱ级   | 1、施工前，办理动火作业证，经审批后执行。<br>2、施工期间，清除作业区易燃易爆可燃物，配备一定的灭火器材，同时，配备监护人，全程监护。<br>3、施工作业期间，加强对电气线路的检查、巡查，有损坏及时更换；严禁超负荷使用电气设备。<br>4、氧、乙炔气瓶按规定放置，保持安全距离，严禁摔、撞击。<br>5、油漆单独区域储存，使用过程中有专人负责监护。                                                                                                                         |

| 潜在事故 | 危险因素              | 触发事件                                                                                                                                          | 事故后果      | 危险等级  | 防范措施                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                   | 灾。                                                                                                                                            |           |       |                                                                                                                                                                                                                                      |
| 起重伤害 | 移动式起重机            | 1、起重车站车位置选址不当，造成车辆倾翻。<br>2、起重机司机与指挥人员配合不当，造成重物撞击到其他设施或人。<br>3、超过起重机的额定起重量而引发起重机吊臂断裂、吊物脱落。<br>4、钢丝绳、卡扣等吊具损坏，造成重物掉落。<br>5、起重机幅度过大，造成起重机发生倾翻。    | 人员受伤，设备损坏 | II 级  | 1、起重车站车位置需选择中地质坚固且满足结构材料吊卸位置。<br>2、起重机司机、指挥人员需持证上岗。<br>3、严禁超载吊装建筑材料。<br>4、定期对吊具进行维护、检修，确保安全使用。<br>5、根据起重机的起重量，合理选择吊车幅度。                                                                                                              |
| 机械伤害 | 施工作业区的传动、转动机械设备   | 1、转动设备转动部位无防护措施。<br>2、在施工作业时，不注意而被机械设备碰、割、戳、碾、挤等。<br>3、衣物等被绞入转动设备。<br>4、旋转、往复、滑动物体撞击伤人。<br>5、作业人员违章作业。<br>6、联系确认不够。                           | 人员受伤      | II 级  | 1、工作时注意力要集中，要注意观察。<br>2、正确穿戴好劳动防护用品。<br>3、作业过程中严格遵守操作规程。<br>4、设备转动部分设置防护罩（如外露轴等）。<br>5、危险运动部位的周围应设置防护栅栏。<br>6、机器设备要定期检查、检修，保证其完好状态。                                                                                                  |
| 高处坠落 | 超过 2m 的施工平台、临边、孔洞 | 1、在进行高处作业，未使用安全带。<br>2、安全带失效，作业人员身体状况不佳等。<br>3、高处作业站位不当、湿滑。<br>4、高处行道、管线架桥及护栏等锈蚀，或强度不够。<br>5、梯子无防滑措施，或强度不够、固定不牢。<br>6、高处作业有洞无盖、临边无栏以及栏高不符合要求。 | 人员伤亡      | III 级 | 1、登高作业必须严格执行“十不登高”。<br>2、登高作业人员必须穿戴防滑鞋，系好安全带。<br>3、事先搭设脚手架等安全设施。<br>4、在屋顶、管道等高处作业顶设防护栏杆、安全网。<br>5、上下层交叉作业顶搭设严密牢固之中间隔板、罩棚作隔离。<br>6、临边、洞口要做到“有洞必有盖”、“有边必有栏”以防坠落。<br>7、安全带安全网、栏杆、护墙、平台要定期检查确保完好。<br>8、六级以上大风、暴雨、雷电、大雾等恶劣气候条件下尽可能避免高处作业。 |

| 潜在事故 | 危险有害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                                                                | 事故后果      | 危险等级  | 防范措施                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                     |           |       | 9、加强对登高作业人员的安全教育、培训、考核工作。<br>10、坚决杜绝登高作业中的“三违”。                                                                                                                                                                                                            |
| 物体打击 | 交叉施工作业 | 1、物体从高处平台坠落。<br>2、作业时用力不当，工具反弹。<br>3、交叉作业时抛掷、上方物体散落。<br>4、未戴安全帽                                                                                                                                                                                     | 人员受伤      | II 级  | 1、加强相关作业者作业安全意识、安全技能的培训，穿戴好劳保用品。<br>2、高处需要的物件必须合理摆放并固定牢靠。<br>3、施工现场设置安全警示标志。<br>4、平台栏杆需设置踢脚线。                                                                                                                                                              |
| 车辆伤害 | 施工运输车辆 | 1、物料运输过程驾驶车辆不遵守交通规则发生交通事故。<br>2、人员在通过公路中确认不到位发生车辆撞人事故。<br>3、道路坡度、宽度、转弯半径等设计不合规范要求或未按规范设计施工，危险路段标志不清，未能有效提示行人及车辆。<br>4、车辆未定期保养，带“病”使用。<br>5、司机违规行驶，超速、超载、酒后驾车、疲劳驾车、空档滑行等。<br>6、在暴雨、雷电等不适宜驾车的恶劣气候条件下继续行驶。<br>7、装卸材料未安排专人指挥，避让措施不当，或违章指挥、操作造成人员的挤伤、撞伤。 | 人员受伤，车辆损坏 | II 级  | 1、加强交通运输安全培训。<br>2、加强车辆驾驶人员安全责任培训，增强安全意识。<br>3、驾驶车辆过程中必须严格按照交通规则进行。<br>4、在场地区域设置人员通行道路或标识。<br>5、做好车辆的维护、保养。<br>6、加强对驾驶员的安全教育，驾驶机动车按照规定系好安全带。<br>7、将举升系统纳入“一日三检”内容，驾驶人员加强对车辆的检查，杜绝事故的发生。<br>8、司机按照《道路交通安全法》和操作规程驾驶车辆。<br>9、车上人员互相提醒时刻监督司机，防止疲劳驾驶，杜绝酒后驾驶机动车。 |
| 坍塌   | 施工脚手架  | 1、脚手架安装不牢<br>2、结构件焊接不牢<br>3、基础不牢<br>4、物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造                                                                                                                                                                              | 人员伤亡      | III 级 | 1、加强相关作业者作业安全意识、安全技能的培训，合格后上岗作业。<br>2、穿戴好劳保用品，加强岗位人员协作联系，做好监护工作。<br>3、脚手架搭设由专人负责，搭设                                                                                                                                                                        |

| 潜在事故  | 危险有害因素 | 触发事件                                                                  | 事故后果 | 危险等级  | 防范措施                                                                                                                    |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------|------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |        | 成的危险。<br>5、基坑、管沟开挖未从上至下开挖，开挖后基坑、管沟未采取防护措施，受车辆、雨水等因素影响，发生基坑、管沟垮塌。      |      |       | 脚手架人员需持证上岗。<br>4、基坑开挖后，采取模板进行支护，基坑区域严禁有重型车辆进入。管沟开挖后，做好相应的防护。                                                            |
| 中毒和窒息 | 有限空间作业 | 在有限空间作业时，未进行通风置换、未对内部空气质量进行检查，长时间在有限空间内部作业，受焊接、切割产生的烟尘影响，可能引发中毒和窒息危害。 | 人员伤亡 | III 级 | 1、进入有限空间作业前，应进行通风换气，同时，焊接、切割作业时，自然通风不能满足要求，应设置机械通风设施。<br>2、配置有限空间作业监护人，监护人不得离开现场。<br>3、定期对有限空间内部进行空气质量检测，发现异常，及时采取应对措施。 |
| 灼烫    | 焊接切割火花 | 焊接切割时，作业人员操作失误，切割火焰烧伤作业人员；焊接、切割作业人员未采用有效的防护，焊接、切割产生的火花飞溅到作业人员皮肤上引发灼烫。 | 人员受伤 | II 级  | 1、加强人员培训，焊接切割人员由持证人员作业，无证人员严禁从事焊接、切割。<br>2、焊接、切割作业配备专门的防飞溅劳保防护用品，如防护镜、防护手套、防护面罩等。<br>3、焊接、切割时，设置防护隔离板，以防止火花飞溅。          |

评价小结：通过采用预先危险性分析法对施工单元进行评价，施工单元存在的主要危险有害因素为：触电、火灾、起重伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、坍塌、中毒和窒息、灼烫等。其中，触电、高处坠落、坍塌、中毒和窒息的危险等级为 III 级；火灾、起重伤害、机械伤害、物体打击、车辆伤害、灼烫的危险等级为 II 级。

## 5.7 固有的危险度和风险分析

### 5.7.1 危险化学品的数量、浓度、状态和所在的作业场所及其状况

拟建项目涉及到的危险化学品主要为氢气（危序号 1648），在厂区配套设置有一台氢气缓冲罐，氢气缓冲罐罐体容积  $V=200\text{m}^3$ 。其基本信息情况如下表：

表 5.7-1 危险化学品基本信息情况统计表

| 涉及的危险物质 | 危险性   | 物料质量 (t) | 浓度 (%) | 状态 | 所在的作业场所或设备 | 温度℃    | 压力 MPa |
|---------|-------|----------|--------|----|------------|--------|--------|
| 氢气      | 火灾、爆炸 | 0.01798  | 99.99  | 气态 | 氢气缓冲罐      | -20~60 | 0.05   |

### 5.7.2 作业场所危险化学品的固有危险程度定性评价

采用危险度分析法对危险化学品的固有危险程度进行分析评价，涉及的危险化学品固有的危险程度评价取值按下表要求进行取值，危险度评价取值表见表 5.7-2：

表 5.7-2 评价单元危险度评价表

| 序号 | 评价单元  | 主要介质 |    | 设备容量           |    | 温度     |    | 压力   |    | 操作       |    | 评价结果 |    |
|----|-------|------|----|----------------|----|--------|----|------|----|----------|----|------|----|
|    |       | 名称   | 分值 | m <sup>3</sup> | 分值 | ℃      | 分值 | MPa  | 分值 | 状况       | 分值 | 总分   | 等级 |
| 1  | 氢气缓冲罐 | 氢气   | 10 | 200            | 2  | -20~60 | 0  | 0.05 | 0  | 有一定危险的操作 | 2  | 14   | II |

