



(报告信息及真伪查询码)

湖南佳铂安全技术咨询有限公司

办公地址：长沙市雨花区同升街道环保中路188号6栋  
B303、B304房

电话/传真：0731-84480330

网站：<http://www.hnjiabo.cn/>



**佳铂安全**

编号：JB-25-1-5-010

**常德常联化工有限公司  
生产二车间新建生产线项目  
安全预评价报告**

建设单位：常德常联化工有限公司

建设单位法定代表人：周炳荣

建设项目单位：常德常联化工有限公司

建设项目单位主要负责人：周炳荣

建设项目单位联系人：姜卢卫

建设项目单位联系电话：13338951787

常德常联化工有限公司

二〇二四年十月十日

常德常联化工有限公司

二车间新建生产线项目

## 安全预评价报告

评价机构名称：湖南佳铂安全技术咨询有限公司

资质证书编号：APJ-（湘）-025

法定代表人：朱永佳

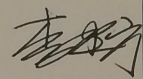
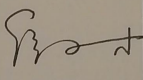
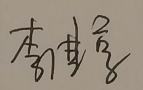
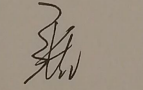
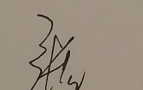
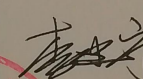
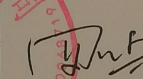
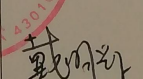
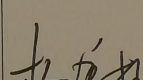
技术负责人：杨富林

项目负责人：李建宁

评价机构联系电话：0731-84480330

二〇二四年十月十日

## 评 价 人 员

| 常德常联化工有限公司二车间新建生产线项目安全预评价报告 |     |          |                        |        |                                                                                       |
|-----------------------------|-----|----------|------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | 姓名  | 专业       | 资格证书编号                 | 从业编号   | 签字                                                                                    |
| 项目负责人                       | 李建宁 | 化学工程     | 1800000000201156       | 033913 |    |
| 项目组成员                       | 侯凤才 | 电气工程及自动化 | 1200000000300829       | 024443 |    |
|                             | 李淇享 | 通信工程     | S011044000110193002079 | 038194 |    |
|                             | 张虎  | 化工机械     | 1700000000300714       | 034335 |    |
| 报告编制人                       | 张虎  | 化工机械     | 1700000000300714       | 034335 |  |
|                             | 李建宁 | 化学工程     | 1800000000201156       | 033913 |  |
| 报告审核人                       | 罗红兵 | 安全工程     | 1100000000100474       | 013942 |  |
| 过程控制负责人                     | 戴明辉 | 化工工艺     | 1200000000300397       | 024701 |  |
| 技术负责人                       | 杨富林 | 化工工艺     | S011041000110201000734 | 041520 |  |

## 《常德常联化工有限公司二车间新建生产线项目 安全预评价报告》评审会专家组意见落实情况对照表

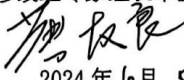
依据《安全生产法》和《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等相关法律标准规范要求，针对专家组对《常德常联化工有限公司二车间新建生产线项目安全预评价报告》的评审意见，我单位经认真研究，对该“预评价报告”进行了相关修改，现将已经修改情况列表对照如下：

| 评审意见                                                                                                                                                                                                   | 修改情况               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 一、专家组意见                                                                                                                                                                                                |                    |
| 1、完善评价依据；                                                                                                                                                                                              | 已完善，见 1.2.2 安全评价依据 |
| 2、完善火灾爆炸危险因素。                                                                                                                                                                                          | 已完善，见 3.2.1        |
| 3、建议二车间设置 SIS 系统，同时并入原有 SIS 系统中                                                                                                                                                                        | 已补充，见 2.8.9        |
| 6、按专家个人意见修改                                                                                                                                                                                            | 已修改，见以下说明          |
| 二、黄友良                                                                                                                                                                                                  |                    |
| 1、评价依据增加《导热油加热炉系统规范》 SYT0524-2016、《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》（安监总危化(2007)255 号）、《危险化学品分类信息表》国家安全监管总局安监总厅管三（2015）80 号、《工业金属管道设计规范》GB50316-2000（2008 版）、《建筑抗震设防分类标准》GB50223-2008、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014； | 已补充，见 1.2.2 安全评价依据 |
| 2、“1.2.1 项目由来”中“该公司拟在生产二车间建设新的生产线，把现在一车间生产的四种产品，N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺，转移到二车间生产”中“转移”有歧义，建议更换表述方法；                                                                                  | 已修改，见 1.2.1 项目由来   |
| 3、“表 2-5 产品方案表”补充“危险化学品目录序号”；                                                                                                                                                                          | 产品不是危险化学品          |
| 4、“表 2-6 新增主要生产工艺设备表”补充表中所列温度、压力等参数；                                                                                                                                                                   | 已补充，见表 2-6         |
| 5、“3.2.1 火灾爆炸”补充桶装的间甲苯胺、桶装的对甲苯胺抽料过程为非密闭操作，如操作不当，易导致火灾事故，输送至车间计量槽，如液位控制失误，造成车间计量槽满溢出现火灾事故，导热油管道进入二车间前未设置远程紧急切断阀，易导致火灾事故蔓延；                                                                              | 已修改，见报告 3.2.1      |
| 6、“3.8 危险化工工艺辨识”中“本项目 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺系列产品主要为烷基化生产工艺，属于国家重点监管的危险工艺”，而“2.8.9 自动控制系统”中“二车间不设置 SIS 系统，”建议部分控制点并入原有 SIS 系统。                                                       | 已修改，见报告 2.8.9      |
| 三、彭伟                                                                                                                                                                                                   |                    |
| 1、更新法律法规标准规范：补充《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令〔1998〕                                                                                                                                                              | 已补充，见 1.2.2        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 第4号发布，主席令（2024）第25号修正）、《危险化学品企业生产安全事故应急准备指南》应急厅（2019）62号、《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）、《个体防护装备安全管理规范》（AQ6111-2023）、《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB 30871-2022、《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB30077-2023，更新《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令（2024）第797号修正）、《危险化学品目录》（2022版）、《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；删除《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ3028-2008、《化学品生产单位高处作业安全规范》（AQ3025-2008）、《化学品生产单位动火作业安全规范》（AQ3022-2008）、《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008） | 安全评价依据                            |
| 2、工艺中存在“甲醇精馏塔”，但设备清单中仅有精馏釜无精馏塔，请核实。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 精馏釜就是精馏塔                          |
| 3、工艺中仅描述了甲基系列物料通过泵从原料桶进入高位槽中，未描述甲醇如何进入高位槽，是直接由储罐进料，还是储罐区转后车间通过泵打入高位槽，不同的工艺危险性分析不同，应补充。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 甲基系列物料含甲醇                         |
| 4、细化自控系统的描述，展开描述SIS系统及GDS系统分别联锁了哪些装置，联锁的装置能起到何种效果。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 二车间未设独立SIS系统，部分控制点并入原有SIS系统       |
| 5、章节3中，引用的《生产过程危险和有害因素分类与代码》应更新为《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB13861-2022，同时应参照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986及《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB13861-2022规范章节分类及事故分类描述，如中毒与窒息改为中毒和窒息，电气事故危害分别归纳至火灾及触电事故描述中进行，噪声和振动、粉尘危害、自控系统故障危害等归纳至“物的因素”中进行分析等。                                                                                                                                                                                                | 已修改见章节3                           |
| 6、依照工艺描述，本项目甲醇存在精馏回收工艺，因此车间内可能存在回收罐或中间罐。且后文的“表5-16 蒸气云爆炸(UVCE)模型计算结果”中，甲基化釜储存有2000kg甲醇。因此，需在重大危险源分析中补充生产单元的评价分析内容。                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 工艺流程有描述，甲醇回收直接回甲基化釜。生产单元已辨识，见表3.7 |
| 7、“表5-2 本项目外部安全距离表”及“表5-3 本项目建构筑物间的防火间距检查表”中防火间距依据引用自建规，本项目应引用自精细规。。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 已修改，见表5-2、5-3                     |
| 四、欧阳昕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |
| 1、进一步补充完善法律法规标准规范：补充《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令（2024）第25号修正）、《危险化学品仓库储存通则》（GB 15603-2022）《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）、《个体防护装备安全管理规范》（AQ6111-2023）、《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB 30871-2022，更新《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令（2024）第797号修正）、《危险化学品目录》（2022版）；删除《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ3028-2008、《化学品生产单位高处作业安全规范》（AQ3025-2008）、《化学品生产单位动火作业安全规范》（AQ3022-2008）、《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）、《常用化学危险品贮存通则》（GB15603-1995）。       | 已补充，见1.2.2安全评价依据                  |
| 2、“火灾爆炸”章节中补充导热油泄漏与易燃物料接触可能引发的火灾事故分析。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 已补充，见3.2.1                        |
| 3、“中毒、窒息”章节中补充甲醇泄漏可能造成的中毒和窒息事故分析。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 已补充，见3.2.2                        |

|                                                                           |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                           | 周边环境                            |
| 4、“噪声和振动危害”属于职业卫生范畴，前文评价范围中明确本项目不涉及职业卫生，建议删除该章节，或归纳至“物的因素”中弱化描述内容。        | 已修改，见 3.1                       |
| 5、“有限空间危害”分析中，仅描述有限空间作业可能造成缺氧窒息风险，未描述可能导致中毒风险。                            | 已修改，见 3.2.11                    |
| 6、依照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986 规范事故分类描述，如中毒和窒息，而非中毒与窒息，爆炸应区分何种爆炸，如容器爆炸、其他爆炸等 | 已修改，见 3.2.1                     |
| 7、“表 5-2 本项目外部安全距离表”及“表 5-3 本项目建构筑物间的防火间距检查表”中防火间距依据引用自建规，本项目应引用自精细规。     | 已修改，见 5.2 和 5.3                 |
| 专家组复核意见：<br><br>已按专家意见修改                                                  | 签字：[Signature]<br>日期：2024.10.10 |

常德市常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目  
安全预评价报告  
审查专家组意见

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |     |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|
| 审查时间                        | 2024 年 10 月 8 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 审查地点 | 常德市 |
| 专家<br>组<br>审<br>查<br>意<br>见 | <p>2024 年 月 日，常德市应急管理局组织有关专家和人员对《常德市常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价报告》（以下简称安全预评价报告）进行审查，专家组（名单附后）对湖南佳铂安全技术咨询有限公司编制的安全预评价报告进行了审查，并认真听取了项目建设单位和安全预评价报告编制单位的汇报，并就有关情况向项目建设单位和安全预评价报告编制组有关人员进行了询问。经审查，形成如下审查意见：</p> <p>1、该安全预评价报告引用的法律法规和标准规范适用，安全预评价报告格式和内容符合《安全评价通则》AQ8001-2007 和《安全预评价导则》AQ8002-2007 的要求，条理清楚，内容较全面；</p> <p>2、安全预评价报告对该项目涉及的危险、有害因素进行了全面的分析和辨识，涉及的危险、有害程度判断准确，并运用安全检查表法等评价方法对项目选址及外部环境等评价单元及总体状况进行了评价，并做出了合理的评价结果，评价单元划分合理，评价方法选择恰当，评价结论准确；</p> <p>3、安全预评价报告提出的安全对策措施企业应认真落实。</p> <p>专家组同意通过《常德市常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价报告》评审，并提出如下建议：</p> <p>1、完善评价依据；</p> <p>2、完善火灾爆炸危险因素；</p> <p>3、建议二车间设置 SIS 系统，同时并入原有 SIS 系统中；</p> <p>4、根据专家个人意见进行修改。</p> <p>按以上建议和专家个人意见修改经专家组组长审查签字后通过。</p> <p>专家组组长（签名）：<br/>2024 年 10 月 8 日</p> |      |     |

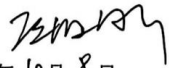
专家评审意见表

| 姓 名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 职务/职称                         | 所在单位         | 联系方式        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|
| 黄友良                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 高级工程师                         | 湖南飞良工程设计有限公司 | 17373352605 |
| 项目名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价报告 |              |             |
| <p>审查意见：</p> <p>1、安全预评价报告编制单位具备本项目安全评价资质条件；</p> <p>2、安全预评价报告引用的法律法规和标准规范适用，报告格式和内容基本符合《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的要求；同时提出如下需完善或修改的意见：</p> <p>1）评价依据增加《导热油加热炉系统规范》SYT0524-2016、《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化〔2007〕255号）、《危险化学品分类信息表》国家安监总局安监总厅管三〔2015〕80号、《工业金属管道设计规范》GB50316-2000（2008版）、《建筑抗震设防分类标准》GB50223-2008、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014；</p> <p>2）“1.2.1 项目由来”中“该公司拟在生产二车间建设新的生产线，把现在一车间生产的四种产品，N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺，转移到二车间生产”中“转移”有歧义，建议更换表述方法；</p> <p>3）“表 2-5 产品方案表”补充“危险化学品目录序号”；</p> <p>4）“表 2-6 新增主要生产工艺设备表”补充表中所列温度、压力等参数；</p> <p>5）“3.2.1 火灾爆炸”补充桶装的间甲苯胺、桶装的对甲苯胺抽料过程为非密闭操作，如操作不当，易导致火灾事故，输送至车间计量槽，如液位控制失误，造成车间计量槽满溢出现火灾事故，导热油管道进入二车间前未设置远程紧急切断阀，易导致火灾事故蔓延；</p> <p>6）“3.8 危险化工工艺辨识”中“本项目 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺系列产品主要为烷基化生产工艺，属于国家重点监管的危险工艺”，而“2.8.9 自动控制系统”中“二车间不设置 SIS 系统，”建议部分控制点并入原有 SIS 系统。</p> |                               |              |             |
| 最终结论                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 修改后通过                         | 专家签字         | 黄友良         |
| 最终结论分为：通过、经专家组复核后通过、不通过。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               |              |             |

专家评审意见表

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |         |      |      |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------|------|
| 项目名称   | 常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目<br>安全预评价                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |         |      |      |
| 专家姓名   | 彭伟                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 职称   | 注册安全工程师 | 专业   | 安全工程 |
| 评审时间   | 2024.10.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 评审地点 | 常德      | 评审形式 | 评审   |
| 报告编制单位 | 湖南佳铂安全技术咨询有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |         |      |      |
| 总评意见   | 通过（ ）、修改后通过（√）、 不通过（ ） （括号内划√）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |         |      |      |
| 评审意见   | <p>经审查，形成如下意见：</p> <p>1、更新法律法规标准规范：补充《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令〔1998〕第4号发布，主席令〔2024〕第25号修正）、《危险化学品企业生产安全事故应急准备指南》应急厅〔2019〕62号、《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）、《个体防护装备安全管理规范》（AQ6111-2023）、《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB 30871-2022、《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB30077-2023，更新《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令〔2024〕第797号修正）、《危险化学品目录》（2022版）、《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；删除《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ3028-2008、《化学品生产单位高处作业安全规范》（AQ3025-2008）、《化学品生产单位动火作业安全规范》（AQ3022-2008）、《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）。</p> <p>2、工艺中存在“甲醇精馏塔”，但设备清单中仅有精馏釜无精馏塔，请核实。</p> <p>3、工艺中仅描述了甲基系列物料通过泵从原料桶进入高位槽中，未描述甲醇如何进入高位槽，是直接从储罐进料，还是储罐区转后车间通过泵打入高位槽，不同的工艺危险性分析不同，应补充。</p> <p>4、细化自控系统的描述，展开描述 SIS 系统及 GDS 系统分别联锁了哪些装置，联锁的装置能起到何种效果。</p> <p>5、章节3中，引用的《生产过程危险和有害因素分类与代码》应更新为《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB13861-2022，同时应参照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986及《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB13861-2022 规范章节分类及事故分类描述，如中毒与窒息改为中毒和窒息，电气事故危害分别归纳至火灾及触电事故描述中进行，噪声和振动、粉尘危害、自控系故障危害等归纳至“物的因素”中进行分析等。</p> <p>6、依照工艺描述，本项目甲醇存在精馏回收工艺，因此车间内可能存在回收罐或中间罐。且后文的“表 5-16 蒸气云爆炸(UVCE)模型计算结果”中，甲基化釜储存有 2000kg 甲醇。因此，需在重大危险源分析中补充生产单元的评价分析内容。</p> <p>7、“表 5-2 本项目外部安全距离表”及“表 5-3 本项目建构筑物间的防火间距检查表”中防火间距依据引用自建规，本项目应引用自精细规。</p> <p>专家签名：彭伟<br/>2024 年 10 月 8 日</p> |      |         |      |      |

专家评审意见表

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |         |      |         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------|---------|
| 项目名称   | 常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |         |      |         |
| 专家姓名   | 欧阳昕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 职称   | 注册安全工程师 | 专业   | 安全健康和环保 |
| 评审时间   | 2024.10.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 评审地点 | 常德      | 评审形式 | 评审      |
| 报告编制单位 | 湖南佳铂安全技术咨询有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |         |      |         |
| 总评意见   | 通过（ ）、修改后通过（ <input checked="" type="checkbox"/> ）、 不通过（ ） （括号内划√）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |         |      |         |
| 评审意见   | <p>经审查，形成如下意见：</p> <p>1、进一步补充完善法律法规标准规范：补充《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令（2024）第 25 号修正）、《危险化学品仓库储存通则》（GB 15603-2022）《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）、《个体防护装备安全管理规范》（AQ6111-2023）、《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB 30871-2022，更新《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令（2024）第 797 号修正）、《危险化学品目录》（2022 版）；删除《化学品生产单位受限空间作业安全规范》AQ3028-2008、《化学品生产单位高处作业安全规范》（AQ3025-2008）、《化学品生产单位动火作业安全规范》（AQ3022-2008）、《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）、《常用化学危险品贮存通则》（GB15603-1995）。</p> <p>2、“火灾爆炸”章节中补充导热油泄漏与易燃物料接触可能引发的火灾事故分析。</p> <p>3、“中毒、窒息”章节中补充甲醇泄漏可能造成的中毒和窒息事故分析。</p> <p>4、“噪声和振动危害”属于职业卫生范畴，前文评价范围中明确本项目不涉及职业卫生，建议删除该章节，或归纳至“物的因素”中弱化描述内容。</p> <p>5、“有限空间危害”分析中，仅描述有限空间作业可能造成缺氧窒息风险，未描述可能导致中毒风险。</p> <p>6、依照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986 规范事故分类描述，如中毒和窒息，而非中毒与窒息，爆炸应区分何种爆炸，如容器爆炸、其他爆炸等。</p> <p>7、“表 5-2 本项目外部安全距离表”及“表 5-3 本项目建构筑物间的防火间距检查表”中防火间距依据引用自建规，本项目应引用自精细规。</p> <div>专家签名： <br/>2024 年 10 月 8 日</div> |      |         |      |         |

[illegible]

## 前 言

常德常联化工有限公司（以下简称“常联化工”）成立于 2019 年 10 月 12 日，位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，法人代表为周炳荣，注册资本 1000 万元，公司股东为周瑾、姜卢卫、卢利英、钱旭东，公司的主要业务范围为其他有机化学原料制造与销售。

常德常联化工有限公司已投资 12600 万元人民币，在常德经济技术开发区化工园区尚德路以东、民建路以南征地 47.6 亩建成了年产 15000 吨 N-甲基苯胺、N-乙基苯胺等系列产品生产基地。企业在 2019 年 12 月 12 日取得项目备案证明，项目编码：2019-430701-26-03-041978，2020 年 6 月 11 日取得《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（湘危化项目设立审字【2020】678 号），同时委托湖南化工设计院有限公司对项目进行安全设施设计并编制安全设施设计专篇，并于 2020 年 10 月 26 日取得《关于常德常联化工有限公司危险化学品建设项目安全设施设计审查的批复》（湘危化项目设计审字【2020】707 号），2024 年 2 月 5 日取得湖南省应急管理厅颁发的安全生产许可证。

在原建设项目中，基地生产二车间只建有厂房，未安装生产设备，该公司拟在生产二车间建设新的生产线，把现在一车间生产的四种产品，N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺，转移到二车间生产。根据《中华人民共和国安全生产法》的有关规定，以及《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局 45 号令）等文件精神，常德常联化工有限公司二车间新建生

产线属于新建项目，必须进行安全预评价。为此，常德常联化工有限公司于2024年8月委托湖南佳铂安全技术咨询有限公司承担该项目的安全预评价工作。

湖南佳铂安全技术咨询有限公司成立了常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价工作组，评价工作组认真收集了相关的法律、法规、技术标准和规范，查阅了相关的技术资料，对拟建生产线厂址进行了勘察，在原可行性研究报告、原安全评价报告的基础上，按照《安全预评价导则》、《危险化学品建设项目安全评价细则》等技术规范要求，编制完成本项目安全预评价报告书。

报告在编制过程中，得到了有关部门及相关领导、专家、同仁的大力支持，在此深表谢意。

湖南佳铂安全技术咨询有限公司

2024年10月10日

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第1章 编制说明 .....                   | 1  |
| 1.1 评价目的 .....                   | 1  |
| 1.2 编制依据 .....                   | 1  |
| 1.3 评价原则 .....                   | 12 |
| 1.4 评价范围 .....                   | 12 |
| 1.5 评价程序 .....                   | 12 |
| 第2章 建设项目概况 .....                 | 15 |
| 2.1 企业简介 .....                   | 15 |
| 2.2 建设项目简介 .....                 | 15 |
| 2.3 主要气象地质条件 .....               | 21 |
| 2.4 总图运输 .....                   | 24 |
| 2.5 生产工艺流程、生产装置 .....            | 27 |
| 2.6 储运系统 .....                   | 39 |
| 2.7 土建工程 .....                   | 39 |
| 2.8 公用工程 .....                   | 40 |
| 2.9 企业组织和劳动定员 .....              | 48 |
| 2.10 安全生产管理 .....                | 50 |
| 第3章 主要危险、有害因素分析 .....            | 52 |
| 3.1 原辅材料、产品的理化性能指标 .....         | 52 |
| 3.2 生产过程中危险有害因素分析 .....          | 60 |
| 3.3 储存过程主要危险、有害因素综合分析 .....      | 73 |
| 3.4 公用工程及辅助设施主要危险、有害因素综合分析 ..... | 77 |
| 3.5 生产过程主要危险、有害因素综合分析 .....      | 81 |
| 3.6 施工期间的危险、有害因素 .....           | 81 |
| 3.7 重大危险源辨识 .....                | 84 |
| 3.8 危险化工工艺辨识 .....               | 85 |
| 3.9 易制毒化学品和剧毒品辨识 .....           | 85 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 3.10 易制爆危险化学品的辨识 .....            | 86         |
| 3.11 重点监管危险化学品辨识 .....            | 86         |
| 3.12 监控化学品辨识 .....                | 86         |
| <b>第4章 评价单元的划分和评价方法的选用 .....</b>  | <b>87</b>  |
| 4.1 单元划分原则 .....                  | 87         |
| 4.2 评价单元的划分 .....                 | 87         |
| 4.3 安全评价方法的选用 .....               | 88         |
| 4.4 安全评价方法介绍 .....                | 88         |
| <b>第5章 定性定量评价 .....</b>           | <b>100</b> |
| 5.1 建设项目选址及周边环境评价 .....           | 100        |
| 5.2 生产过程安全评价 .....                | 112        |
| 5.3 公用辅助工程单元 .....                | 155        |
| 5.4 施工期评价 .....                   | 169        |
| 5.5 事故案例分析 .....                  | 173        |
| <b>第6章 安全对策措施及建议 .....</b>        | <b>180</b> |
| 6.1 在可行性报告中提出拟采取的职业安全卫生技术措施 ..... | 180        |
| 6.2 《反应安全风险评估报告》的安全对策措施采纳情况 ..... | 185        |
| 6.3 补充的安全对策措施及建议 .....            | 186        |
| <b>第7章 评价结论 .....</b>             | <b>209</b> |
| 7.1 本项目的主要危险有害因素 .....            | 209        |
| 7.2 安全评价单元评价结论 .....              | 210        |
| 7.3 综合评价结论 .....                  | 212        |
| <b>附件目录 .....</b>                 | <b>213</b> |

# 第 1 章 编制说明

## 1.1 评价目的

1) 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”安全生产方针，确保建设工程项目中的职业安全技术措施与设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，保证建设项目建成后在职业安全卫生方面符合国家的有关法规、标准和规定。

2) 找出本项目建成运行后存在的主要危险、有害因素及其产生危险的、危害后果的主要条件，从整体上评价建设项目的运行状况和安全管理是否正常、安全可靠有效。

3) 对常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目中存在的固有危险，有害因素进行定性、定量的评价和科学分析，对其已采取的控制手段进行评价，同时确定其风险等级。

4) 提出消除、预防或降低常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目的危险性，提高建设项目安全运行等级的安全对策，为装置的安全设计、生产运行以及日常管理提供依据，并为上级主管部门实行安全监察提供依据。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1. 项目由来

跨入 21 世纪以来，随着经济全球化趋势快速发展，以及我国国民经济持续稳步快速发展对精细化学品和特种化学品强大市场需求，吸引了诸多世界著名跨国公司纷纷来我国投资精细化工行业，投资领域涉及精细化工原料和中间体、催化剂、油品添加剂、塑料和橡胶助剂、纺织/皮革化学品、电子化学品、涂料和胶粘剂、发泡剂和制冷剂替代品、食品和饲料添加剂以及医药等，从而有力地推动我国精细化工

产业的发展。

本项目产品可用于抗爆剂、有机合成、橡胶助剂、高档染料医药等，随着国家政策的调整和倾斜，市场不断扩展，项目产品的使用量将大增加，目前的产量是远远不能满足市场的需求。该项目建成投产后，可以大大缓解从国外进口的矛盾，为国家节约外汇，为企业的发展增添后劲，产品具有良好的市场前景，项目的建设具有巨大的市场和广阔的发展空间。

根据市场需求的日益增长，常德常联化工有限公司已在湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号投资 1.26 亿元，用地面积 47.6 亩，建成年产 15000 吨 N-甲基苯胺、N-乙基苯胺等系列产品生产基地。在原建设项目中，基地生产二车间只建有厂房，未安装生产设备，该公司拟在生产二车间建设新的生产线，生产 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺四种产品，。

该公司于 2024 年 8 月委托湖南佳铂安全技术咨询有限公司承担“常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目”的安全预评价工作。