通过对拟建项目氢气缓冲罐采用危险度评价法进行评价，从评价结果可知，氢气缓冲的危险等级为 II 级，即危险度为中度危险。

### 5.7.3 事故后果模拟分析

氢气属于易燃易爆气体，当氢气发生大量泄漏后，易引发爆炸事故。通过事故模拟分析其发生完全泄漏后引发的爆炸冲击波，具体如下：

#### (1) 参数设置

拟建项目配套设置有一台 200m<sup>3</sup> 的氢气缓冲罐，其储存压力为 0.05Mpa，储存温度为-20~60℃之间，氢气的密度为 0.0899kg/m<sup>3</sup>，其最大储存量为 200m<sup>3</sup>×0.0899kg/m<sup>3</sup>=17.98kg；氢气的燃烧热值为 1.43×10<sup>5</sup>KJ/kg，爆炸效率因子为 3%。

#### (2) 事故模拟结果

采用采用大气环评专业辅助软件系统 EIAProA2008 Ver1.1 对氢气缓冲罐发生全部泄漏发生爆炸时不同距离处的超压进行模拟计算，模拟结果图 5.7-1。

热辐射与冲击波-例1

方案名称: 例1

估算内容: 各种爆炸的冲击波

爆炸事故冲击波

爆炸事故的类型: 蒸气云爆炸

爆炸物质总质量, [ Kg ]: 17.98

爆炸物质蒸气燃烧热, [ KJ/Kg ]: 143000

爆炸物爆炸效率因子, [ % ]: 3

查找效率因子

计算内容: ☒ 不同距离处的超压 ☐ 不同超压处的距离

要求计算的距离值, [ m ]: [10,200]10

刷新结果

TNT当量 = 30.717 Kg

各种损失半径:

死亡半径 = 3.75 m

重伤半径 = 12.37 m

轻伤半径 = 22.19 m

财产损失半径 = 3.07 m

计算不同距离处的超压

| 距离(m) | 超压(KPa) | 对建筑物损害描述          | 对人的损害描述     |
|-------|---------|-------------------|-------------|
| 10    | 64.254  | 墙裂缝(50mm), 屋顶严重开裂 | 心肌断裂、脱臼(严重) |
| 20    | 19.965  | 窗坏, 砖墙小裂缝(0.5mm)  |             |
| 30    | 10.839  | 玻璃全部破碎            |             |
| 40    | 7.205   | 玻璃全部破碎            |             |
| 50    | 5.314   | 玻璃全部破碎            |             |
| 60    | 4.173   | 玻璃全部破碎            |             |
| 70    | 3.418   | 玻璃全部破碎            |             |
| 80    | 2.884   | 玻璃全部破碎            |             |
| 90    | 2.489   | 玻璃全部破碎            |             |
| 100   | 2.186   | 玻璃全部破碎            |             |
| 110   | 1.946   | 玻璃部分破碎            |             |
| 120   | 1.752   | 玻璃部分破碎            |             |
| 130   | 1.592   | 玻璃部分破碎            |             |
| 140   | 1.458   | 玻璃部分破碎            |             |
| 150   | 1.345   | 玻璃部分破碎            |             |
| 160   | 1.247   | 玻璃部分破碎            |             |
| 170   | 1.163   | 玻璃部分破碎            |             |
| 180   | 1.089   | 玻璃部分破碎            |             |
| 190   | 1.023   | 玻璃部分破碎            |             |
| 200   | 0.965   | 玻璃部分破碎            |             |

图 5.7-1 不同距离处的超压模拟结果图

由图 5.6-1 可知, 200m<sup>3</sup>氢气缓冲罐发生全部泄漏引发爆炸的 TNT 当量为 30.717kg, 造成的死亡半径为 3.75m, 重伤半径为 12.37m, 轻伤半径为 22.19m, 财产损失半径为 3.07m。

不同距离处对建筑物及人体的伤害和破坏作用:


 辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司

99

表 5.7-3 爆炸冲击波超压对建筑物及人体的伤害和破坏作用

| 距离 (m)  | 超压           | 对建筑物的损害             | 对人的损害        |
|---------|--------------|---------------------|--------------|
| 10      | 64.254       | 墙裂缝 (50mm)，钢混屋面严重开裂 | 心肌撕裂、脱臼 (严重) |
| 20      | 19.965       | 门窗坏，砖墙小裂缝 (0.5mm)   | ——           |
| 30-100  | 10.893-2.186 | 玻璃全部破碎              | ——           |
| 100-200 | 1.946-0.965  | 玻璃部分破碎              | ——           |

根据由以上模拟分析可知，氢气发生泄漏爆炸的后果是严重的，因此，拟建项目在生产过程中应加强对设备、设施的维护、保养，并采取必要的安全防范措施，确保设备设施密封性良好、运行正常，确保工艺装置的安全风险可控。



## 第六章 安全对策措施

### 6.1 可行性研究报告提出的对策措施

#### 1、自然灾害防范措施

##### (1) 抗震

本项目新增构筑物抗震设防烈度按 7 度进行设防。

##### (2) 防雷接地

本项目设防雷保护装置，接闪器采用避雷针、避雷带或利用建构筑物的钢结构、钢屋架和金属屋面板。保护接地、工作接地、防雷接地共用接地系统，接地电阻不大于  $1\Omega$ 。

##### (3) 防暴雨

本项目室内地坪标高高于室外标高，防止暴雨浸入室内影响生产。

#### 2、防火灾、爆炸措施

(1) 氢气比空气密度小，属于具有爆炸危险的甲类火灾危险介质，建构筑物的耐火等级均不低于二级。对于氢气设施区域，以释放源为中心，半径为 4.5m，地坪之上到顶部距释放源高度为 7.5m 范围内的爆炸危险性分区为 2 区。压力管道的设计符合现行压力管道安全技术监察规程及其他相关规范。

(2) 氮气系统严格执行《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》（GB16912-2008）。

(3) 爆炸危险场所电气设备选用防爆产品。

(4) 按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）要求在回转窑、氢气回收设备、缓冲罐、加压风机、管道及设备法兰口等可能泄漏和积聚可燃气体的场所设立一定数量的可燃气体探测器。探测器 4~20mA 信号接入控制系统之中，报警器设置二段报警：当可燃性气体达到 25%LEL 时，报警系统提供声光报警，提示操作人员及时

前往现场巡检；当可燃性气体达到 50%LEL 时，报警系统在提供声光报警的同时并输出开关量，与相应事故排风机联锁。项目另配置便携式可燃/有毒气体检测报警器 2 台（型号 SQJ-1A）用于操作人员巡回检查或检修时操作环境中的可燃气体浓度的检测。

（5）项目对含氢系统负压、氧浓度超标、回转窑耐火材料磨损、电极磨损、温度场不均匀、物料粘结结圈或堵料、泄漏（串料）等异常工况进行监测并应急处置措施：中试装置安装传感器实时监控，采取相应措施保证含氢系统微正压、氧浓度在安全范围。项目用直热式回转窑耐材采用高强度刚玉浇筑料，比一般耐火砖更耐磨；采用电极可调节结构，电极磨损后可人工调节插入炉内高度；炉内耐火砖设置扬料模块，使得物料得到充分翻抄，不易粘结结圈或堵料；炉内采用多层密封，物料不会泄漏（串料）。

（6）按照《危险化学品输送管道安全管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 79 号修正，2015 年）、《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《氢气使用安全技术规程》（GB4962-2008）等法规标准要求，按照法规标准要求对氢气储存、使用、输送等过程中的设备进行选型，并采取泄漏监测等安全管控措施。

（7）在回转窑、氢气输送管线、加压风机、进料缓冲仓、出料缓冲仓、尾气冷却除尘脱水循环系统、放散系统上，均设置氢气检测仪，实时监控空气中氢气浓度，当氢气泄漏量达到最低燃点的 25%浓度时并声光报警。非应急救援人员需迅速撤离泄露污染区至上风处，并进行隔离，严格限制出入，应急救援人员进入危险区，需戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服，并采取消防水枪掩护。根据现场泄露情况，研究制定堵漏方案，所有堵漏行动必须采取防爆措施，关闭前置阀门，切断泄露源，将漏出气用防爆排风机送至空旷地排放，再对泄露点进行相应堵漏处理，如使用封堵管套、注入式堵漏胶等堵漏方法。

(8) 针对海绵铁容易氧化和自燃的风险, 本项目将反应生产的海绵铁进入密闭产品仓冷却至 50-100℃, 对料仓采用抽真空、氮气置换安全防范措施。冷却后的海绵铁采用输送机带输送至成品堆场, 成品堆场采用自然通风, 并设置鼓风机鼓风, 防止其再氧化和自燃。海绵铁的运输由建设单位具有资质的运输公司进行运输。

(9) 氢气取样采用双阀模式加氮气保护的方式。

(10) 为防止冷却水、冷凝水进入高温系统的安全风险, 项目进入回转窑的氢气含水量要求小于 1%。

### 3、防中毒、窒息措施

为防止有毒或可燃气体泄漏对人员或消防产生危害, 在易泄漏区域设置 1 套固定式检测报警装置。在回转窑、氢气净化等区域设置固定式防爆型气体探测器。气体检测报警控制器(带声光报警)设在控制室内, 现场设置防爆型声光警报器并带显示仪表。

氢气报警下限取爆炸下限的 10%限 0.4%时开启事故排风机。

氢气设施及管道吹扫均采用氮气。在正常情况下, 氢气介质不允许泄漏与放散, 只有在吹扫时或事故情况下, 通过放散管进行高空排放。

### 4、防高处坠落措施

各生产构筑物按需设置便于行走的操作平台、走道板、安全护栏和扶手, 栏杆高度和强度符合国家劳动保护规定。当平台距地面高度小于 2m 时, 设置不低于 900mm 高的栏杆; 当平台距地面高度在 2m~20m 时, 设置不低于 1050mm 高的栏杆; 当平台距地面高度等于或大于 20m 时, 设置不低于 1200mm 高的栏杆。在平台、通道或工作面上可能使用工具、机器部件或物品的场合, 应在所有敞开边缘设置带踢脚板的防护栏杆。踢脚板顶部在平台地面之上高度应不小于 100mm, 其底部距地面应不大于 10mm。回转窑本体及排料系统设有阀门等设备的操作检修平台。

## 5、防机械伤害、物体打击措施

各种机械转动部分的防护设计，均按照现行的《机械安全防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T 8196-2018）的规定进行。

所有外露转动机械部件均设有安全防护罩，在易发生机械伤害的场所设置安全标志。

胶带机的驱动部位、各种滚筒均考虑设安全罩。胶带机通廊、转运站等均有安全防护栏杆。胶带机系统设有紧急停止开关，通廊沿线设有急停按钮，系统启动时有铃声预警。胶带机上设有各种检测及保护装置，使胶带机输送系统运行更安全。

## 6、安全供水措施

给排水各系统采取以下安全供水措施：所有电动泵均由两路 100%备用的电源供电；循环系统设有备用泵，工作泵与备用泵相互连锁，工作泵故障时，备用泵自动投入。

## 7、事故排放

本项目设放散塔，当生产装置紧急事故或停产检修，以及其他情况下需要放散时氢气和尾气，集中到放散系统进行高空排放。

本项目对回转窑、氢气回收设备、缓冲罐、加压风机、管道进行氧分析在线监测，当氧浓度达到爆炸下限 25%LEL 时进行事故排放。

## 8、柴油发电机应急措施

本项目柴油发电机布置在首层，柴油发电机组的金属底座、框架及外壳、传动装置和储油间的油箱保证不小于两点可靠接地。储油间的油箱密闭并设置通向室外的通气管，通气管设置带阻火器的呼吸阀。柴油发电机启动前进行全面检查，柴油发电机启动后，人员与带电物体保持一定的安全距离。柴油发电机房周围禁止堆放杂物和易燃、易爆物品且应按 E 类火灾的规定配置

灭火器，采取机组消声及机房隔声综合治理措施。柴油发电机的运动部件设置防护罩。作业人员应穿戴好劳动防护用品，遵章作业，在发电机运行过程中发现事故征兆应及时停机。柴油发电机定期进行检查和维修，发现隐患及时进行整改，并保留检维修记录。

本项目对于柴油发电机的使用，制定相关应急措施如下：

（1）柴油发电机发生“飞车”现象时，迅速采取措施：切断油路、切断气路，禁止减少或去掉负载，柴油机停机后，立即查找原因，排出故障后，试机运行，一切正常后方可正式使用。

（2）柴油发电机组或油箱发生漏油时，迅速采取措施：立即关闭柴油发电机组，封堵漏油部位，如漏出的油品数量较少，将已漏出的油品用沙土覆盖，待油品被充分吸收后将附有油迹的沙土放至指定的场所进行专业处理。如发生初期火灾用干粉灭火器进行灭火。

## 6.2 补充的安全对策措施

在该项目的可行性研究报告中，提出了一些原则性的防范措施，这对于建成后的安全生产将起到一定的保证作用。针对项目生产过程中的危险、危害因素及评价结果，结合项目的生产工艺特点与国家有关法律、法规、标准、规程，按照经济合理和具有可操作性的原则，有针对性地补充一些安全对策措施，具体如下：

### 6.2.1 总平面布局安全对策措施

在设计中结合安全卫生、交通运输、地形地貌、水文气象等方面的因素，力求布置紧凑，整体协调、美观。本项目总体布局应遵循国家现行有关规范标准的相关要求，在满足工艺生产及运输要求，合理的布局。执行规范、标准主要为《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）、《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018 年版）、《建筑防火通用规范》

（GB55037-2022）等规范的要求。具体要求如下：

1、厂区范围内的建构筑物之间的防火间距，严格执行《氢气站设计规范》（GB50177-2005）、《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018 年版）、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）等有关规范的要求。

2、埋地氢气管道与周边建构筑物的水平距离和垂直距离应不小于下表所规定值：

表 6.2-1 地下输氢管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间水平净距一览表（m）

| 名称            |           | 中压（0.32Mpa）输氢管道 | 备注 |
|---------------|-----------|-----------------|----|
| 建筑物           | 基础        | 1.0             |    |
|               | 外墙（出地面处）  | --              |    |
| 给水管           |           | 0.5             |    |
| 污水、雨水排水管      |           | 1.2             |    |
| 电力<br>电缆      | 直埋        | 0.5             |    |
|               | 在导管内      | 1.0             |    |
| 通信电缆          | 直埋        | 0.5             |    |
|               | 在导管内      | 1.0             |    |
| 其他燃气<br>管道    | DN≤300mm  | 0.4             |    |
|               | DN>300mm  | 0.5             |    |
| 热力管           | 直埋        | 1.0             |    |
|               | 在管沟内（至外壁） | 1.5             |    |
| 电杆（塔）<br>的基础  | ≤35kV     | 1.0             |    |
|               | >35kV     | 2.0             |    |
| 通信照明电杆（至电杆中心） |           | 1.0             |    |
| 铁路路堤坡脚        |           | 5.0             |    |

表 6.2-2 地下输氢管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间垂直净距一览表（m）

| 名称             | 中压（0.32Mpa）输氢管道 | 备注 |
|----------------|-----------------|----|
| 给水、排水、热力（沟）、氧气 | 0.25            |    |
| 压缩空气等不燃气体管道    | 0.15            |    |
| 电力电缆、直埋电信电缆    | 0.5             |    |
| 电缆管、电线沟        | 0.25            |    |
| 排水暗渠           | 0.5             |    |

3、厂区总平面应按功能分区布置，可分为生产区、辅助生产区、公用工程设施区、行政办公及生活区，辅助生产和公用工程设施也可布置在生产装置区内。功能分区布置应符合下列要求：

(1) 各功能区内应布置紧凑、合理并与相邻功能区相协调。

(2) 各功能区之间物流输送、动力供应便捷合理。

(3) 生产装置区宜布置在全年最小频率风向的上风侧，行政办公及生活服务设施区宜布置在全年最小频率风向的下风侧。

4、厂区出入口的位置和数量应符合下列规定：

(1) 出入口的数量不少于 2 个。

(2) 主要人流出入口与主要货流出入口分开设置，并应与外部运输线路连接方便。

5、总平面布置应合理地组织货流和人流，并应符合下列要求：

(1) 运输线路的布置，应保证物流顺畅、径路短捷、不折返。

(2) 应使人、货分流，应避免运输繁忙的货流与人流交叉。

6、厂区道路应根据交通、消防和分区要求合理布置，力求顺通。生产装置区应设环行消防通道，保证消防、急救车辆畅行无阻。厂区道路应符合用于消防车通行的道路宽度，消防车道宽度、高度、坡度、转弯半径应符合《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）相关规定，即车道宽度和高度均不应小于 4.0m、转弯半径不应小于 9m，坡度不应大于 8%，与建构筑物之间不应有障碍物。

7、在满足主体工程需要的前提下，将可能产生严重职业性有害因素的设施远离产生一般职业性有害因素的其他设施，在产生职业性有害因素的车间与其他车间及生活区之间设一定的卫生防护绿化带。

## 6.2.2 生产过程中的安全对策措施

### 1、防火、防爆措施

(1) 有爆炸危险房间的上部空间，应通风良好。顶棚内表面应平整，避免死角。

(2) 有爆炸危险房间的门窗均应向外开启，并宜采用撞击时不产生火花的制作。

(3) 有爆炸危险房间或区域内的电气设施，应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）的规定。

(4) 有爆炸危险环境的电气设施选型，不应低于氢气爆炸混合物的级别、组别（IICT1）。有爆炸危险环境的电气设计和电气设备、线路接地，应按现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）的规定执行。

(5) 有爆炸危险房间的照明应采用防爆灯具，其光源宜采用荧光灯等高效光源。灯具宜装在较低处，并不得装在氢气释放源的正上方。

(6) 在有爆炸危险环境内的电缆及导线敷设，应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》（GB 50217-2018）的规定。敷设导线或电缆用的保护钢管，必须在下列各处做隔离密封：

- 1) 导线或电缆引向电气设备接头部件前。
- 2) 相邻的环境之间

(7) 对本项目可能产生氢气泄漏的场所，按现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》（GB/T50493-2019）的要求，配置相应的可燃气体报警检测仪，设置位置、数量、布置高度等严格执行规范要求。同时，对有可燃气体泄漏的封闭作业场所应设计良好的通风系统。设置区域包括：氢气调压站、氢气缓冲罐、Z1 转运站、Z2 转运站、Z3 转运站、回转窑区域、净化除尘系统区域等。

(8) 对涉及氢气的作业区、工艺装置内设置氧含量在线监测装置，如：在原料受料仓、回转窑等部位，在线监测内部氧的含量，防止氧与氢气接触

形成爆炸性混合物。

(9) 氧化球团受高温作用可产生一氧化碳，因此，在回转窑作业区域还应设置固定式一氧化碳报警检测仪。固定式一氧化碳报警检测仪的设置要求，按照现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》(GB/T50493-2019) 的规定执行。

(9) 有爆炸危险作业区域内，应设氢气检漏报警装置，并应与相应的事故排风机联锁。当空气中氢气浓度达到 0.4% (体积比) 时，事故排风机应能自动开启。

(10) 氢气放散过程中应采取的安全措施：

1) 严格控制工艺参数：在氢气放散过程中，应严格控制温度、压力等工艺参数，防止因参数异常导致氢气泄漏或设备失效。

2) 设置紧急切断系统：在氢气工艺装置中设置紧急切断系统，当系统温度或压力超过设定值时，自动停止放散，防止事故扩大。

3) 加装安全泄放措施：在氢气工艺装置中加装安全阀、爆破片等安全泄放措施，确保在超压情况下能迅速泄压，防止因超压引发严重后果。

4) 加强设备维护：定期对氢气工艺装置进行检查和维护，确保设备处于良好状态。对于易泄漏部位如法兰、接头、阀门等，应加强密封和紧固措施。

5) 安装气体报警器：在氢气放散区域安装气体报警器，实时监测氢气浓度。一旦氢气浓度超过预设值，立即发出报警信号，提醒操作人员采取应对措施。

6) 制定应急预案：针对氢气工艺装置放散过程中可能发生的事故，制定详细的应急预案。明确应急响应流程、救援措施和疏散路线等，确保在事故发生时能够迅速、有效地进行处置。

7) 加强人员培训：对操作人员进行专业培训，使其熟悉氢气工艺装置

的操作规程、安全知识和应急技能。提高操作人员的安全意识和应急处理能力。

(11) 氢气管道各管段应采取的防护措施:

1) 与欣宇化工签订相应的安全管理协议, 并复核欣宇化工供气装置的稳定性, 确保气源的流量、压力稳定, 并满足本项目的设计需求。

2) 埋地、架空敷设的氢气管道, 严格按照《氢气管道工程设计规范》(T/CSPSTC 103-2022)、《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 的要求进行设计和敷设, 配套完善的安全防护设施, 确保管道压力、流量稳定、可靠。

3) 氢气调压撬各连接部位应做好相应的漏气检测(可涂上肥皂液进行检查), 确保不漏气, 并采用氮气进行置换; 确保各连接阀门密封良好。

4) 各管段安装完成后, 各段应分别进行压力试验和密封性试验, 确保管段安全。

(12) 生产工艺系统的防雷, 应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014) 的要求设置防雷、接地设施, 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。

(13) 厂区内的设备、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。

(14) 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, 防静电接地电阻不应大于  $10\Omega$ 。

(15) 建构筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位以及电

缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均实施阻燃封堵。配电室的沟道入口处和公用主电缆沟的分支处设防火墙。在电缆接头两侧电缆 2~3m 区段和该区段并列敷设的其它电缆同一长度上,采用防火涂料或防火包带等措施实施阻止延燃。在防火墙紧靠两侧不少于 1m 区段所有电缆上施加防火涂料、包带或设置挡火板等,防止窜燃、延燃。

(16) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011)第 7.1.5 条规定,电缆敷设的防火封堵,应符合下列规定:

1) 布线系统通过地板、墙壁、屋顶、天花板、隔墙等建筑构件时,其孔隙应按等同建筑构件耐火等级的规定封堵。

2) 电缆敷设采用的导管和槽盒材料,应符合现行国家标准《电气安装用电线槽管系统第 1 部分:通用要求》(GB/T19215.1-2003)、《电气安装用电线槽管系统第 2 部分:特殊要求第 1 节:用于安装在墙上或天花板上的电线槽管系统》(GB/T19215.2-2003)和《电气安装用导管系统第 1 部分:通用要求》(GB/T20041.1-2015)规定的耐燃试验要求,当导管和槽盒内部截面积等于或大于 710mm<sup>2</sup>时,应从内部封堵。

3) 电缆防火封堵的材料,应按耐火等级要求,采用防火胶泥、耐火隔板、填料阻火包或防火帽。

4) 电缆防火封堵的结构,应满足按等效工程条件下标准试验的耐火极限。

## 2、防中毒和窒息措施

(1) 加强作业区通风设计。

(2) 涉及有限空间作业区域严格按照《工贸企业有限空间作业安全规定》(应急管理部令第 13 号,2023 年)的规定执行。

## 3、防触电对策措施

防触电对策措施主要依据《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)、

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）、《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）、《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）等规范、标准的要求设置相应的安全设施，具体如下：

（1）车间配电柜应自带漏电保护器。导电性粉尘等或长期处于潮湿、污秽环境中的电气设备或线路，必须保证可靠的绝缘性能。

（2）用电设备的金属外壳、底座、传动装置、金属电线管、配电盘以及配电装置的金属构件、遮栏和电缆线的金属外包皮等，均应采用保护接地或接零。

（3）设置必要的屏护设施（如开关盒、母线护网、高压设备围栏、变配电设备遮拦等），将带电体与外界隔离，防止人体误入带电间隔。金属屏护装置必须接零或接地，屏护的设置应满足安全要求。

（4）电气设备、设施必须设置醒目的、明确的、准确的、统一的图形标志和文字标志。凡金属材料制造的屏护装置，必须将屏护装置接地或接零。电气设备或线路上应装置必要的保护装置，如过载保护、短路保护、熔断器保护等。有爆炸危险的环境不应装设产生电弧或电火花的熔断器。

（5）根据《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）的规定要求，在发生漏电断电时，会造成事故和重大经济损失的装置和场所（如控制室、配电室等处），安装报警式漏电保护器，实现漏电保护器的分级保护。

（6）电气配电室设置电气作业安全操作规程，电气操作柜、配电箱等部位的操作面一侧铺设绝缘胶片。电气检维修作业过程中，需保持安全距离，严禁人体贴近带电体。

（7）正确选用用电产品的规格型式、容量和保护方式（如过载保护等），不得擅自更改用电产品的结构、原有配置的电气线路以及保护装置的整定值和保护元件的规格等；选择用电产品，应确认其符合产品使用说明书规定的

环境要求和使用条件，并根据产品使用说明书的描述，了解使用时可能出现的危险及需采取的预防措施。

(8) 电气工作人员必须配备必要的电气安全用具和劳动保护用品，高压配电室需配备绝缘工器具，如绝缘棒、绝缘夹钳、绝缘胶鞋等，并定期进行检验，在有效期内正确使用，防止人员触电。

(9) 电气设施操作面铺设绝缘胶垫，配电柜（箱）应做好接地跨接。

(10) 建立健全电气操作安全制度、用电安全规程及岗位责任制，如工作许可制度、工作监护制度、倒合闸操作制度、低压带电操作安全制度、备用电源操作安全制度等。

(11) 车间内供配电设备与其他设备有特定标志符区别。

#### 4、防容器爆炸措施

(1) 本项目压力容器严格按照《压力容器》（GB150.1~150.4-2011）的要求进行设计。

(2) 根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016/XG1-2020）第 141 条的规定，本项目配备的压缩空气储罐等压力容器应按要求装设安全泄放装置。

(3) 根据《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016/XG1-2020）第 146 条规定，本项目所涉及压力容器上只安装一个安全阀，安全阀的开启压力  $P_z$  不应大于压力容器的设计压力  $P$ ，且安全阀的密封试验压力  $P_t$  应大于压力容器的最高工作压力  $P_w$ ，即： $P_z \leq P$ ， $P_t > P_w$ 。

#### 5、防机械伤害对策措施

根据《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-2023）等规范、标准提出相应的对策措施：

(1) 对可动零部件应做好以下防护设施：

1) 对本项目生产设备运行时可能触及并易造成人身伤害的可动零部件

应配置安全卫生防护装置。

2) 运行过程中可能超过极限位置的生产设备或零部件, 应配置可靠的限位装置。

3) 可对零部件所具有的动能或势能可能引起危险时, 应配置防脱、限速、防坠落、防逆转、防碰撞等安全卫生防护装置。

4) 以操作人员的操作位置所在平面为基准, 凡高度在 2m 之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、链轮等外露危险零部件及危险部位, 都必须设置安全防护装置。

(2) 高速旋转零部件必须配置具有足够强度、刚度、形态和尺寸的保护罩, 并应在设计中规定此类零部件的检查周期和更换标准。

(3) 生产设备运行过程中突然中断动力源时, 若运动部位的紧固联接件或被加工物料等有松脱或飞甩的危险, 则应在设计中采取防松脱措施, 配置防护罩或防护网等安全卫生防护装置。

(4) 人员能够触及设备的传动外露部位, 应设置安全防护装置。安全防护装置应符合现行国家标准《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T 8196-2018) 的有关规定。

(5) 输送机械应设置紧急停止装置。紧急停止装置的按钮应每隔 25m~35m 设置, 最大间距不得超过 50m。

## 6、防高处坠落措施

(1) 本项目防高处坠落设计应符合现行国家标准《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分: 钢直梯》(GB 4053.1-2009)、《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分: 钢斜梯》(GB 4053.2-2009)、《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》(GB4053.3-2009) 的有关规定。

(2) 厂区内的楼梯、设备安装或操作平台、地坑、池和孔洞等, 均应设置防错位盖板或不低于 1.05m 高的防护栏杆。楼梯、平台均应采取防滑、

防坠落措施。

(3) 厂内设备及高于 2.0m 及以上的平台、走台、通道、楼梯及其他使工作人员有坠落危险的场所，应设置防护设施。

(4) 对项目中涉及高于 2m 的平台、通道或工作面上可能使用工具、机器部件或物品场合，应在所有敞开边缘设置带踢脚板的防护栏杆。

(5) 当作业区平台、通道及作业场所基准面高度小于 2m 时，防护栏杆高度应不低于 900mm。

(6) 在距基准面高度大于等于 2m 并小于 20m 的时平台、通道及作业场所的防护栏杆高度应不低于 1.05m。

(7) 踢脚板顶部距地面之上高度应不小于 100mm，其底部距地面不大于 10mm。踢脚板宜采用不小于 100mm×2mm 的钢板制造。

## 7、防灼烫措施

(1) 对本项目高温设备及管道应进行绝热，绝热后表面温度不应高于 60℃；表面温度高于 60℃ 的设备和管道，在下列范围内应设防烫伤绝热层，并按国家现行标准《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）的规定设置防烫伤警告标志。

1) 距地面或工作台高度 2.1m 以内。

2) 距操作平台周围 0.75m 以内。

(2) 本项目生产过程中使用高温介质的设备，应在设备附近设置防烫伤警告标志，并宜设隔离设施。

(3) 根据《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》（GB39800.1-2020）的规定，为相应作业岗位人员配备符合要求的防护用品。

## 8、防淹溺对策措施

(1) 对本项目水设施区域，四周设置防护栏杆，防护栏杆的设置要求根据《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》

（GB4053.3-2009）执行。

（2）水设施区域设置“当心淹溺”、“水深危险”等警示标志。

## 9、防车辆伤害对策措施

（1）厂内机动车辆的运输应按现行国家标准《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB 4387-2008）执行。

（2）厂内机动车辆的安全性能应符合现行国家标准《场（厂）内机动车辆安全检验技术要求》（GB/T 16178-2011）的有关规定。

（3）临近机动车道的作业区以及在道路中的路障应加设安全色标、安全标志和防护措施。

（4）车间内的通道应采取人车分流的措施。

（5）厂区内道路的交通标志和标线应按现行国家标准《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》（GB5768.2-2022）的有关规定设置。