### 1.2.2.评价采用的法律、法规和标准

本报告编制依据的有关安全法规和标准主要包括国家法规、国家及各部委、行业颁布的各类强制性标准和推荐性标准。

#### 1.2.2.1 国家有关法律

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》（主席令（2002）第 70 号、（2014）第 13 号修改、（2021）第 88 号修正）
- 2) 《中华人民共和国职业病防治法》（主席令〔2001〕第 60 号

发布，主席令〔2018〕第 24 号修正）

3) 《中华人民共和国消防法》（主席令〔1998〕第 4 号发布，主席令〔2021〕第 81 号修正）

4) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令〔1989〕第 22 号发布，主席令〔2018〕第 24 号修正）

5) 《中华人民共和国劳动法》（主席令〔1994〕第 28 号发布，主席令〔2018〕第 24 号修正）

6) 《中华人民共和国特种设备安全法》（主席令〔2013〕第 4 号发布）

7) 《中华人民共和国建筑法》（主席令〔1997〕第 91 号发布，主席令〔2019〕第 29 号修正）

8) 《中华人民共和国防震减灾法》（主席令〔1997〕第 94 号发布，主席令〔2008〕第 7 号修正）

9) 《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令〔1998〕第 4 号发布，主席令〔2024〕第 25 号修正）

#### 1.2.2.2 国务院有关行政法规及规范性文件

1) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令〔2002〕第 344 号发布，国务院令〔2013〕第 645 号修正）

2) 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令〔2003〕第 393 号发布）

3) 《特种设备安全监察条例》（国务院令〔2002〕第 344 号发布，国务院令〔2013〕第 645 号修正）

4) 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号）

5) 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》(国务院令〔2002〕第 352 号公布,〔2024〕第 797 号修正)

6) 《工伤保险条例》(国务院令〔2003〕第 375 号发布,国务院令〔2009〕第 586 号修正)

7) 《消防安全责任制实施办法》(国务院令〔2017〕第 87 号公布)

8) 《中华人民共和国监控化学品管理条例》(国务院令〔1995〕第 190 号发布,国务院令〔2011〕第 588 号修正);

9) 《安全生产许可证条例》(国务院令〔2004〕第 397 号发布,国务院令〔2014〕第 653 号修正)

10) 《公路安全保护条例》(国务院令〔2011〕第 593 号公布)

11) 《易制毒化学品管理条例》(国务院令〔2005〕第 445 号发布,国务院令〔2018〕第 703 号修正)

12) 《易制毒化学品的分类和品种目录(2021 年版)》国办函〔2021〕58 号

13) 《生产安全事故应急条例》(国务院令〔2018〕第 708 号公布)

14) 《建设工程抗震管理条例》国务院令 第 744 号

#### 1.2.2.3 国家各部委、行业主管部门的有关规章和指导性文件

1) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法(修改)》(国家安全监管总局令〔2012〕第 45 号,〔2015〕第 79 号修订)

2) 《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则》(安监总厅管三〔2013〕39 号)

3) 《危险化学品建设项目安全设施目录》(安监总危化〔2007〕225 号)

- 4) 《特种设备质量监督与安全监察规定》（国家质量技术监督局令第 13 号）
- 5) 《防雷减灾管理办法》（中国气象局令第 20 号）
- 6) 《仓库防火安全管理规则》（公安部令第 6 号）
- 7) 《关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）
- 8) 《关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号）
- 9) 《关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）
- 10) 《首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》（安监总厅管三〔2011〕142 号）
- 11) 《关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12 号）
- 12) 《危险化学品登记管理办法》（国家安全监管总局令第 53 号）
- 13) 《关于进一步加强非药品类易制毒化学品监管工作的指导意见》（安监总管三〔2012〕79 号）
- 14) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全监管总局令（2011）第 40 号，（2015）第 79 号令修订）
- 15) 《生产经营单位安全培训规定》（国家安全监管总局令（2013）第 63 号，（2015）第 80 号令修订，自 2015 年 7 月 1 日起施行）
- 16) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（国家安全监管

管总局令（2010）第 30 号，（2015）第 80 号令修订，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

17)《关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76 号）

18)《危险化学品名录》（2022 年版）

19)《危险化学品安全技术全书》（2017 年版）

20) 应急管理部关于印发《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》和《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78 号）

21)《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》住房和城乡建设部 51 号令

22)《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三【2017】121 号）

23)《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第一批)》的通知（应急厅〔2020〕38 号）

24)《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》（安监总危化(2007)255 号）

25)《危险化学品企业生产安全事故应急准备指南》应急厅〔2019〕62 号

#### 1.2.2.4 湖南省有关法规、规章和指导性文件

1)《湖南省安全生产条例》2012 年 3 月 31 日湖南省第十一届人民代表大会常务委员会第二十八次会议第一次修正，2022 年 7 月 28 日经湖南省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次修订

2) 2)《中共湖南省委湖南省人民政府关于进一步加强安全生产

工作的决定》湘发〔2009〕19号

3) 《湖南省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》湘政发[2010]27号

4) 《湖南省安全生产委员会关于进一步加强危险化学品安全生产工作的指导意见》（湘安〔2010〕8号）

5) 《关于印发〈湖南省危险化学品企业主要负责人保护员工生命安全七条规定〉的通知》（湘安监〔2013〕19号）

6) 《转发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》（湘安监危化〔2009〕146号文件）

7) 《湖南省生产经营单位安全生产主体责任规定》（湖南省人民政府令【2017】第287号）

#### 1.2.2.5 国家、行业及地方相关标准、规范

1) 《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）

2) 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）

3) 《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）

4) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）

5) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）

6) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）

7) 《建筑机电工程抗震设计规范》（GB 50981-2014）

8) 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）

9) 《化学工业建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB 50914-2013）

10) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

11) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）

12) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

13) 《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）

- 14) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010, 2015 年版)
- 15) 《工程隔振设计标准》(GB 50463-2019)
- 16) 《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)
- 17) 《20 kV 及以下变电所设计规范》(GB 50053-2013)
- 18) 《低压配电设计规范》(GB50054-2011)
- 19) 《电力工程电缆设计标准》(GB50217-2018)
- 20) 《交流电气装置接地设计规范》(GB50065-2011)
- 21) 《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2024)
- 22) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)
- 23) 《石油化工静电接地设计规范》(SH/T 3097-2017)
- 24) 《爆炸性环境 第 14 部分：场所分类 爆炸性气体环境》  
(GB3836.14-2014)
- 25) 《危险场所电气防爆安全规范》(AQ3009-2007)
- 26) 《防止静电事故通用导则》(GB12158-2006)
- 27) 《工业电视系统工程设计规范》(GB50115-2019)
- 28) 《消防安全标志》(GB13495.1-2015)
- 29) 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》  
(GB/T50493-2019)
- 30) 《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116-2013)
- 31) 《综合布线系统工程设计规范》(GB50311-2016)
- 32) 《泡沫灭火系统设计规范》(GB 50151-2010)
- 33) 《消防应急照明和疏散指示系统》(GB17945-2010)
- 34) 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》(GB 51309-2018)
- 35) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- 36) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》  
(GBZ 2.1-2019)

- 37) 《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)
- 38) 《工业场所职业病危害警示标识》 (GBZ 158-2003)
- 39) 《职业性接触毒物危害程度分级》 (GBZ230-2010)
- 40) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》 (GB/T13861-2022)
- 41) 《工业企业噪声控制设计规范》 (GB/T 50087-2013)
- 42) 《化工企业安全卫生设计规范》 (HG 20571-2014)
- 43) 《生产过程安全卫生要求总则》 (GB/T12801-2008)
- 44) 《危险货物品名表》 (GB12268-2012)
- 45) 《危险货物分类和品名编号》 (GB6944-2012)
- 46) 《化学品分类和危险性公示通则》 (GB13690-2009)
- 47) 《危险化学品重大危险源辨识》 (GB18218-2018)
- 48) 《化学品安全标签编写规定》 (GB15258-2009)
- 49) 《常用化学危险品贮存通则》 (GB15603-1995)
- 50) 《易燃易爆性商品储存养护技术条件》 (GB17914-2013)
- 51) 《化学品安全技术说明书内容和项目顺序》 (GB/T16483-2008)
- 52) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 (GB50019-2015)
- 53) 《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》 (SH/T 3004-2011)
- 54) 《化工采暖通风与空气调节设计规范》 (HG/T 20698-2009)
- 55) 《机械安全进入机器和工业设备的固定设施第 1 部分：进入两级平面之间的固定设施的选择》 (GB17888.1-2008)
- 56) 《机械安全进入机器和工业设备的固定设施第 2 部分：工作平台和通道》 (GB17888.2-2008)
- 57) 《机械安全进入机器和工业设备的固定设施第 3 部分：楼梯、阶梯和护栏》 (GB17888.3-2008)
- 58) 《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分 钢斜梯》

(GB4053.2-2009)

- 59) 《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)
- 60) 《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016)
- 61) 《钢制焊接常压容器》(NB/T 47003.1-2009)
- 62) 《压力容器焊接规程》(NB/T 47015-2011)
- 63) 《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》(SH/T 3022-2019)
- 64) 《安全色》(GB2893-2008)
- 65) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- 66) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB 7231-2003)
- 67) 《工业循环水冷却设计规范》(GB/T 50102-2014)
- 68) 《工业设备及管道绝热工程设计规范》(GB 50264-2013)
- 69) 《化学品生产单位动火作业安全规范》(AQ3022-2008)
- 70) 《化工建设项目安全设计管理导则》(AQ/T3033-2010)
- 71) 《工业金属管道工程施工规范》(GB 50235-2010)
- 72) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)
- 73) 《个体防护装备选用规范》(GB/T11651-2008)
- 74) 《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》(SH 3009-2013)
- 75) 《石油化工静电接地设计规范》(SH/T 3097-2017)
- 76) 《石油化工分散控制系统设计规范》(SH/T 3092-2013)
- 77) 《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T 50770-2013)
- 78) 《石油化工储运系统泵区设计规范》(SH/T 3014-2012)
- 79) 《国民经济行业分类》(GB/T4754-2017)
- 80) 《建筑给排水设计标准》(GB50015-2019)

- 81) 《导热油加热炉系统规范》 SYT0524-2016
- 82) 《工业金属管道设计规范》 GB50316-2000 (2008 版)
- 83) 《建筑抗震设防分类标准》 GB50223-2008
- 84) 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974-2014;
- 85) 《个体防护装备配备规范 第 2 部分: 石油、化工、天然气》 (GB 39800.2-2020)
- 86) 《个体防护装备安全管理规范》 (AQ6111-2023)
- 87) 《化学品生产单位特殊作业安全规范》 GB 30871-2022
- 88) 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》 GB30077-2023
- 89) 《危险化学品仓库储存通则》 (GB 15603-2022)
- 90) 《个体防护装备配备规范 第 2 部分: 石油、化工、天然气》 (GB 39800.2-2020)
- 91) 《个体防护装备安全管理规范》 (AQ6111-2023)

### 1.2.3.本项目有关主要技术资料及参考资料

- 1) 《化工安全设计》，化学工业出版社，2004. 5;
- 2) 常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目安全预评价合同;
- 3) 《常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目可行性研究报告》，盐城久安工程技术有限公司，2019 年 11 月。
- 4) 《常德常联化工有限公司年产 15000 吨 N-甲基苯胺、N-乙基苯胺等系列化工生产基地项目安全预评价》湖南科大广通能源安全技术咨询服务有限公司，2020 年 5 月。
- 5) 《常德常联化工有限公司年产 15000 吨 N-甲基苯胺、N-乙基苯胺等系列化工生产基地项目安全验收评价》博俊安全技术有限公司，2023 年 12 月。

### 1.3 评价原则

本评价将按国家现行有关安全生产的法律、法规和标准要求对本项目进行评价，同时遵循下列原则：

- 1) 严格执行国家、地方与行业现行有关安全生产方面的法律、法规和标准，保证评价的科学性与公正性。
- 2) 采用可靠、先进适用的评价技术，确保评价质量，突出重点。

### 1.4 评价范围

经常德常联化工有限公司和湖南佳铂安全技术咨询有限公司双方共同协商，本次安全预评价的范围为位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号的生产二车间新建生产线项目的建设内容。本预评价报告主要针对上述建设项目范围内在可研中涉及到安全生产方面的危险、有害因素，以及采取的安全对策措施进行综合评价。职业卫生、环境影响及厂外运输等不在本次评价范围内。公辅工程引用原有验收的相关数据，不在本次评价范围内。

本项目的主要工程内容包括：生产二车间总建筑面积 888m<sup>2</sup>，本项目建筑及消防工程已经完成建设，主要是生产设备的安装。

### 1.5 评价程序

安全预评价程序一般包括：前期准备；辨识与分析危险、有害因素；划分评价单元；定性、定量评价；提出安全对策措施建议；做出评价结论；编制安全预评价报告等。

1) 前期准备工作包括：明确评价对象和评价范围；组建评价组；收集国内外相关法律法规、标准、规章、规范；收集并分析评价对象的基础资料、相关事故案例；对类比工程进行实地调查等内容。

2) 辨识和分析评价对象可能存在的各种危险、有害因素；分析

危险、有害因素发生作用的途径及其变化规律。

3) 评价单元划分应考虑安全预评价的特点,以自然条件、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行。

4) 根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布,选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法对危险、有害因素导致事故发生的可能性及其严重程度进行评价。

对于不同的评价单元,可根据评价的需要和单元特征选择不同的评价方法。

5) 为保障评价对象建成或实施后能安全运行,应从评价对象的总图布置、功能分布、工艺流程、设施、设备、装置等方面提出安全技术对策措施;从评价对象的组织机构设置、人员管理、物料管理;应急救援管理等方面提出安全管理对策措施;从保证评价对象安全运行的需要提出其他安全对策措施。

#### 6) 评价结论

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

安全预评价程序框图见图 1-1 所示。

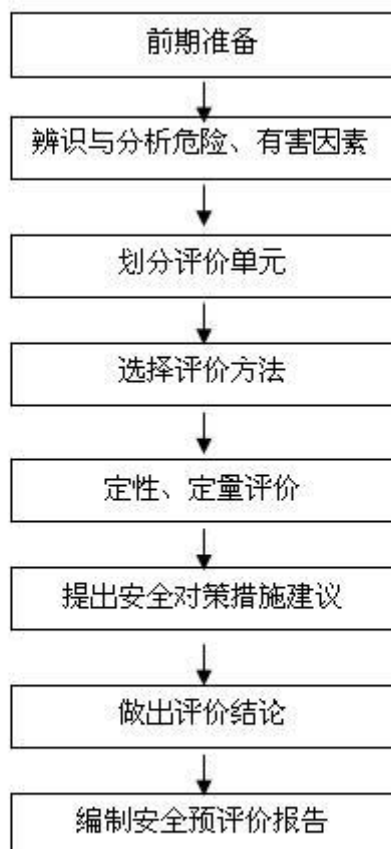


图 1-1 安全预评价工作程序图

## 第 2 章 建设项目概况

### 2.1 企业简介

常德常联化工有限公司（以下简称“常联化工”）成立于 2019 年 10 月 12 日，位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，法人代表为周炳荣，注册资本 1000 万元。公司股东为周瑾、姜卢卫、卢利英、钱旭东，公司的主要业务范围为其他有机化学原料制造与销售。

常联化工已在湖南省常德经济技术开发区开发区尚德路以东、民建路以南征地 47.6 亩，投资 12600.0 万元，建设了年产 15000 吨 N-甲基苯胺、N-乙基苯胺等系列产品生产基地，并于 2024 年 2 月 5 日取得了安全生产许可证。投产快一年来，完成销售收入 17000.0 万元，新增税收 1800 万元，净利润 1800 万元，在一定程度缓解市场供需矛盾，为企业带来较好的经济效益，同时也已成为湖南省常德经济技术开发区的又一新的经济增长点。

为了缓解生产一车间生产压力，该公司拟在生产二车间建设新的生产线，把原二车间的四个产品 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯，转移到二车间生产。

### 2.2 建设项目简介

#### 2.2.1. 建设项目主要内容

常德常联化工有限公司生产二车间设备及安装投入为 3000.0 万元，其中安全投资约 180 万元，占总投资额的 6%。该项目建设主要内容包括：生产二车间（建筑面积 888m<sup>2</sup>）安装 4 条生产线，办公楼、

仓库、罐区、消防水池、污水处理、事故池、锅炉房、控制室、中间分析室、仪表机柜室、初期雨水收集池等利旧。主要建设内容见表2-1。

表2-1 建设内容一览表

| 序号     | 工程名称                      | 内容及规模                          | 备注             |
|--------|---------------------------|--------------------------------|----------------|
| 一、主体工程 |                           |                                |                |
| 1)     | 生产二车间（甲类）                 | 占地面积888m <sup>2</sup> ，安装四条生产线 | 建筑工程原已完成，仅设备安装 |
| 二、辅助工程 |                           |                                |                |
| 2)     | 丙类仓库1（丙类）                 | 占地面积1265m <sup>2</sup>         | 成品仓库、利旧        |
| 3)     | 丙类仓库2（丙类）                 | 占地面积1265m <sup>2</sup>         | 原料仓库、利旧        |
| 4)     | 罐区（丙类）                    | 占地面积1987.18m <sup>2</sup>      | 成品罐区、利旧        |
| 5)     | 埋地罐区（甲类）                  | 占地面积665.76m <sup>2</sup>       | 储存甲醇、利旧        |
| 二、公用工程 |                           |                                |                |
| 6)     | 辅助间（控制室、仪表机柜室、中间分析室、动力柜室） | 占地面积 228m <sup>2</sup>         | 利旧             |
| 7)     | 固废房                       | 占地面积 265m <sup>2</sup>         | 利旧             |
| 8)     | 变压器                       | 占地面积 12m <sup>2</sup>          | 利旧             |
| 9)     | 消防水池                      | 占地面积 288m <sup>2</sup>         | 利旧             |
| 10)    | 污水处理                      | 占地面积 1029m <sup>2</sup>        | 利旧             |
| 11)    | 初期雨水收集池                   | 占地面积 72m <sup>2</sup>          | 利旧             |
| 12)    | 事故池                       | 占地面积 180m <sup>2</sup>         | 利旧             |

项目主要建构筑物见表 2-2。

表 2-2 建筑物和构筑物一览表

| 序号 | 名称                        | 占地面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 建筑面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 火灾<br>危险性 | 层数  | 耐火<br>等级 | 备注                      |
|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-----|----------|-------------------------|
| 1  | 办公楼                       | 573.8                     | 1721.4                    |           | 3 层 | 二级       | 已有                      |
| 2  | 门卫                        | 28.8                      | 28.8                      |           | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 3  | 生产一车间                     | 3484.8                    | 3484.8                    | 甲类        | 1 层 | 一级       | 已有                      |
| 4  | 生产二车间                     | 888                       | 888                       | 甲类        | 1 层 | 一级       | 已有、增加设备                 |
| 5  | 甲类仓库                      | 495                       | 495                       | 甲类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 6  | 丙类仓库 1                    | 1265                      | 1265                      | 丙类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 7  | 丙类仓库 2                    | 1265                      | 1265                      | 丙类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 8  | 罐区                        | 1987.18                   | 0                         |           |     |          | 已有                      |
|    | 埋地罐区（甲类）                  | 665.76                    |                           | 甲类        |     |          | 已有                      |
|    | 罐区（丙类、戊类）                 | 1321.42                   |                           | 丙类        |     |          | 已有                      |
| 9  | 露天泵区 1                    | 18                        | 18                        | 甲类        |     | 一级       | 已有                      |
| 10 | 露天泵区 2                    | 18                        | 18                        | 甲类        |     | 一级       | 已有                      |
| 11 | 导热油炉房                     | 220                       | 220                       | 丁类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 12 | 辅助间（控制室、仪表机柜室、中间分析室、动力柜室） | 228                       | 228                       | 丁类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 13 | 固废房                       | 265                       | 265                       | 丙类        | 1 层 | 二级       | 已有                      |
| 14 | 变压器                       | 12                        | 12                        |           |     |          | 已有                      |
| 15 | 消防水池                      | 288                       | 0                         |           |     |          | 已有、容积 595m <sup>3</sup> |
| 16 | 污水处理                      | 1029                      | 0                         |           |     |          | 已有、容积 540m <sup>3</sup> |
| 17 | 初期雨水收集池                   | 72                        | 0                         |           |     |          | 已有                      |
| 18 | 事故池                       | 180                       | 0                         |           |     |          | 已有 600m <sup>3</sup>    |
|    | 合计                        | 12349.58                  | 9921.00                   |           |     |          | 已有                      |

本项目安全设施专项投资见表 2-3。

表 2-3 项目专项投资一览表

| 序号 | 项目     | 投资额（万元） | 所占比例 |
|----|--------|---------|------|
| 1  | 安全设施工程 | 150     | 5%   |
| 2  | 消防工程   | 30      | 1%   |
| 合计 |        | 180     | 6%   |

### 2.2.2.地理位置及周边环境

常德位于湖南省西北部，是江南著名的“鱼米之乡”，地处长江中游洞庭湖水系、沅江下游和澧水中下游以及武陵山脉、雪峰山

脉东北端。常德市东据西洞庭湖，与益阳市的南县、沅江市湖汉交错；西倚湘西山地，与蜿蜒在张家界市慈利县、永定区及怀化市沅陵县的武陵山脉相承；北枕鄂西山地和江汉平原，与湖北恩施土家族苗族自治州鹤峰县、宜昌市五峰县的山地以及荆州市松滋市、公安县、石首市的平原相连；南抵资水流域，乌云山脉是常德市与益阳市资阳区、桃江县、安化县之间的分水岭。常德最北端在石门县壶瓶山镇桐木山村（北纬  $30^{\circ} 07' 53''$ ），最南端在桃源县西安镇薛家冲村（北纬  $28^{\circ} 24' 31''$ ），最西端在国营东山峰，最东端在汉寿县百禄桥乡烟包山园艺（东经  $112^{\circ} 17' 52''$ ）。市境东西极宽 174.6 公里，南北极长 187.2 公里，常德市总面积 18190 平方公里。

湖南省常德经济技术开发区坐落在素有“善德之源”美誉的德山，位于常德市东南面，与市主城区隔（沅）江相望，其前身为 1992 年 5 月成立的德山经济开发区，2010 年 6 月经国务院批准为国家级经济技术开发区。全区管辖面积 155 平方公里，规划面积 70 平方公里，现有人口约 15 万。经过 20 多年的发展，常德开发区由弱到强发展壮大，园区产业集聚，基础设施日趋完善，各方面发展成果显著。日趋完善的配套设施，区内道路都按城市 III 级道路标建设，30km 建成区域路网实现了全覆盖，70km 规划区域基本完成主次干道的建设。拥有 110 千伏变电站 3 座、220 千伏变电站 2 座，装机 320 万 kw 的湖南华电常德电厂 2015 年建成并开始发电。有 2 座日总供水量达 40 万吨的自来水厂。已建成一座日处理能力 10 万吨的污水处理厂。区内建有天然气高中压压站，常德电电厂的余热蒸汽可为其边 5 公里范围内的企业提供蒸汽。移动、联通、电信在区内设有分公司，

宽带、通讯光及信号全面覆，区内规划有一平方公里的物流园区，已有湘西北物流、明威吊装、直达物流和万路达物流等多家物流企业落户。6 条公交线连接市城区，其中 3 条为快速公交(BRT)线路，今后还将开通 5 条快公交线路链接常德市城区。目前，经开区已完全具备水、电、路、气、照明、网络、通信等条件，生产生活设施日趋完善，能够满足工业、三产和物流等重大项目建设需要。

不断壮大的产业集群。园区现有各类企业 1700 多家，其中规模以上工业企业 147 家，高新技术企业 31 家，战略性新兴产业 29 家，20 多家上市公司在此投资兴业，产值过亿元企业 59 家。基本形成了智能装备制造、生物医药与食品、新材料新能源以及新一代信息技术、商贸物流为构成的“三主两辅”产业格局，以恒安纸业、金健米业、中锂新材、洞庭药业、云锦集团、惠生国际、三一机械、中联液压、常德纺机、力元新材、金富力、金天钛业、武陵酒业、德山酒业、三金药业为代表的一大批骨干企业正在快速成长。2023 年，全区技工总收入 1001 亿元，同比增长 26.9%；完成规模工业总产值 490.3 亿元，同比增长 18.1%；完成固定资产投资 186.1 亿元，同比增长 20.6%；一般公共预算收入 18.1 亿元，同比增长 6.39%。

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，尚德路以东、民建路以南、曙光路以西地块，常德常联化工有限公司化工基地南部偏中。具体位置详见下图 2-地理位置图 1、2-2 卫星图所示。



图 2-1 该项目地理位置图



图 2-2 该项目二车间所在的卫星图

## 2.3 主要气象地质条件

### 1) 气象条件

常德市属于中亚热带湿润季风气候向北亚热带湿润季风气候过渡的地带。气候温暖，四季分明，春秋短，夏冬长；热量丰富，雨量丰沛，春温多变，夏季酷热，秋雨寒秋，冬季严寒。

常德市年平均气温 16.7℃，年降水量 1200-1900 毫米，无霜期 272 天，适宜水稻、棉花、油料等作物生长。由于受地形影响，该地

气候呈现非地带规律。西部山区，东部比西部略低，石门东山峰农场年平均气温 9.2℃，而石门等澧水河谷地带年平均气温 16.8℃。中部丘陵区、太浮山与太阳山对峙形成向北敞开的簸箕形盆地，致使临澧、桃源一带冬季易受冷空气袭击。平原区安乡县年降水量在 1500 毫米以上。

## 2) 地质地貌

常德市西北部属武陵山系，多为中低山区；中部多见红岩丘陵区。常德地貌大体构成是“三分丘岗、两分半山、四分半平原和水面”。山地面积 677.61 万亩，占常德市土地总面积的 24.8%，平原面积 978.98 万亩，占总面积的 35.9%，水面 220.76 万亩，占 8.1%，丘陵岗地 853 万亩，占总面积的 31.2%。