（6）厂内机动车辆操作人员需取得特种作业操作资格证，并在证书有效期内作业。

（7）厂区道路设置限速标志，主干道车速不应大于 15m/s，支道不应大于 10m/s，出入口不应大于 5m/s，转弯处设置反光镜，并设置“鸣笛示警”警示标识。

（8）制定机动车辆使用管理制度和安全操作规程，并严格执行。

## 6.2.3 氢气管道应采取的安全对策措施

（1）输氢管道宜采用埋地敷设。

（2）埋地管道覆土层最小厚度应符合下表要求。在不能满足要求的覆土厚度或外载荷过大、外部作业可能危及管道之外，应采取保护措施。

表 6.2-3 管道埋深（m）

| 位置            | 埋深（m） | 备注 |
|---------------|-------|----|
| 农田耕作区         | 1.2   |    |
| 工业区、商业区和规划发展区 | 1.5   |    |

| 位置       | 埋深 (m) | 备注 |
|----------|--------|----|
| 荒地、草地、岩石 | 1.0    |    |
| 林地       | 1.2    |    |
| 沟、渠、塘    | 2.5    |    |
| 路边沟      | 1.0    |    |

(3) 管沟边坡坡度应根据土壤类别、物理力学性质（如黏聚力、内摩擦角、湿度、表观密度等），边坡顶部附近载荷情况和管沟开挖深度综合确定。当无上述土壤的物理力学性质资料时，对土壤构造均匀、无地下水、水文地质条件良好，深度不大于 5m 且不加支撑的管沟，其边坡坡度值可按表 6.2-4 确定。深度超过 5m 的管沟，应根据实际情况采取将边坡放缓、加筑平台或加设支撑的措施。

表 6.2-4 深度在 5m 以内管沟最陡边坡坡度值 (m)

| 土壤类别                 | 最陡边坡坡度值 (高宽比) |         |         |
|----------------------|---------------|---------|---------|
|                      | 坡顶无载荷         | 坡顶有静载荷  | 坡顶有动载荷  |
| 中密的砂土                | 1: 1.0        | 1: 1.25 | 1: 1.5  |
| 中密的碎石类土<br>(充填物为砂土)  | 1: 0.75       | 1: 1.0  | 1: 1.25 |
| 硬塑的粉土                | 1: 0.67       | 1: 0.75 | 1: 1.0  |
| 中密的碎石类土<br>(充填物为黏性土) | 1: 0.5        | 1: 0.67 | 1: 0.75 |
| 硬塑的粉质黏土              | 1: 0.33       | 1: 0.5  | 1: 0.67 |
| 老黄土                  | 1: 0.1        | 1: 0.25 | 1: 0.33 |
| 软土 (经井点降水)           | 1: 1.0        | --      | --      |
| 硬质岩                  | 1: 0          | 1: 0    | 1: 0    |

(4) 氢气管道的管材应采用无缝钢管。氢气管道的阀门，宜采用球阀、截止阀。

(5) 氢气管道的连接，应采用焊接。但与设备、阀门的连接，可采用法兰或锥管螺纹连接。螺纹连接处，应采用聚四氟乙烯薄膜作为填料。

(6) 氢气放空管，应设阻火器。阻火器应设在管口处。放空管的设置，应符合下列规定：

- 1) 应引至室外，放空管管口应高出屋脊 1m。
- 2) 应有防雨雪侵入和杂物堵塞的措施。
- 3) 压力大于 0.1MPa 时，阻火器后的管材，应采用不锈钢管。

(7) 厂区内氢气管道敷设时，应符合下列规定：

- 1) 宜沿墙、柱架空敷设，其高度不应妨碍交通并便于检修。
- 2) 严禁穿过生活间、办公室，并不得穿过不使用氢气的房间。
- 3) 车间人口处应设切断阀，并宜设流量记录累计仪表。
- 4) 车间内管道末端宜设放空管。

(8) 氢气管道的试验介质，强度试验、气密性试验和泄漏量试验均采用压缩空气或氮气，强度试验压力为 0.1Mpa，气密性试验压力为 1.05P，泄漏量试验压力为 1.0P。

(9) 泄漏量试验合格后，必须用不含油的空气或氮气，以不小于 20m/s 的流速进行吹扫，直至出口无铁锈、无尘土及其他脏物为合格。

(10) 埋地氢气管道上设置牺牲阳极测试桩，本项目牺牲阳极阴极保护系统采用镁合金牺牲阳极阴极保护。埋设位置要求在管道的侧方或测下方，距离管道水平距离 3-5m，最小不得小于 0.5m，埋设时应充分浇水润土，并夯填细土。

(11) 氢气管道上设置绝缘接头，接地电池埋深不应小于 1m。

(12) 埋地氢气管道沿线应设置线路标记桩，包括路线里程桩、线路转角桩、交叉桩。

1) 线路里程桩沿管线每 500m 设置一个，连续设置，里程桩应位于管道气流方向左侧距管道中心线 1.5m 处。当与阴极保护桩重合时可由阴极保护桩代替。

2) 线路转角桩在管道水平方向采用弯头或弹性敷设转角大于 5° 时设置；管道发生连续转角时，转角桩应分别设置在第一个、最后一个和位于中

间的转角处；转角桩设置在管道正上方转点中心处或曲线中心处。

3) 管道与地下构筑物、军用电缆、重要电力电缆及  $DN \geq 200\text{mm}$  的其他管线交叉时设置交叉桩，交叉桩应设置在管道交叉处的正上方。

4) 标志桩设置时如刚好处于水沟及道路等受限位置时，根据现场情况里程桩在前后 10m、转角桩在前后 2m 的范围内调整。

(13) 直埋敷设过园区道路时，在穿越段应设置警示牌、警示带等永久性标识。

#### 6.2.4 公用工程及辅助设施对策措施

##### 1、供配电

(1) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013) 第 6.1.1 条的规定，本项目所设置的配电室的耐火等级不应低于二级。

(2) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013) 第 6.2.4 条的规定，配电室应设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。

(3) 按照《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013) 第 6.4.1 条的要求，在后期运行中，低压配电室、控制室内不应有无关的管线和线路通过。

(4) 根据《供配电系统设计规范》(GB50052-2009) 第 7.0.10 条的要求，本项目各生产车间电气设施供电按三级负荷设计，配电柜外引入的配电线路，应在室内分界点便于操作维护的地方装设隔离电器。

(5) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 6.1.1 条的规定，本项目各配电线路应装设短路保护和过负荷保护。

(6) 按照《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 4.3.7 条要求，本项目涉及配电室的门、窗关闭应密合；与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩。

(7) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 7.1.5 条的规定, 本项目电缆穿越敷设区域的防火封堵, 应按下列规定执行: 布线系统通过地板、墙壁、屋顶、天花板、隔墙等建筑构件时, 其孔隙应按照等同建筑构件耐火等级的规定进行封堵; 电缆防火封堵的材料, 应按耐火等级要求, 采用防火胶泥、耐火隔板或填料阻火包。

(8) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 4.2.1 条的规定, 本项目车间内落地式配电箱的底部应抬高, 高出地面的高度室内不应低于 50mm, 室外不应低于 200mm; 其底座周围应采取封闭措施, 并应能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内。

(9) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 6.4.3 条的规定, 为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的剩余电流监测或保护装置, 其动作电流不应大于 300mA; 当动作于切断电源时, 应断开回路的所有带电体。

(10) 按照《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303-2015) 第 5.1.1 条的要求, 本项目涉及的电气柜、台、箱的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接; 对于装有电器的可开启门, 门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于  $4\text{mm}^2$  的黄绿色绝缘铜芯软导线连接, 并应有标识。

(11) 配电装置室的门和变压器室的门的高度和宽度, 宜按最大不可拆卸部件尺寸, 高度加 0.5m, 宽度加 0.3m 确定, 其疏散通道门的最小高度宜为 2.0m, 最小宽度宜为 750mm。

(12) 变电站、配电室位于室外地坪以下的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施; 位于室外地坪下的电缆进、出口和电缆保护管也应采取防水措施。

(13) 本项目配电室、车间内所有配电柜(箱)均应做相应的接地跨接, 其操作面均铺设绝缘胶垫。

## 2、消防安全

(1) 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 第 8.1.2 条的规定, 本项目应按照《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014) 的要求设置室外消火栓系统, 室外消火栓的数量应根据室外消火栓设计流量和保护半径经计算确定, 保护半径不应大于 150.0m。

(2) 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 第 8.4.3 条的规定, 对厂房内可能散发可燃气体、有毒气体的场所应设置可燃有毒气体报警装置, 报警仪器应具备声光报警的功能。

(3) 根据《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013) 第 3.1.5 条的规定, 对本项目设置的火灾自动报警系统, 火灾报警控制器所连接的火灾探测器、手动火灾报警按钮和模块等设备总数和地址总数, 不应超过 3200 点, 其中每一总线回路连接设备的总数不宜超过 200 点, 且应留有不少于额定容量 10% 的余量。

(4) 设置火灾报警系统区域的每个防火分区应至少设置一个手动火灾报警按钮, 在防火分区内的任何位置, 到最近的一个手动火灾报警按钮的实际通行距离不应大于 50.0m, 火灾报警按钮设置高度为 1.3m。

(5) 根据《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005) 第 5.1 条规定, 厂区配置的灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点且不得影响安全疏散; 对有视线障碍的灭火器设置点, 应设置指示其位置的发光标志口; 灭火器的摆放应稳固, 其铭牌应朝外; 手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上, 其顶部离地面高度不应大于 1.50m, 底部离地面高度不宜小于 0.08m; 灭火器箱不得上锁; 灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时, 应有相应的保护措施; 灭火器设置在室外时, 应有相应的保护措施; 灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。本项目生产作业区、办公生活区建议配置 MF/ABC5 手提式干粉灭火器, 配电室内配设 MFTZ/ABC35 推车式干粉灭火器和手提式二氧化碳灭火器。

(6) 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 第 7.1.8 条的规定, 本项目厂区内主要建筑物外应设置环形消防车道, 消防车道应符合以下要求:

- 1) 车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m。
- 2) 转弯半径应满足消防车转弯的要求, 本项目不得小于 9m。
- 3) 消防车道于建筑物之间不应设置妨碍消防车操作的树木、架空管线等障碍物。
- 4) 消防车道靠建筑物外墙一侧的边缘距离建筑外墙不宜小于 5m。
- 5) 消防车道的坡度不宜大于 8%。

(7) 根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 第 8.1.6 条的规定, 消防水泵房的设置应符合下列规定:

- 1) 单独建造的消防水泵房, 其耐火等级不应低于二级。
- 2) 疏散门应直通室外或安全出口。

### 3、空压系统防护措施

(1) 根据《压缩空气站设计规范》(GB50029-2014) 第 2.0.2 条的要求, 空压站的朝向宜使机器间有良好的自然通风, 并宜减少西晒。

(2) 根据《压缩空气站设计规范》(GB50029-2014) 第 3.0.14 条的要求, 空气压缩机与止回阀之间, 应设置放空管, 放空管上应设置消声器。空气压缩机与储气罐之间, 不应装设切断阀, 当需要装设切断阀时, 在空气压缩机与切断阀之间, 必须装设安全阀。

(3) 根据《压缩空气站设计规范》(GB50029-2014) 第 3.0.18 的要求, 储气罐上必须装设安全阀, 储气罐与供气总管之间, 应装设切断阀。

### 6.2.5 施工过程中安全对策措施

#### 1、施工安全技术交底

施工队伍进入施工现场前, 业主单位安全生产管理部门应当与施工单位

进行现场安全技术交底，明确施工安全管理措施。确定施工区域，指定搭临设施堆放地点，落实定置管理措施。并将施工区域进行有效的隔离和保护，禁止无关人员和车辆进入施工区域。

## 2、施工管理组织

(1) 建设单位应选择有相应资质的施工单位进行项目施工。

(2) 建设单位应与施工单位签订相关方安全监督管理协议，应明确甲、乙双方的安全责任和范围。

(3) 建设单位应安排专职安全管理人员定期对施工单位履行安全管理协议的情况进行检查监督。

(4) 施工期间，建设单位安全生产管理部门对定期检查和不定期抽查发现的安全隐患，强令施工单位及时落实整改，还应该定期召开施工安全管理会议，及时解决施工过程中的安全问题。

(5) 施工方应加强对在用特种设备的检查和维护保养并作出操作人员持证上岗。

## 3、交叉作业安全防护措施

交叉作业是在同一工作面进行不同的作业，或者是在同一立体空间不同的作业面进行不同或相同的作业。施工现场经常有上下立体交叉的作业，以及处于空间贯通状态下同时进行的高处作业，这些都属于交叉作业的范畴，极易发生坠物伤人、高处坠落、机械打击等安全事故。因此，针对交叉作业施工现场和人员，在遵守文明施工一般安全要求的基础上，还应遵守交叉作业中相互安全防护措施。

### 1) 施工作业的一般安全要求

交叉作业施工中需遵守的一般安全要求主要有以下几点：交叉作业要设安全栏杆、安全网、防护棚和示警围栏；夜间工作要有足够照明；施工人员必须体检合格，作业时须带安全帽，不准穿凉鞋、硬底鞋、塑料鞋及赤脚攀

登；作业中不准将工具、材料上、下投掷，要用绳索绑牢后吊运；六级以上大风时不能施工工作。

### 2) 拆除脚手架与管道金属构件时

地面应划有安全区域，并派专人进行监护操作人员，下方不得有其他操作人员。拆下的模板、脚手架等部件，临时堆放处离楼层边沿应不小于 1m，堆放高度不得超过 1m。

### 3) 交叉作业区段的安全管理

交叉作业区段，即多种作业交叉和协调进行的区段。在交叉作业区段，若没有明显的居主导地位的单项作业，即其它作业都要服从和配合其施工要求时，在各项同时交叉进行的作业之间需要进行很好的协调安排，以确保有条不紊和安全顺利地进行。

两个以上生产经营单位在同一作业区域进行生产经营活动时，必须签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，指定专职安全生产管理人员进行监督检查和协调。

不同施工单位在同一施工现场产生交叉作业时，应根据施工作业具体风险，制定安全措施或专项方案，经审批后执行，并分别落实安全措施。

作业前，应连级进行安全技术教育及交底，落实所有安全技术措施和人身防护用品，未经落实时不得进行作业。

认真开展交叉作业危险点分析工作，针对性的制定预控措施。理清外包单位责任，认真协调不同外包单位的安全关系。认真对存在交叉作业面的外包工程进行危险点分析工作,制定全面的预控措施并严格落实。

加强交叉作业现场监督管理，及时排查作业过程中的安全隐患，并对查出问题及时整改处理。

加强现场安全管理。严格履行“两票”规定和安全技术交底规定，尤其是动火作业严格履行“动火作票”规定，落实安全技术措施。规范外包单位

焊接、电工 作业，在可能出现火灾的区域设置灭火器。对施工现场易燃易爆物品进行清理，划定易燃易爆危险品的存放区域，保持与明火作业面 25m 的防火间距。

加强外包作业人员尤其是特殊工种人员（焊工、电工）安全教育、安全交底和风险告知，提高不同单位、不同班组作业人员的安全意识，强化“互不伤害”意识。

#### 4、施工用电安全措施

根据《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》(JGJ/T46-2024) 标准规定，施工临时用电应采取的安全措施有：

(1) 施工现场临时用电工程必须由电气工程专业技术人员负责管理，明确职责，确定电气维修和值班人员。现场各类配电箱和开关箱必须确定检修和维护负责人。

(2) 临时用电配电线路必须按规范架设整齐，架空线路必须采用绝缘导线，不得采用塑胶软线。电缆线路必须按规定沿附着物敷设或采用埋地方式敷设，不得沿地面明敷。

(3) 各类施工活动应与内、外线路保持安全距离，达不到规范规定的最小安全距离时，必须采用可靠的防护和监护措施。

(4) 配电系统必须实行分级配电。各级配电箱、开关箱的箱体安装和内部设置必须符合有关规定，箱内电器必须可靠完好，其选型、定值要符合规定，开关电器应表明用途，并在电箱正面门内绘有接线图。

(5) 各类配电箱、开关箱外观应完整、牢固、防雨、防尘，箱体应外涂安全色标，统一编号，箱内无杂物。停止使用的配电箱应切断电源，箱门上锁。固定式配电箱应设防护栏，并有防雨防砸措施。

(6) 独立的配电系统必须按部颁规范采用三相五线制的接零保护系统，非独立系统可根据现场实际情况采取相应的接零或接地保护方式。各种电气

设备和电力施工机械的金属外壳、金属支架和底座必须按规定采取可靠的接零或接地保护。

(7)施工现场临时用电工程必须采用 TN-S 系统,设置专用的保护零线,要求使用五芯电缆配电系统采用“三级配电、二级保护”,在总配电箱下,设分配电箱,分配电箱以下设开关箱。

(8)开关箱与用电设备之间必须实行“一机一闸、一漏一箱”制,严禁同一个开关电器直接控制二台及二台以上用电设备。

(9)在采用接零或接地保护,形成完整的保护系统。漏电保护装置的选择应符合规定。

5、施工生产区域应实行封闭管理,加强危险源的监控管理,主要进出口、危险源部分等应设有明显的施工警示标志和安全文明生产规定、禁令。

6、加强对从事施工人员的安全教育和培训,坚持“先培训,后上岗”的原则。强化安全意识。对危险源实施动态管理,项目管理人员、专职安全管理人员要全面掌握工程项目的施工安全危险源,加强对危险源的检查。

## 7、施工动火作业措施

(1)动火作业应有专人监火。动火前应清除现场及周围易燃物,或采取其他有效的安全措施,配备足够适用的消防器材。

(2)动火作业前,应检查电、气焊工具,保证安全可靠,不准带病使用。

(3)动火工具设备必须完好,安全附件齐全良好,符合安全要求。

(4)使用气焊焊割动火作业时,氧气瓶、乙炔气瓶离明火应在 10m 以上,乙炔气瓶与氧气瓶之间距离应在 5m 以上,并不准在烈日下暴晒。

(5)动火作业完毕后,应清理现场、熄灭余火、切断电源,确认无残留火种后方可离开。

(6)动火前测量动火地点可燃气体含量在合格范围内,每隔 2~4 小时

重新测量。

(7) 在存在易燃、有毒物质的设备和管道上动火，事先必须办理动火手续，准备好防毒面具、灭火器材，并要有防护人员在场，在所需动火的设备及管道内压力保持正压的情况下方可动火。

(8) 带压动火作业不论是在灾害发生时，还是在施工过程中，都是极度危险的，必须严格按安全技术规程操作。

(9) 操作现场必须有明确的负责人，由有作业经验的人员负责安全工作，控制现场、检查落实各项安全措施、制止违章作业。

## 8、相关方施工过程的安全对策措施

工程建设中，必须严格执行自 2004 年 2 月 1 日起施行的国务院令 393 号《建设工程安全生产管理条例》，建设单位、设计单位、施工单位、工程监理单位及其他与建设工程安全生产有关的单位，必须遵守安全生产法律、法规的规定，保证建设工程安全生产，依法承担建设工程安全生产责任。

(1) 设计单位、施工单位、工程监理单位必须具有与工程相关的资质证书。

### (2) 建设单位的安全责任

1) 建设单位不得对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求，不得压缩合同约定的工期。

2) 建设单位在编制工程概算时，应当确定建设工程安全作业环境及安全施工措施所需费用。

3) 建设单位不得明示或者暗示施工单位购买、租赁、使用不符合安全施工要求的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件、消防设施和器材。

4) 建设单位在申请领取施工许可证时，应当提供建设工程有关安全施工措施的资料。

5) 依法批准开工报告的建设工程, 建设单位应当自开工报告批准之日起 15 日内, 将保证安全施工的措施报送建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门备案。

### (3) 勘察、设计、工程监理及其他有关单位的安全责任

1) 勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察, 提供的勘察文件应当真实、准确, 满足建设工程安全生产的需要。

勘察单位在勘察作业时, 应当严格执行操作规程, 采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。

2) 设计单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计, 防止因设计不合理导致生产安全事故的发生。

3) 工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。

4) 为建设工程提供机械设备和配件的单位, 应当按照安全施工的要求配备齐全有效的保险、限位等安全设施和装置。

5) 在施工现场安装、拆卸施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施, 必须由具有相应资质的单位承担。

6) 施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设设施的使用达到国家规定的检验检测期限的, 必须经具有专业资质的检验检测机构检测。经检测不合格的, 不得继续使用。

### (4) 施工单位的安全责任

1) 施工单位从事建设工程的建设活动, 应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术装备和安全生产等条件, 依法取得相应等级的资质证书, 并在其资质等级许可的范围内承揽工程。

2) 施工单位主要负责人依法对本单位的安全生产工作全面负责。施工单位应当建立健全安全生产责任制度和安全生产教育培训制度, 制定安全生

产规章制度和操作规程，保证本单位安全生产条件所需资金的投入，对所承担的建设工程进行定期和专项安全检查，并做好安全检查记录。

施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任，对建设工程项目的安全。

9、针对本项目涉及危险性较大的基坑开挖和支护工程、模板支护工程等，应编制专项的施工方案，并经审核、批准，并提出相应的安全对策措施：

#### （1）基坑开挖及支护

- 1) 在开工前安装防护栏杆和警示标志，防止坍塌、淤泥等意外事故。
- 2) 选用具备专业技能和知识的人员，定期检查并修补挖掘设备，确保其可靠性。
- 3) 临边防护：设置钢管栏杆，悬挂警示标志，确保施工安全。
- 4) 基坑内外降水后进行开挖，防止开挖机械碰撞支护结构或扰动基底原状土。
- 5) 加强基坑监测，发现异常情况立即停止开挖并采取措施。
- 6) 遵循“开槽支撑、先撑后挖、分层开挖、严禁超挖”的原则，合理确定开挖顺序和深度。
- 7) 预留一定厚度的土层，避免基底扰动。

#### （2）模板支护工程

- 1) 确保施工现场周围的道路通畅，设立路障和警示牌，保护现场工作人员和周边行人的安全。
- 2) 设置相应的安全警示标识，并确保易于识别。
- 3) 安装适当的防护设备，如护栏、安全网和安全带，以减少高处作业的风险。
- 4) 定期检查和维护施工设备，确保其在使用过程中的安全性能和可靠性。

5) 配备并使用符合安全标准的工作设备和工具，如安全帽、防护眼镜和防护手套等。

6) 指定专人负责现场安全管理，及时发现和处理施工中的安全问题。

7) 定期进行现场巡查和安全检查，及时纠正施工过程中存在的安全隐患。

8) 严格按照事先制定的操作规程进行模板及支架的安装和使用，防止落物、碰撞、滑跌等伤害事故。

#### 6.2.6 检维修过程中安全对策措施

1、作业前，应对参加作业的人员进行安全教育，主要内容如下：

(1) 有关作业的安全规章制度。

(2) 作业现场和作业过程中可能存在的危险、有害因素及应采取的具体安全措施。

(3) 作业过程中所使用的个体防护器具的使用方法和使用注意事项。

(4) 事故的预防、避险、逃生、自救、互救等知识。

(5) 相关事故案例和经验、教训。

2、检修作业前，作业人员要及时正确的佩戴好个体防护用品，用工种交叉作业时，要服从统一指挥、协调。

3、特种作业人员应持有特种作业资格证书，并在有效期内；其他作业人员必须经过安全培训，符合要求后方可上岗作业。

4、检修作业时设立互保对子，并相互提醒、监护。

5、电气设备检修前停电、挂牌，与岗位人员联系确认到位。电气检修必须为持证的电工人员，非持证人员不得参与电气设施检维修；电气检维修需佩戴绝缘手套、绝缘工器具等劳保防护用品。

6、管道检修前需使用氮气或压缩空气对管道进行吹扫，吹扫合格后方可进行检修作业。

7、装置设施检修前，应采用氮气或压缩空气进行吹扫，进入内部时，应采用可燃有毒气体检测仪器进行检测，同时对内部的空气质量进行检测，均满足要求后，方可对装置设施进行检维修作业。

8、正确使用工具，仔细观察周围环境，用力不要过猛。

9、检维修后需对部分设备进行喷漆处理，在未使用油漆前，不得将油漆存放与检维修作业区，当对设备进行喷漆处理时，喷漆作业区不得进行动火作业，并严禁烟火，无关人员不得进入喷漆区。

10、高空作业按要求系好安全带脚踩稳、手扶牢。

11、高处作业应遵守“十不登高”：

- (1) 患有禁忌症者不登高。
- (2) 未经批准者不登高。
- (3) 未戴好安全帽。
- (4) 未系安全带者不登高。
- (5) 脚手板、跳板、梯子不符合安全要求不登高。
- (6) 攀爬脚手架、设备不登高。
- (7) 穿易滑鞋、携带笨重物体不登高。
- (8) 石棉、玻璃钢瓦上无垫脚板不登高。
- (9) 高压线旁无可靠隔离安全措施不登高。
- (10) 酒后不登高；照明不足不登高。

12、焊割作业应严格遵守“十不焊”

- (1) 无操作证，不准焊割。
- (2) 禁火区，未经审批并办理动火手续，不准焊割。
- (3) 不了解作业现场及周围情况，不准焊割。
- (4) 不了解焊割物内部情况，不准焊割。
- (5) 作业场所及附近有与明火相抵触的工作，不准焊割。

(6) 用可燃材料作保温层的部位及设备未采取可靠的安全措施, 不准焊割。

(7) 有压力的密封的容器、管道, 不准焊割。

(8) 作业点与外单位相邻, 在未弄清对外单位或区域有无影响或明知危险而未采取有效的安全措施, 不准焊割。

(9) 盛装过易燃、易爆、有毒物质的容器、管道, 未经彻底清洗置换, 不准焊割。

(10) 附近堆有易燃、易爆物品, 未彻底清理或采取有效安全措施, 不准焊割。

### 13、动火作业要求

(1) 坚持“谁动火, 谁负责和谁动火, 谁管理”的原则, 各级管理人员规范公司动火作业管理, 控制作业风险, 防止火灾、爆炸等生产安全事故的发生。做好监督、检查工作。每个员工应自觉遵守动火规定, 落实好各项安全措施。

(2) 为严格动火作业的管理, 根据作业区域火灾危险性的大小进行分级, 区分不同动火级别的责任, 严格《动火作业安全许可证》审批程序。

(3) 独立承担动火作业的动火人, 必须持有特殊工种资格证, 并在《动火作业安全许可证》上签字。动火人在接到动火证后, 要详细核对各项内容是否落实和审批手续是否完备。若发现不具备动火条件时, 有权拒绝动火; 动火人应严格按动火规定进行作业, 劳保用品穿戴齐全, 动火作业时, 动火证应随身携带, 严禁无证作业及审批手续不完备的作业。

(4) 动火审批人必须亲自到现场检查, 并监督落实安全措施, 方可签发动火证, 一张动火证只限一处使用, 如动火区域变更, 应重新申请办理。

(5) 项目负责人对执行动火作业负全责, 必须在动火前详细了解作业内容和动火部位及其周围情况; 参与动火安全措施的制定, 并向作业人员交

待任务和动火安全注意事项。

(6) 动火人在接到动火证后，应逐项审查各项措施落实情况，如果不符合动火要求，动火人有权拒绝动火，动火人在作业过程中，应随身携带动火证，否则一经查处，将责令停止作业并进行培训学习，经考核合格，方能重新上岗作业。

(7) 特殊动火证和一级动火证有效期为 8h，二级动火证有效期均为 72h，超过期限必须重新办理；原则上夜间不得动火。

(8) 动火作业前，应检查电、气焊工具，保证安全可靠，不准带病使用。动火前应清除周边易燃可燃物，并配备必要的灭火器材，指定专门的监护人，方可动火。

(9) 使用气焊割动火作业时，氧气瓶与乙炔气瓶间距不小于 5m，二者与动火作业地点明火距离均不小于 10m，并不准在烈日下曝晒。动火作业区距离可燃气体储存设施的距离不得小于 30m。

(10) 夜间因抢修、事故处理需动火，应由部门领导授权的相关人员签字，落实好安全防范措施后，方可动火。

(11) 动火监护人员负责动火现场的安全防火检查和监护工作，应指定责任心强、有经验、熟悉现场、掌握灭火方法的人员担当；监护人在作业中不准离开现场，当发现异常情况时，应立即通知停止作业，及时联系有关人员采取措施，作业完成后，要会同动火项目负责人、动火人检查，消除残火，监护人继续监护 60min，确认无火险后方可离开现场。

### 6.2.7 有限空间作业安全对策措施

企业进行有限空间作业时，需严格执行《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令第 13 号，2023 年）的相关要求，具体如下：

(1) 企业主要负责人是有限空间作业安全第一责任人，应当组织制定有限空间作业安全管理制度，明确有限空间作业审批人、监护人员、作业人

员的职责，以及安全培训、作业审批、防护用品、应急救援装备、操作规程和应急处置等方面的要求。

（2）企业应当实行有限空间作业监护制，明确专职或者兼职的监护人员，负责监督有限空间作业安全措施的实施。

监护人员应当具备与监督有限空间作业相适应的安全知识和应急处置能力，能够正确使用气体检测、机械通风、呼吸防护、应急救援等用品、装备。

（3）企业应当对有限空间进行辨识，建立有限空间管理台账，明确有限空间数量、位置以及危险因素等信息，并及时更新。

（4）企业应当根据有限空间作业安全风险大小，明确审批要求。未经工贸企业确定的作业审批人批准，不得实施有限空间作业。

（5）企业应当每年至少组织一次有限空间作业专题安全培训，对作业审批人、监护人员、作业人员和应急救援人员培训有限空间作业安全知识和技能，并如实记录。

（6）企业应当制定有限空间作业现场处置方案，按规定组织演练，并进行演练效果评估。

（7）企业应当在有限空间出入口等醒目位置设置明显的安全警示标志，并在具备条件的场所设置安全风险告知牌。

（8）企业应当对可能产生有毒物质的有限空间采取上锁、隔离栏、防护网或者其他物理隔离措施，防止人员未经审批进入。监护人员负责在作业前解除物理隔离措施。

（9）企业应当根据有限空间危险因素的特点，配备符合国家标准或者行业标准的气体检测报警仪器、机械通风设备、呼吸防护用品、全身式安全带等防护用品和应急救援装备，并对相关用品、装备进行经常性维护、保养和定期检测，确保能够正常使用。

(10) 有限空间作业应当严格遵守“先通风、再检测、后作业”要求。存在爆炸风险的,应当采取消除或者控制措施,相关电气设施设备、照明灯具、应急救援装备等应当符合防爆安全要求。

作业前,应当组织对作业人员进行安全交底,监护人员应当对通风、检测和必要的隔断、清除、置换等风险管控措施逐项进行检查,确认防护用品能够正常使用且作业现场配备必要的应急救援装备,确保各项作业条件符合安全要求。有专业救援队伍的企业,应急救援人员应当做好应急救援准备,确保及时有效处置突发情况。