现断块隆起山（如太阳山）和蚀余岛状弧形山（如太浮山）；东部为沅、澧水下游及洞庭湖平原区；西南部为雪峰山余脉，组成中山区。由此构成区内南、北高，中间低，两山夹一凹的基本地貌轮廓。常德市地貌的形成，自远古代武陵运动以来，已经受多次构造运动。远古代末，市境为一广阔的古海槽，受加里东运动的影响，武陵山区随江南古陆上升，海水退出。此时，常德、临澧、石门等县成为陆地。印支运动，使全区海水全部退出，基本上结束海相沉积的历史。燕山运动，奠定了区内地貌轮廓的基础骨架，大致和今日相仿。新构造运动对现在地形影响最大，使西部地区继续上升，导致侵蚀作用强烈，形成构造地貌。中部常、桃盆地上升微弱或稳定，引起强烈的堆积和微弱的侵蚀、剥蚀、形成流水地貌；东部地区间歇沉陷，湖积盛行，加上人为因素的影响形成湖积人为地貌和

生物地貌。常德市整个地势由西向东部倾斜，地貌类型呈中山，中低山或山原，低山侵蚀剥蚀丘陵，岗地-流水堆积平原和湖积围是平原的顺序展布。

### 3) 地震基本烈度

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年修订版）附录 A、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），常德地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.45S，地震基本烈度值 7 度。

### 4) 水文

沅江又称沅水，是中南省份湖南的第二大河流，分南北两源，南源龙头江，源自贵州省都匀的云雾山，北源重安江，源自贵州省麻江县平月间的大山，两源汇合后称清水江，至銓山入湖南省芷江县，东流至黔城与澧水汇合处称沅江，流经会同、洪江、中方、溆浦、辰溪、泸溪、沅陵、桃源和常德等县市，至常德德山注入洞庭湖。干流全长 1033 公里（湖南 568 公里），流域面积 89163 平方公里，其中位于湖南省 51066 平方千米，多年平均径流量 393.3 亿立方米。

澧水是湖南省四大河流之一，澧水干流分北、中、南三源，以北源为主，北源源于湖南省桑植县杉木界，中源源于桑植县八大公山东麓，南源源于湖南永顺县龙家寨，三源于桑植县南岔汇合后东流。沿途接溇水、渫水、道水和沅水等支流，至津市市小渡口注入洞庭湖。干流全长 388 公里，流域面积 18496 平方公里（湖南 15505 平方公里），多年平均径流量 131.2 亿立方米。

## 2.4总图运输

### 2.4.1.总平面布置原则

1) 满足生产工艺要求, 保证生产作业连续、快捷、方便。使厂内外运输配合协调, 避免往返运输和作业线交叉, 避免人流货流交叉。

2) 考虑合理的功能分区, 保证有良好的生产联系和工作环境, 各种动力设施尽量靠近负荷中心, 以缩短管线, 节约能源。根据生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性, 结合地势、风向等条件, 按功能分区集中布置。

3) 结合场地地形、地质、地貌等条件, 因地制宜并尽可能做到紧凑布置, 节约用地。

4) 建(构)筑物的布置应符合防火、卫生规范及各种安全规定和要求, 满足地上、地下工程管线的敷设、绿化布置以及施工的要求。

5) 注意厂容, 与园区内总体规划相协调, 注意并减少污染源对周围环境的影响。

6) 有利管理、方便生活, 为生产管理和职工劳动创造方便良好的条件。

### 2.4.2.总平面布置的技术要求

厂区平面布置与工厂的规模、生产发展、管理体制、厂区自然条件、地区协作条件、运输方式、安全、卫生、环保等技术条件与要求有直接关系, 遵循上述布置原则外, 企业在前期建设中, 已考虑了以下的主要技术要求。

1) 生产要求。工厂总平面布置可以满足生产工艺及物料流程的

要求，充分考虑了生产工艺要求，已做到流程合理，负荷集中，运输通畅。

2) 安全要求。在满足生产要求的同时，总平面布置满足防火、防爆、卫生、环保、防地质危害等安全要求。

3) 发展要求。工厂总平面布置可以满足生产发展的要求。

4) 节约用地的要求。工厂总平面布置，在满足生产要求、安全要求、发展要求、保护环境等条件下，已合理规划，最大限度地节约用地。

### 2.4.3.总平面布置

该项目已建设主要内容包括：生产一车间、生产二车间（仅完成建筑工程）、办公楼、仓库、罐区、消防水池、污水处理系统、事故池、锅炉房、控制室、中间分析室、仪表机柜室、初期雨水收集池。其中：厂区办公楼设置在厂区北面，往南依次布置为：丙类仓库 1、丙类仓库 2、甲类仓库、罐区（含甲类、丙类和戊类），厂区中部设置有辅助间（含控制室、动力柜室、仪表机柜室和中间分析室）、污水站（埋地）、事故池（埋地）、初期雨水池（埋地）和固废房（丙类），其南面依次布置为：生产一车间（甲类）、东南面导热油炉房。此次项目所在地生产二车间（甲类）位于厂区中部偏南位置。厂区设置有两个出入口，均在厂区北面办公楼的两侧，做到了人货分流。

具体布置详见附图《总平面布置图》。

#### 2.4.4.竖向布置

本项目竖向设计与总平面布置同时进行，且与厂区外现有和规划的运输线路、排水系统、周围场地标高等相协调。竖向设计采用平坡式，并根据场地的地形和地质条件、厂区面积、建筑物大小、生产工艺、运输方式、建筑密度、管线敷设、施工方法等因素合理确定。主要考虑以下要求：满足生产、运输要求；使厂区不被洪水及内涝水淹没；合理利用自然地形，尽量减少土（石）方、建筑物和构筑物基础、护坡和挡土墙等工程量；填、挖方工程应防止产生滑坡、塌方；充分利用和保护现有排水系统；适应厂区景观要求；与现有场地竖向相协调。

本项目二车间为排架大型屋面板结构。在项目建设过程中，由于部分管线已地下埋设，因此建筑设计时做好了竖向设计，并保持合理的间距，可以避免设备安装过程中发生交叉矛盾，影响设备安装质量和工期。

为避免项目不受洪水影响，厂内建筑物地坪标均高于最高洪水水位 0.5 米。能使厂区内地面雨水顺利排出厂外。

#### 2.4.5.运输

厂外运输主要通过汽车，主要依托专业运输部门承担。厂内运输由货车和铲车承担。危险品、液体化工原料采用管道、特种槽罐等运输方式，企业委托有危险化学品运输资质的单位和车辆承运。对外来运输车辆加强了管理，所有进出车辆均安装阻火器。

## 2.5 生产工艺流程、生产装置

### 2.5.1. 国内外技术发展情况

#### 1) 国内情况

我国精细化工发展现状与趋势近十多年来，我国十分重视精细化工的发展，把精细化工、特别是新领域精细化工作为化学工业发展的战略重点之一和新材料的重要组成部分，列入多项国家计划中，从政策和资金上予以重点支持。目前，精细化工已成为我国化学工业中一个重要的独立分支和新的经济效益增长点。

#### (1) 精细化工取得长足进步，部分产品居世界领先地位

我国精细化工的快速发展，不仅基本满足了国民经济发展的需要，而且部分精细化工产品，还具有一定的国际竞争能力，成为世界上重要的精细化工原料及中间体的加工地与出口地，精细化工产品已被广泛应用到国民经济的各个领域和人民日常生活中。统计表明，目前我国精细化工门类已达 25 个，品种达 3 万多种，已建成精细化工技术开发中心 10 个，精细化学品生产能力近 2000 万吨/年，年总产量近 1500 万吨，年产值超过 2000 亿元。2023 年，我国精细化工率已上升到 45%。

#### (2) 建设精细化工园区，推进产业集聚

近几年，许多省市都把建设精细化工园区，作为调整地方化工产业布局、提升产业、发展新材料产业、推进集聚的重要举措。据报道，目前全国已建和在建的精细化工园区至少有 30 多个。

(3) 跨国公司加速来华投资，有力推动精细化工发展，跨入 21 世纪以来，随着经济全球化趋势快速发展，以及我国国民经济持续稳

步快速发展对精细化学品和特种化学品强大市场需求，吸引了诸多世界著名跨国公司纷纷来我国投资精细化工行业，投资领域涉及精细化工原料和中间体、催化剂、油品添加剂、塑料和橡胶助剂、纺织/皮革化学品、电子化学品、涂料和胶粘剂、发泡剂、制冷剂替代品、食品和饲料添加剂以及医药等，从而有力地推动我国精细化工产业的发展。

## 2) 国外情况

世界精细化工总体发展态势综观近 30 多年来世界化工发展历程，各国、尤其是美国、欧洲、日本等化学工业发达国家及其著名的跨国化工公司，都十分重视发展精细化工，把精细化工作为调整化工产业结构、提高产品附加值、增强国际竞争力的有效举措，世界精细化工呈现快速发展态势，产业集中度进一步提高。进入 21 世纪，世界精细化工发展的显著特征是：产业集群化，工艺清洁化、节能化，产品多样化、专用化、高性能化。

### (1) 精细化学品销售收入快速增长，精细化率不断提高

上世纪九十年代以来，基于世界高度发达的石油化工向深加工发展和高新技术的蓬勃兴起，世界精细化工得到前所未有的高速发展，至 2015 年，全球精细化学品市场仍将以 6% 的年均速度增长。2024 年，世界精细化学品市场规模将达到 8000 亿美元。美国、西欧和日本等化学工业发达国家，其精细化工也最为发达，代表了当今世界精细化工的发展水平。

### (2) 加强技术创新，调整和优化精细化工产品结构

加强技术创新，调整和优化精细化工产品结构，重点开发高性

能化、专用化、绿色化产品，已成为当前世界精细化工发展的重要特征，也是今后世界精细化工发展的重点方向。

### （3）联合兼并重组，增强核心竞争力

许多知名的公司通过兼并、收购或重组，调整经营结构，退出没有竞争力的行业，发挥自己的专长和优势，加大对有竞争力行业的投入，重点发展具有优势的精细化学品，以巩固和扩大市场份额，提高经济效益和国际竞争力。

### 3) 自有制备技术的特点

本项目产品可用于抗爆剂、有机合成、橡胶助剂、高档染料和医药等，随着国家政策的调整和倾斜，市场不断扩展，项目产品的使用量将大大增加，目前的产量是远远不能满足市场的需求。该项目建成投产后，可以缓解从国外进口的矛盾，为国家节约外汇，为企业的发展增添后劲，产品具有良好的市场前景，项目的建设具有巨大的市场和广阔的发展空间。本工艺源自常德常联化工有限公司自身，在江苏和常德已有 20 年成熟生产工艺经验，不是首次工艺。

## 2.5.2.采用的主要工艺技术及与国内或国外同类项目技术对比情况

目前国内外N-甲基苯胺行业普遍采用较传统生产方法是苯胺N-甲基化方法以苯胺为原料，甲醇作为烷基化试剂，在3.0MPa压力下，以硫酸为催化剂进行液相合成。生成的粗品经蒸馏脱除苯胺和N，N-二甲基苯胺而得N-甲基苯胺成品。该法的缺点是不能选择性生产N-甲基苯胺，且收率低、三废污染大、设备腐蚀严重。常德常联化工有限公司采用固定床设备由苯胺和甲醇在铜系催化剂作用下生成粗品，再经精馏而得本品，得到N-甲基苯胺的含量通常为99%，未反应的苯

胺和 N, N-二甲基苯胺的含量较低, 后经精馏得到合格的 N-甲基苯胺。目前该工艺处于同行业领先地位。近年来, 公司不断地改进生产技术, 在工艺、控制、装备等方面得到大幅提升, 使消耗降低、排放减少, 生产环境改善, 各方面已经走在行业的前沿。常德常联化工有限公司N-甲基间甲苯胺、N, N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N, N-二甲基对甲苯胺生产线的实施, 可将上述技术优势转化为成本优势和效益优势。本项目涉及的产品和工艺不属于国家明令淘汰的产品和工艺, 符合《产业结构调整目录(2024年本)》中华人民共和国国家发展和改革委员会令。

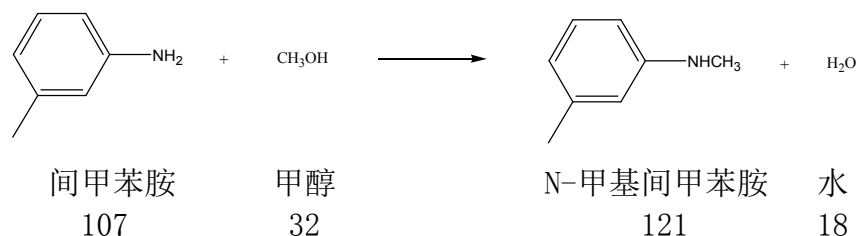
### 2.5.3.生产工艺流程

#### 2.5.3.1 N-甲基间甲苯胺、N,N-二甲基间甲苯胺

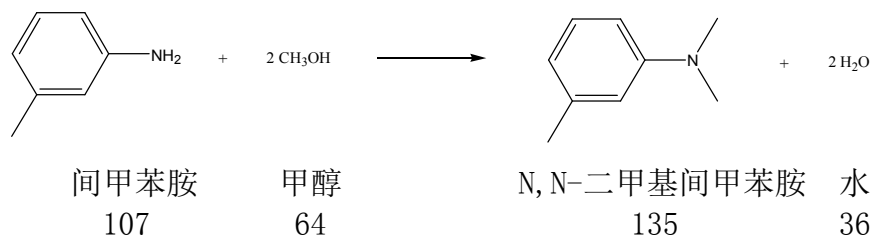
##### 1) 工艺原理

##### (1) 反应方程式

主反应:



副反应:



##### (2) 工艺流程

工艺流程叙述:

将桶装的间甲苯胺泵入到车间计量槽，经计量槽自流入原料拼混槽内，开动拼混槽搅拌，将来自储罐区的甲醇自储罐泵入到车间计量槽，经计量槽自流入原料拼混槽内，常温下继续搅拌 0.5 小时，用转料泵泵入原料高位槽。

开启甲基化反应器夹套导热油阀门，自动调节导热油流速并控制釜内温度在 220-230℃，混和后的间甲苯胺与甲醇从原料高位槽进入甲基化反应器，控制流速在 25-30Kg/分，控制釜内温度 220-230℃ 进行甲基化反应。

反应液从甲基化反应器经冷凝器冷却到 30-50℃，未冷凝部分再经冷凝后进入甲醇精馏塔，回收甲醇；冷凝液自流入甲基接收桶，再经输送泵直接转料入精馏釜内，精馏釜夹套用导热油升温（常压、釜温 50-64℃）收集馏份，主要为未反应的甲醇和少量的水，蒸馏出的甲醇（95%）去甲醇接收槽回用；再升温（常压、釜温 64-100℃）收集馏份，主要为反应生成的工艺废水，去废水处理站处理；再升温（真空、釜温 135~145℃）收集馏份，主要为间甲苯胺，收集后去间甲苯胺接收槽回用。精馏釜夹套用导热油再升温并控制釜温 145~150℃、塔顶 125~130℃，减压-0.099mPa 下收集馏份（N，N-二甲基间甲苯胺）；精馏釜升温并控制釜温 150~160℃、塔顶 130~135℃，减压-0.099mPa 下收集馏份（N-甲基间甲苯胺），釜残委托有资质单位处置。

具体工艺流程见图 2-3。

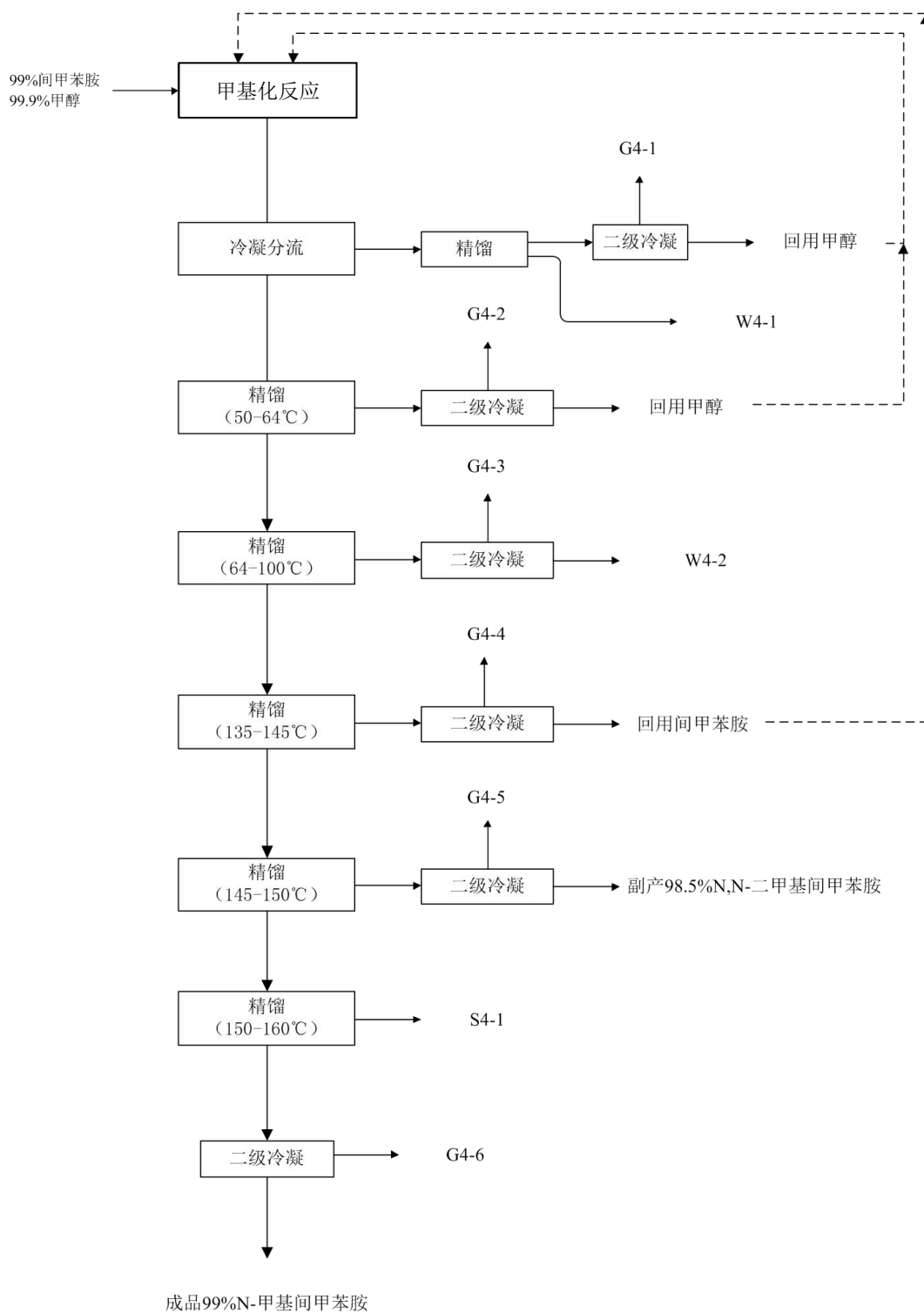


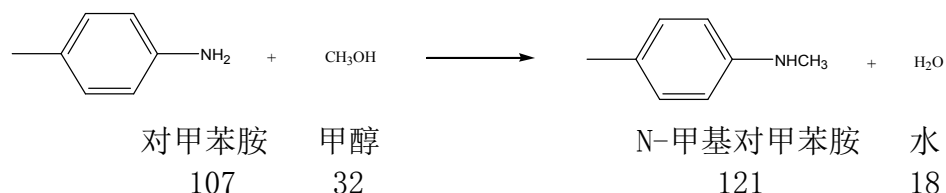
图 2-3 N-甲基间甲苯胺、N,N-二甲基间甲苯胺工艺流程

### 2.5.3.2 N-甲基对甲苯胺、N,N-二甲基对甲苯胺

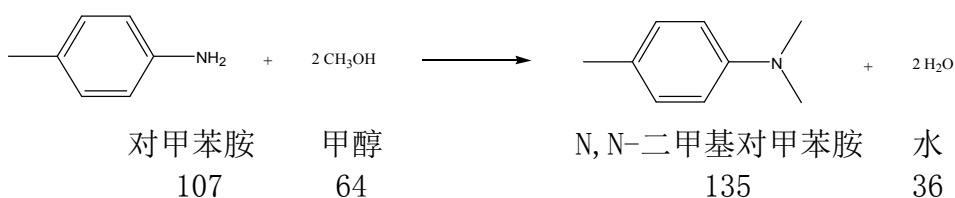
## 1) 工艺原理

### (1) 反应方程式

主反应：



副反应：



## 2) 工艺流程

工艺流程叙述：

将桶装的对甲苯胺泵入到车间计量槽，经计量槽自流入原料拼混槽内，开动拼混槽搅拌，将来自储罐区的甲醇自储罐泵入到车间计量槽，经计量槽自流入原料拼混槽内，常温下继续搅拌 0.5 小时，用转料泵泵入原料高位槽。

开启甲基化反应器夹套导热油阀门，自动调节导热油流速并控制釜内温度在 220–230℃，混和后的对甲苯胺与甲醇从原料高位槽进入甲基化反应器，控制流速在 25–30Kg/分，控制釜内温度 220–230℃ 进行甲基化反应。

反应液从甲基化反应器经冷凝器冷却到 30–50℃，未冷凝部分再经冷凝后进入甲醇精馏塔，回收甲醇；冷凝液自流入甲基接收桶，再经输送泵直接转料入精馏釜内，精馏釜夹套用导热油升温（常压、釜温 50–64℃）收集馏份，主要为未反应的甲醇和少量的水，蒸馏出

的甲醇（95%）去甲醇接收槽回用；再升温（常压、釜温 64-100℃）收集馏份，主要为反应生成的工艺废水，去废水处理站处理；再升温（真空、釜温 135~145℃）收集馏份，主要为对甲苯胺，收集后去间甲苯胺接收槽回用。精馏釜夹套用导热油再升温并控制釜温 145~150℃、塔顶 125~130℃，减压-0.099mPa 下收集馏份（N，N-二甲基对甲苯胺）；精馏釜升温并控制釜温 150~160℃、塔顶 130~135℃，减压-0.099mPa 下收集馏份（N-甲基对甲苯胺），釜残委托有资质单位处置。

具体工艺流程见图 2-4。

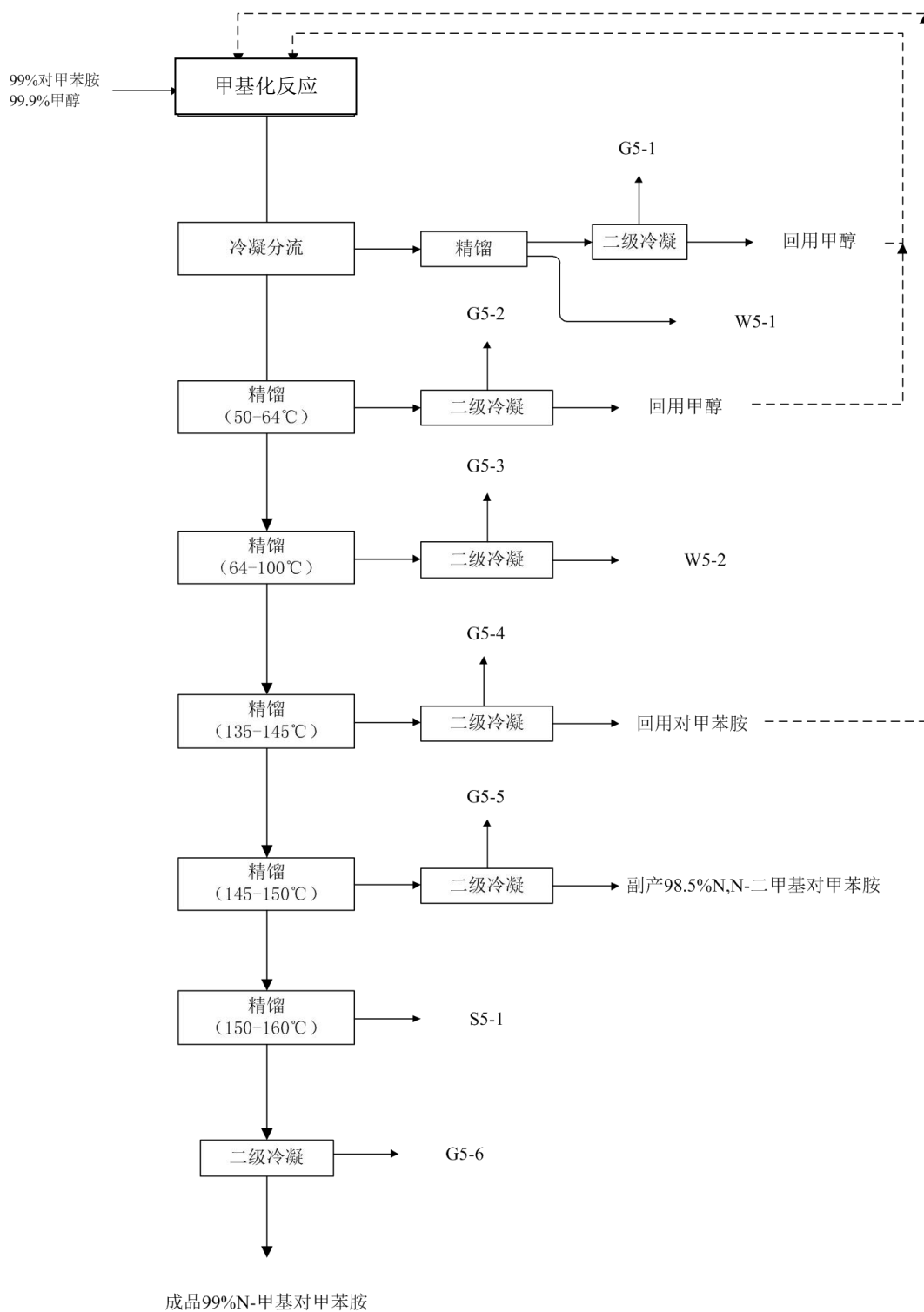


图 2-4 N-甲基对甲苯胺、N,N-二甲基对甲苯胺工艺流程

### 2.5.4.原辅材料

#### 1) 主要原辅材料

本项目产品生产所需主要原辅材料有间甲苯胺、对甲苯胺、甲醇、氮气等。

#### 2) 主要原辅材料消耗及年用量

本项目产品主要原辅材料消耗情况见表 2-5。

表 2-4 主要原辅材料消耗情况表

| 序号 | 原料   | 规格     | 年耗量<br>(t) | 最大储<br>存量(t) | 包装方式 | 储存地点  | 危险化学品<br>目录序号 | 备注   |
|----|------|--------|------------|--------------|------|-------|---------------|------|
| 1  | 甲醇   | ≥99.9% | 399.55     | 84           | 储罐   | 罐区    | 1022          |      |
| 2  | 间甲苯胺 | ≥99%   | 902.83     | 80           | 桶装   | 丙类仓库二 | 1084          |      |
| 3  | 对甲苯胺 | ≥99%   | 637.25     | 55           | 桶装   | 丙类仓库二 | 1085          |      |
| 3  | 氮气   | ≥99%   | 1.25       | 0.104        | 罐装   | 辅助间   | 172           | 部分自制 |

#### 3) 主要原辅材料供应来源

本项目产品生产所需主要原辅材料均为国内外市场通用化工原料，市场供应充足。本项目原辅材料拟全部在周边市场采购。

### 2.5.5.产品方案

本项目产品方案确定的基本原则：

- 1) 充分考虑国家产业政策和行业发展规划的符合性；
- 2) 充分考虑项目产品的市场适应性，采用先进、适用和前瞻性技术，提高项目的竞争能力；
- 3) 充分考虑项目建设的可靠性、估计各类工程风险，积极采取有效措施，减少风险；
- 4) 充分考虑项目建设的可行性，综合分析项目本身的技术力量、管理水平、资金筹措等综合能力；
- 5) 充分考虑项目产品技术的先进性，加大技术创新力度，提高

产品的技术含量；

6) 充分考虑项目所采用的原材料的可得性，以及数量、品质、来源的稳定性；

7) 充分考虑项目产品的环境相容性，三废物质做到综合治理，达标排放，满足环境和可持续发展的要求；

8) 充分考虑项目收益的合理性，实事求是地对项目的功能性、盈利性等全面考虑。

根据上述原则，确定本项目的产品方案见表 2-5。

表 2-5 产品方案表

| 序号 | 产品名称         | 危险化学品<br>目录序号 | 规格     | 设计年产量<br>(吨) | 备注 |
|----|--------------|---------------|--------|--------------|----|
| 4  | N-甲基间甲苯胺     |               | ≥99%   | 100          |    |
| 5  | N, N-二甲基间甲苯胺 |               | ≥98.5% | 200          |    |
| 6  | N-甲基对甲苯胺     |               | ≥99%   | 80           |    |
| 7  | N, N-二甲基对甲苯胺 |               | ≥98.5% | 270          |    |

### 2.5.6.主要设备

#### 1) 主要设备情况

本项目生产需要反应釜、真空泵等生产、检测设备及公用工程设施等。具体型号及数量详见表 2-6。项目新增设备基本为化工定型设备，均可从国内市场进行采购。

表 2-6 新增主要生产工艺设备表

| 序号 | 设备名称  | 规格型号<br>(mm) | 压力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 材质  | 数量  | 备注 |
|----|-------|--------------|-------------|-----------|-----|-----|----|
| 1  | 甲基反应器 | Φ=1.2m H=3m  | 常压          | 230       | 不锈钢 | 12套 |    |
| 2  | 甲基高位槽 | 1600*2000    | 常压          | 常温        | 碳钢  | 2 只 |    |
| 3  | 甲基低位槽 | 2200*5000    | 常压          | 常温        | 碳钢  | 2 只 |    |

| 序号 | 设备名称    | 规格型号<br>(mm) | 压力<br>(MPa) | 温度<br>(℃) | 材质  | 数量   | 备注 |
|----|---------|--------------|-------------|-----------|-----|------|----|
| 4  | 地下中转罐   | 2800*5000    |             |           | 碳钢  | 7 只  |    |
| 5  | 尾气回收冷凝器 |              |             |           | 不锈钢 | 18 只 |    |
| 6  | 冷却塔     |              |             |           | 玻璃钢 | 2 台  |    |
| 7  | 精馏釜     | 2400*4000    | -0.085      | 120       | 不锈钢 | 27 套 |    |
| 8  | 塔节      | 480*12000    | -0.085      | 120       | 不锈钢 | 27 套 |    |
| 9  | 冷凝器     | 480*3000     | 常压          | 常温        | 不锈钢 | 27 套 |    |
| 10 | 泵       |              |             |           | 碳钢  | 22 台 |    |

## 2) 特种设备情况

根据《特种设备安全监察条例》（国务院第 549 号令），生产二车间不涉及特种设备。

## 3) 生产设备共用情况

### （1）反应设备

本项目生产设备中共设有 12 套反应设备，都是甲基化系列：6 套甲基反应器生产 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺；6 套甲基反应器生产 N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺。

### （2）精馏设备

本项目精馏设备共设有 27 套精馏设备，都是甲基系列使用。

本项目企业对所生产的产品设备进行了分类，所生产的产品都是苯胺类系列产品，属于同一类产品，操作温度跨度很小，系统操作是可行的。

## 2.6 储运系统

本项目储运系统包括原料储运单元和产品储运单元。

原料贮运范围为：用危险化学品运输车运输至厂区将原料卸入原料库房或或用危险化学品槽车运输至厂区将原料卸入罐区内，其中包括原料的卸载、转运等工序。

产品包装贮运范围为：自精馏釜出来的成品输送机开始，至汽车装车台止。其中包括输送、包装、贮运、装车外运等工序。

根据本工程实际情况，原材料、辅助料等均取自本省和临近省内，载体产品自用。本工程各需求物料最大储存量按原料一个月的周转量考虑储存量，储罐储存按储罐最大容积考虑。具体原料见表 2-7 原料储存量和表 2-8 产品储存量一览表。

表 2-7 原料储存量一览表

| 序号 | 原料   | 储存地点  | 储存方式 | 最大储存量 (t) | 备注                    |
|----|------|-------|------|-----------|-----------------------|
| 1  | 甲醇   | 罐区    | 储罐   | 84        | 容积53m <sup>3</sup> ×2 |
| 2  | 间甲苯胺 | 丙类仓库二 | 桶装   | 80        |                       |
| 3  | 对甲苯胺 | 丙类仓库二 | 桶装   | 55        |                       |
| 4  | 氮气   | 辅助间   | 罐装   | 0.005     | 自制                    |

表 2-8 产品储存量一览表

| 序号 | 产品名称                    | 储存地点  | 储存方式 | 最大储存量 (t) | 备注                  |
|----|-------------------------|-------|------|-----------|---------------------|
| 1  | N-甲基间甲苯胺                | 储罐    | 储罐   | 166.6     | 容积170m <sup>3</sup> |
| 2  | N, N-二甲基间甲苯胺            | 储罐    | 储罐   | 166.6     | 容积170m <sup>3</sup> |
| 3  | N-甲基对甲苯胺                | 丙类仓库1 | 桶装   | 7         |                     |
| 4  | N, N-二甲基对甲苯胺            | 丙类仓库1 | 桶装   | 23        |                     |
| 备注 | 丙类储罐区的储存物质均按密度 0.98 计算。 |       |      |           |                     |

## 2.7 土建工程

### 2.7.1.项目用地

常德常联化工有限公司拟在湖南省常德经济技术开发区，开发

区尚德路以东、建路以南征用土地 47.6 亩，地块西面、南面为开发区未利用土地，东邻变电站，北邻民建路。二车间占地  $888\text{m}^2$ 。

### 2.7.2. 土建工程

本项目生产二车间厂房建筑耐火等级为一级，已在原建设中完成。

## 2.8 公用工程

### 2.8.1. 给水系统

#### 1、供水

本项目水源接自市政自来水管网。自市政给水管引管径为 DN100 一根引入管，接至厂内的一次水给水管网。管网压力为 0.30MPa。

#### 2、消防给水系统和循环冷却水系统

在厂区办公楼负一层设置有效容积  $V=595\text{m}^3$  的消防水池和消防水泵房，生产二车间依托原设计的消防水池和消防泵房。

该公司不设全厂性循环水系统，在生产二车间西面车间外设置有一套  $100\text{m}^3/\text{h}$  循环冷却水系统，用于生产二车间循环冷却水，二车间的循环冷却水用量约为  $90\text{m}^3/\text{h}$ ，可满足二车间的循环冷却用水。

### 2.8.2. 排水系统

#### 1、厂区排水系统

排水系统采用雨污分流的排水体制，厂区内已设置了完善的污水排水管网和雨水排水管网，二车间的排水系统依托厂内的排水系统。

#### 1) 污水排水系统

生产污水经厂区生产污水管收集并预处理后排入厂区污水处理

站进行处理；生活废水经化粪池沉淀后，至厂区排水管网排至城市污水处理厂。

## 2) 雨水排水系统

建筑物周围设雨水沟，雨水经雨水沟汇合排入厂区雨水排水管网，初期雨水排入初期雨水池，送厂区污水站处理达标后外排。清洁雨水通过切换阀门直接外排。

## 2、污水处理系统

### 1) 工艺废水

生产工艺废水在车间隔油调节池内收集、隔油后，经泵打入污水站；先通过“除磷絮凝+中和沉淀”工艺预处理，提高废水可生化性，然后再在中间池并入生活污水、地面冲洗水、水冲泵水、设备冲洗水等低浓废水，再通过后续生化处理。废水处理主体生化工艺采用“综合调节池+水解酸化池+一沉池+接触氧化+二沉池”工艺。污水站废水处理能力为  $400\text{m}^3/\text{d}$ ，生化处理能力有足够的富余，能满足本项目废水生化处理的需要。

### 2) 生活废水

生活废水经化粪池沉淀后，至厂区排水管网排至城市污水处理厂。

### 3) 地面冲洗废水

与车间其他污水合并，进生化处理池进行处理。

## 3、厂外排水系统

公司厂外有完善的市政排水系统，市政污水管及市政雨水管均已敷设厂外，项目可利用现有的厂外排水系统。

## 4、事故水池

在采用消防系统灭火的情况下，存在着有毒有害物质随消防水

排入雨水系统。为了避免有毒有害物质泄漏对地表水环境的威胁，必须对产生的污水、废液进行有效的收集和储存，对此防范措施如下：

### 1) 设置事故应急池

为了更好地控制事故可能造成的污染，厂区设有 600m<sup>3</sup> 事故池，将事故状态下的消防水和含有毒有害的废水全部收集在事故池中。

### 2) 外排水设置切换装置

本项目事故水设计时按最不利情况考虑，当事故水进入厂区雨水排水系统时，启动事故应急预案，将雨水排水系统外排水的出口关闭，同时打开通往事故池的阀门，使废水引入事故池中，待泄漏事故或消防救援处理完毕后，对事故池中的废水进行专门处理，处理后的水经检测达标后按要求回用或者外排。

### 3) 采取其他的相应措施

本项目在生产场所设置水泥硬化地面等防透漏措施，装置内地坑设置防腐蚀、防透漏措施，及时收集泄漏物质，防止有毒物质对地下水和土壤的污染。各生产装置区设有排水管网，污水进入收集池。

尽量减少雨水污染。设 200m<sup>3</sup> 初期雨水收集池。厂区道路雨水排水系统专门收集道路雨水和道路冲洗水，在系统排水末端设有阀门切换装置，将该部分水出水分为两个排水出口。有雨水的情况下，下雨初期前十分钟雨水流至雨水收集池。十分钟以后的排水汇入雨水排水系统后外排。在发生事故情况下，该部分水通过阀门切换流至事故处理池。

雨水收集池、事故处理池内存储水和底泥将送至有资质的污水处理站处理。

### 2.8.3. 供配电

#### 1、电源状况

本项目依托原有设计的供电系统，生产二车间的用电由厂区变电所接入，变电所内安装一台 500kVA 变压器，生产二车间所需用电负荷为 90KW；原用电负荷为 330KW，因此生产二车间依托原有变压器可以满足要求。

#### 2、用电负荷及负荷等级

本项目生产二车间的自控及可燃气体报警仪用电为一级负荷中的特别重要负荷，配 UPS 电源，应急疏散照明为二级负荷，采用集中电源非集中控制方式的应急疏散照明系统，集中电源的蓄电池提供二级负荷的备用电源，消防用电负荷为二级负荷，采用双电源供电回路，一路电源取自厂区供电网，另一路电源取自厂区内自备柴油发电机组，工作电源及备用电源在末端自动切换，切换时间不超过 15s，柴油发电机的容量为 250KW，其余用电负荷均为三级负荷，按三级负荷供电。

#### 3、供配电线路及敷设

本项目 380V/220V 低压配电线路中使用的绝缘导线，其额定电压不低于 750V，电力电缆的额定电压不低于 1000V，380/220V 电力线路采用阻燃型 ZR-YJV 或 ZR-VV 绝缘电力电缆。

普通照明线路采用 ZR-BVV 型阻燃双塑铜芯线，照明回路均按回路单独穿管，不同性质支路不应共管敷设，各回路 N、PE 线均从照明箱内引出。

应急照明线路采用 WDN-RVS 型低烟无卤耐火铜芯双绞线，消防用电设备的配电线路暗敷时，应穿管并应敷设在非燃烧体结构内且保护层厚度不应小于 30mm；明敷时，应穿有防火保护的金属管