(11) 监护人员应当全程进行监护,与作业人员保持实时联络,不得离开作业现场或者进入有限空间参与作业。

发现异常情况时,监护人员应当立即组织作业人员撤离现场。发生有限空间作业事故后,应当立即按照现场处置方案进行应急处置,组织科学施救。未做好安全措施盲目施救的,监护人员应当予以制止。

作业过程中,企业应当安排专人对作业区域持续进行通风和气体浓度检测。作业中断的,作业人员再次进入有限空间作业前,应当重新通风、气体检测合格后方可进入。

#### 6.2.8 安全色和安全标志

(1) 本项目易发生事故危及生命安全的场所和设备,应按现行国家标准《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)的有关规定设置安全标志。安全标志设置的高度、部位、顺序、固定方式等应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)的要求。可产生职业病危害的工作场所、设备及产品应按国家现行相关标准设置职业病危害警示标识。

(2) 本项目易误操作而引发事故的阀门附近,应标明输送介质的名称及警示标志。

(3) 本项目生产场所与作业地点的应急通道和应急出入口,应设置明

显的标志。

(4) 本项目标志牌应设在与安全有关的醒目地方，并使大家看见后，有足够的时间来注意它所表示的内容。环境信息标志宜设在有关场所的入口处和醒目处；局部信息标志应设在所涉及的相应危险地点或设备（部件）附近的醒目处。

(5) 本项目标志牌的平面与视线夹角应接近  $90^{\circ}$ ，观察者位于最大观察距离时，最小夹角不低于  $75^{\circ}$ 。

(6) 本项目多个标志牌在一起设置时，应按警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右、先上后下地排列。

(7) 本项目标志面的文字、符号、边框及衬底等各种色度均应符合《视觉信号表面色》（GB/T8416-2003）对材料颜色范围的规定，普通材料、逆反射光材料和荧光材料的各种颜色的坐标及亮度因素分别见表 2、表 3 和表 4，其对应的色品图见图 1 和图 2。当安全色的各种色度各角点坐标值偏离色品图所规定的范围，则该颜色不宜作为安全色和对比色使用。

#### 6.2.9 安全管理措施

1、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第四条的规定，生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

2、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十四条的规定，本项目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。根据第二十七条规定，本项目还应当有注册安全工程师从事安

全生产管理工作。

3、根据《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》（原国家安监总局令第 91 号，2018 年）第十条规定，企业存在金属冶炼工艺，从业人员在一百人以上的，应当设置安全生产管理机构或者配备不低于从业人员千分之三的专职安全生产管理人员，但最低不少于三人；从业人员在一百人以下的，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。本项目根据实际情况，应配备专职安全管理人员不应少于 1 人。

4、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十七条要求，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。

5、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十八条的规定，本项目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，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。对所有新增人员应进行“三级”安全教育和培训，考核合格后上岗；对原有职工还应进行“新改扩”教育和培训。

生产经营单位应当建立安全生产教育和培训档案，如实记录安全生产教育和培训的时间、内容、参加人员以及考核结果等情况。

6、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第三十条的规定，本项目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，取得相应资格，方可上岗作业。

7、根据《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令〔2006〕第 3 号公布，2013 年第 63 号第一次修正，2015 年第 80 号第二次修正）第四条规定，本项目生产经营单位涉及安全培训的人员包括：主

要负责人、安全生产管理人员、特种作业人员和其他从业人员；同时，需在有资质的培训机构参加培训。

8、根据《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令〔2006〕第 3 号公布，2013 年第 63 号第一次修正，2015 年第 80 号第二次修正）第九条、第十三条规定，本项目生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员安全资格培训时间不得少于 48 学时，每年再培训时间不得少于 16 学时；新上岗从业人员首次培训时间不得少于 72 学时，每年再培训时间不得少于 20 学时。

9、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第四十五条的规定，本项目生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

10、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第五十一条的规定，本项目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。

11、根据《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，2019 年应急管理部第 2 号修订）第五条的规定，本项目生产经营单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责；各分管负责人应当按照职责分工落实应急预案规定的职责。

12、根据《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，2019 年应急管理部第 2 号修订）第六条的规定，生产经营单位应急预案分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。

通过对本项目存在的危险、有害因素分析，结合本项目的实际情况，本项目应编制的专项应急预案应包括且不限于以下：

- (1) 火灾、爆炸事故专项应急预案
- (2) 中毒和窒息事故专项应急预案
- (3) 自然灾害事故专项应急预案

本项目应编制的现场处置方案应包括且不限于以下：

- (1) 火灾事故现场处置方案
- (2) 机械伤害事故现场处置方案
- (3) 高处坠落事故现场处置方案
- (4) 触电事故现场处置方案
- (5) 灼烫事故现场处置方案
- (6) 淹溺事故现场处置方案
- (7) 坍塌事故现场处置方案
- (8) 车辆伤害事故现场处置方案。

### 6.3 建议

(1) 按照有关规定，应委托有资质的单位进行建设项目的设计、施工和工程监理，严格按照有关文件规定履行建设项目安全“三同时”手续。

(2) 按照有关规定，应委托有资的单位进行建设项目职业病危害预评价和控制效果评价。

(3) 按《工伤保险条例》（国务院令第 586 号）的规定为员工购买工伤保险。

(4) 企业应用按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）文件要求，每年提取安全费用，加大安全投入，确保安全防护设施完好有效。

(5) 应根据《防雷减灾管理办法》（中国气象局第 24 号令）文件规定，项目建成后，每年委托有资质的单位对厂区建构筑物防雷接地装置的完好性进行检测。

（6）本报告中危险程度的最终评价结果是建立在各项安全预防措施都有效落实原则基础上的。为此，建议项目的设计单位对本报告所列各种技术措施、管理措施全面实施，以确保项目建成后的本质安全。



## 第七章 安全评价结论

根据对本项目危险、有害因素分析和定性、定量评价结果，XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目安全评价结论如下：

### 7.1 主要危险、有害因素辨识结果

本项目涉及的主要危险化学品为氢气（危序号 1648）、氮气（压缩的）（危序号 172）。

本项目的危险、有害因素有：火灾、其他爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、机械伤害、灼烫、高处坠落、物体打击、触电、车辆伤害、淹溺、其它伤害等。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识可知，XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目未构成危险化学品重大危险源。

### 7.2 危险、有害程度评价结果

1、采用安全检查表法对本项目选址、周边环境及总平面布置单元进行符合性评价，共检查了 22 项，从检查结果可知，能够满足相关规范、标准的规定。

2、通过预先危险性分析法对生产工艺系统及装置、设备设施单元进行危险性分析可知，存在的潜在危害因素中，火灾、其他爆炸、容器爆炸、触电的危险等级为 III 级；中毒和窒息、高处坠落、灼烫、机械伤害、物体打击、车辆伤害、坍塌、淹溺的危险等级为 II 级。

3、公用工程及辅助设施预先危险性分析结果：

（1）通过预先危险性分析法对供配电系统子单元进行危险性分析可知，存在的潜在危害因素中，触电的危险等级为 III 级，火灾、雷电的危险等级为 II 级。

(2) 通过预先危险性分析法对消防系统子单元进行预先危险性分析，其造成火灾扩大的危险等级为 III 级。

4、通过采用预先危险性分析法对特种设备设施单元进行危险性分析可知，存在的潜在危害因素中，容器爆炸的危险性为 III 级，压力管道爆炸的危险性均为 II 级。

5、通过采用预先危险性分析法对施工单元进行危险性分析可知，存在的潜在危害因素中，触电、高处坠落、坍塌、中毒和窒息的危险等级为 III 级；火灾、起重伤害、机械伤害、物体打击、车辆伤害、灼烫的危险等级为 II 级。

6、通过对拟建项目氢气缓冲罐采用危险度评价法进行评价，从评价结果可知，氢气缓冲的危险等级为 II 级，即危险度为中度危险。

7、通过事故模拟，200m<sup>3</sup> 氢气缓冲罐发生全部泄漏引发爆炸的 TNT 当量为 30.717kg，造成的死亡半径为 3.75m，重伤半径为 12.37m，轻伤半径为 22.19m，财产损失半径为 3.07m。

### 7.3 应重视的安全对策措施

针对本项目存在的主要危险、有害因素，建设单位和设计单位应重视本报告中补充的安全对策措施，主要包括：总平面布局安全对策措施、生产过程中的安全对策措施、氢气管道应采取的措施、公用工程及辅助设施对策措施、有限空间作业安全对策措施、安全色和安全标志、安全管理措施等，并在本项目安全设施设计和建设施工中予以落实，切实做到建设项目涉及的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，确保项目安全运行。

### 7.4 建设项目外部安全条件

本项目选址位于攀枝花钒钛高新技术产业开发区内，项目与周边外环境建构筑物的防火间距满足相关规范、标准要求，在正常生产情况下，其潜在

的危险、有害因素不会对周边外环境造成安全影响。

## 7.5 总体结论

根据国家及行业相关技术标准的要求，对 XXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目进行了全面分析和评价，本评价认为：XXXXXXXXXX 有限公司 1 万吨/年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目选址及总平面布局合理，项目与周边外环境的安全距离满足相关规范要求，场地地质条件整体稳定，所涉主要建构筑物、装置设施的布局合理，公用工程及辅助设施配套完善，满足项目运行需求，项目在后续设计、施工中落实本报告中提出的安全对策措施，其潜在的安全风险是可以接受的，从安全生产角度分析，满足国家相关法律法规、标准、规章、规范规定的安全要求。



## 第八章 附件、附图目录

- 1、授权委托书
- 2、营业执照
- 3、四川省固定资产投资项目备案表
- 4、岩土勘察报告资料
- 5、可行性研究报告资料
- 6、土地证明文件和土地租赁合同
- 7、用氢供气合同
- 8、关于 1 万吨年直热式回转窑绿氢微碳炼铁工艺中试基地项目输氢管道线路路径意见的函
- 9、总平面布置图
- 10、管线平面布置图
- 11、氢气调压站管道接入图
- 12、地理位置图
- 13、周边外环境图



**力康咨询**  
LIKANG CONSULTING