或有防火保护的封闭式金属线槽。

本项目所有室外动力和控制线路均以电缆沟和电缆桥架敷设，电缆桥架与工艺管线共用管架，室内线路设置电缆桥架或穿低压流体输送用镀锌钢管沿墙、柱、楼板明敷设。

#### 4、用电设备的选择

本项目根据环境特性选用防爆或非防爆的电气设备，爆炸危险区域内的电气设备的防爆标志为 EXdIIBT4 Gb IP65。

本项目的灯具光源均选用高效节能的灯具和光源，均满足和符合规范关于照明节能的要求。

本项目消防应急照明灯具的选择：采用 LED 光源，色温 $\geq 2700\text{K}$ ；采用 A 型灯具；灯具面板或灯罩不应采用易碎材料或玻璃材质；标志灯的规格应符合下列规定：（1）室内高度大于 4.5m 的场所，应选择特大型或大型标志灯；（2）室内高度为 3.5m~4.5m 的场所，应选择大型或中型标志灯；（3）室内高度小于 3.5m 的场所，应选择中型或小型标志灯。

#### 2.8.4.消防系统

生产二车间占地面积  $888\text{m}^2$ ，总建筑面积  $888\text{m}^2$ ，高度为 12m，建筑体积  $10656\text{m}^3$ ，火灾危险等级为甲类，建筑耐火等级一级，根据《消防给水及消火栓系统技术规范》规定，本车间室外消防用水量  $25\text{L/s}$ ，室内消防用水量  $10\text{L/s}$ ，总水量即  $35\text{L/s}$ ，火灾延续时间为 3 小时，一次消防用水量为  $378\text{m}^3$ 。厂区原设计内设置一座有效容积为  $595\text{m}^3$  的消防水池，生产二车间依托厂区的消防水池，可满足消防用水量的要求。本项目新增消防用水系统和消防灭火器，详见下表：

表 2-9 灭火器配置一览表

| 序号 | 名称    | 型号规格    | 数量 | 配置场所  |
|----|-------|---------|----|-------|
| 1  | 干粉灭火器 | MF/ABC8 | 16 | 生产二车间 |

### 2.8.5.防雷防静电

#### 1、防雷

1) 依据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)的要求,本项目生产二车间按第二类防雷设计。建筑物的防雷装置应满足防直击雷、防雷电感应、侧击雷及雷电波的侵入的措施,并设置总等电位联结。

2) 接闪带:采用 $\varnothing 10$ 镀锌圆钢沿屋顶女儿墙明敷作为接闪带,并形成不大于 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 或侧壁和顶壁厚大于 $4\text{mm}$ 的室外金属设备,采用自身做接闪器及引下线,并与接地装置可靠连接,连接处不少于两处。 $12\text{m}\times 8\text{m}$ 的网格。屋面不同标高接闪带应相互连接,做法详见国标《建筑物防雷设施安装》15D501。当利用建筑物金属屋面做为接闪器时,应符合下列规定:

a、板间的连接应是持久的电气贯通,可采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接。

b、金属板下面无易燃物品时,铅板的厚度不应小于 $2\text{mm}$ ,不锈钢。热镀锌钢、钛和铜板的厚度不应小于 $0.5\text{mm}$ ,铝板的厚度不应小于 $0.65\text{mm}$ ,锌板的厚度不应小于 $0.7\text{mm}$ 。

c、金属板下面有易燃物品时,不锈钢、热镀锌钢和钛板的厚度不应小于 $4\text{mm}$ ,铜板的厚度不应小于 $5\text{mm}$ ,铝板的厚度不应小于 $7\text{mm}$ 。

d、金属板应无绝缘被覆层。

3) 引下线:利用结构柱内主钢筋作引下线,四根不小于 $\Phi 12$ 或

两根不小于 $\varnothing 16$ 主钢筋为一组，应通长焊接，下与基础接地装置，上与避雷带可靠焊接。作法详国标《利用建筑物金属体做防雷及接地装置安装》15D503。

4) 接地装置：接地极为建筑物桩基、建筑物基础地梁上的上下两层钢筋中的两根主筋通长焊接形成的基础接地网，应形成周边闭合回路，否则应沿外周敷设人工接地带（-40×4 镀锌扁钢），做法详国标 15D501。

5) 电气接地为 TN-S 系统电气接地，电气保护接地装置与建筑物防雷接地共用基础接地体，其综合接地电阻值不大于  $1\Omega$ 。

6) 本项目的所有设备及基础、金属管道、用电设备金属外壳、电缆金属外皮等均就近与接地装置可靠连接。

7) 配电系统采用 TN-S 保安接地系统，由配电盘柜出线后 N 线和 PE 线严格分开，PE 线电源进线处重复接地。

8) 采用接地故障保护时，在建筑物内应将下列导电体作总等电位联结；a. PE PEN 干线；b. 电气装置接地极的接地干线；c. 建筑物内的水管 煤气管 采暖和空调管道等金属管道；d. 条件许可的建筑物金属构件等导电体；上述导电体宜在进入建筑物处接向总等电位联结端子等电位联结中金属管道连接处应可靠地连通导电。

9) 防雷击电磁脉冲保护：在电源进线总配电箱装设一级保护的电涌保护器 (SPD)，型号参数为：I 试验 SPD；SPD/3+1， $I_{imp} \geq 12.5kA(10/350\mu s)$ ；

$U_p < 2.5kV$ ； $U_c = 275V$ 。

2、防静电：防雷和静电接地共用接地装置，采用 TN-S 系统，作总等电位连接。在存在静电引爆危险的场所，所有属静电导体的物体均设计接地。对金属物体采用金属导体与大地作导通性连接，

对金属以外的静电导体及亚导体则作间接接地。在振动和频繁移动的器件上用的接地导体禁止采用单股线，采用  $6\text{mm}^2$  以上的裸绞线或编织线。在装置内沿地面采用  $-40\times 4\text{mm}$  热镀锌扁钢的设置静电接地网，各设备均与接地网可靠焊接。

### 2.8.6.通风系统

#### 1、通风系统

1) 生产二车间为敞开式厂房，采用自然通风。

#### 2) 防排烟系统

本项目依据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）第 8.5 条规定进行排烟设计。

### 2.8.7.供热系统

本项目工艺要求加热温度在  $150\sim 230^{\circ}\text{C}$ ，加热热媒介质采用导热油；公司已在厂区东南角的导热油炉房配备 1 台  $8.2\text{MW}$  导热油炉，原生产每小时所需热量约为 600 万大卡，本次生产二车间每小时所需热量约为 50 万大卡，因此二车间依托已设计的  $8.2\text{MW}$  导热油锅炉供热可以满足要求。

### 2.8.8.供气系统

生产二车间的供气系统依托厂区的供气系统，在丙类仓库 2 单独隔出的房间内设置有一套小型 PSA 制氮装置，氮气供应量约  $100\text{Nm}^3/\text{h}$ ，同时配置有氮气供应钢瓶组，目前以氮气供应钢瓶组供氮气为主，可以满足生产二车间要求。生产只在吹扫过程中使用氮气吹扫，因此依托原有的供气系统可以满足要求。

### 2.8.9.自动控制系统

该公司已在辅助间设置有控制室，设置了一套分散型过程控制系统(DCS)，一套安全仪表系统(SIS)，一套可燃及有毒气体检测报警

控制系统(GDS)。本项目生产二车间的自控及远程仪表接入公司的DCS系统,可燃气体报警系统接入GDS系统。车间二不设置SIS系统,部分控制点并入原有SIS系统。

#### 2.8.10.循环水系统

该公司不设全厂性循环水系统,在生产二车间西面车间外设置有一套100m<sup>3</sup>/h循环冷却水系统,用于生产二车间的循环冷却水,二车间的循环冷却水用量约为90m<sup>3</sup>/h,循环水系统可以满足生产二车间的要求。

#### 2.5.12 事故下水

根据《化工建设项目环境保护工程设计标准》(GB/T 50483-2019)第6.6.1条可知,化工建设项目要设置应急事故水收集池,事故状态下化工建设项目环境保护设计规范的水应用事故管网连接到事故应急池收集。且参照其注释可知,应急事故水池容量应为:

应急事故水池容量 $Q_1$ =应急事故废水最大计算量 $Q_2$ -装置或罐区围堤内净空容量 $Q_3$ -事故废水管道容量 $Q_4$ = $(378+5)-0-0=383\text{m}^3$ 。

式中:

综上所述,生产二车间的最大事故水量为383 m<sup>3</sup>,本项目依托厂区有效容积为600m<sup>3</sup>的事故水池,可以满足收集本项目生产二车间的事故水的收集要求。

## 2.9企业组织和劳动定员

### 2.9.1.组织管理机构

常德常联化工公司的机构设置,依据精干、高效、职责分明的

原则，采用董事长领导下的总经理负责制。董事长决定公司的重大事项，总理由董事长聘用，负责日常生产经营管理事务。公司下设办公室、生技部、财务部、质保部、安环部等部门。

企业的体制和组织机构，可以有效地保证本项目的生产组织和管理。其组织机构如图 2-5 所示：

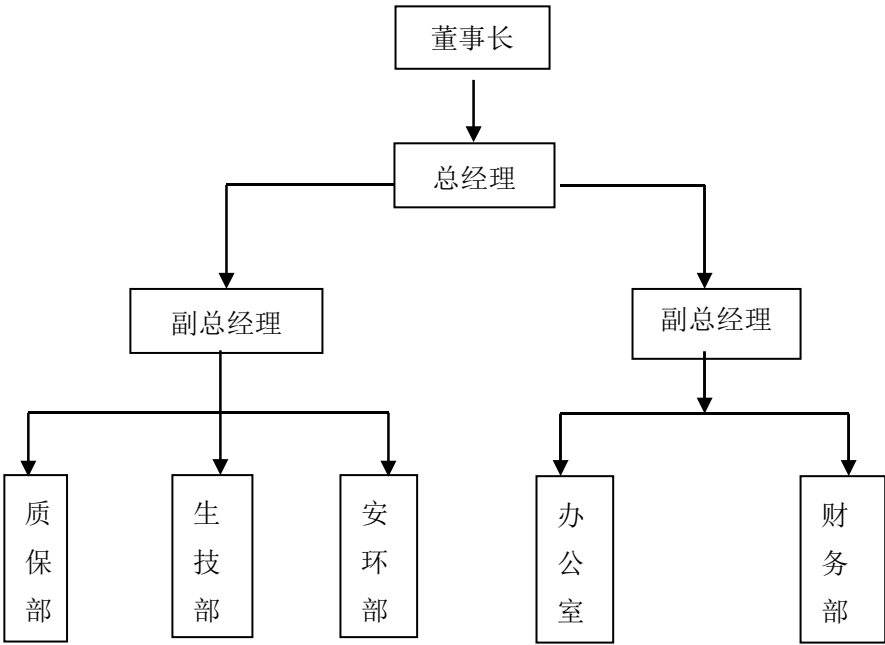


图 2-5 企业组织机构图

2.9.2.组织管理机构

1) 生产班制和定员

本项目建成后，年工作 300 天，四班三运转。项目新增总定员和各类人员构成见表 2-10。

表 2-13 项目劳动定员表

| 序号 | 名 称   | 劳动定员    |
|----|-------|---------|
| 一  | 生产二车间 | 4人，每班1人 |
| 1  | 生产工人  | 4人，每班1人 |
| 合计 |       | 4人      |

本项目总定员 4 人，管理人员及骨干人员依托原有。

## 2) 人员培训

(1) 为适应本项目产品生产需要，公司对新招聘人员拟通过制订切实可行的培训计划，按照先培训、后上岗的原则，由技术人员对工人进行生产工艺、质量检测、计量、安全等理论知识和操作技能的培训，经考核合格后持证上岗。

(2) 特种设备操作人员经有关专业部门的培训，取得合格证后持证上岗；企业安全管理部门将定期对职工进行安全教育；技术人员的学习将通过专业指导和委托培训相结合。

## 2.10 安全生产管理

### 2.10.1. 安全生产委员会及安全管理管理机构

常德常联化工有限公司成立了安全生产委员会，并设置专门安全管理机构公司安环部，按要求配备了专职安全管理人员，负责日常的的安全管理工作。生产二车间建成后，安全管理依托原有安全管理机构。

### 2.10.2. 安全管理制度

常德常联化工有限公司制定了安全生产管理制度，安全生产责任制明确了公司领导、各职能部门、生产车间及员工的安全生产责任，符合安全生产的要求，制定了从业人员的安全教育、培训、劳动防护用品（具）、安全设施、设备，作业场所防火、防毒、防爆和职业卫生，安全检查、隐患整改、事故调查处理，安全生产奖惩等规章制度。

## 生产二车间安全管理制度参照已有安全管理制度

### 2.10.3.培训与教育

为了增强职工的安全意识，提高作业人员的技术操作水平，公司非常重视职工的安全教育与培训。实行厂、车间、班组三级安全教育制度，确保新进公司职工安全教育不少于 72 小时，考试合格后上岗。培训内容是安全基本知识，一般安全规程，本岗位操作规程。公司还定期组织安全学习，对新技术、新岗位进行严格的技术培训和安全教育。

公司主要负责人和安全管理人員经安全培训机构培训并取得安全管理资格证。特种作业及特种设备操作人员由相关主管部门进行培训并发放安全操作证。

生产二车间员工教育培训依托原有体系。

### 2.10.4.2.12.4 应急管理

企业已编制《常德常联化工有限公司生产安全事故应急预案》，包括综合应急预案和现场处置方案。

企业生产安全事故应急预案已在常德市应急管理局备案。

生产二车间应急救援依托原有应急救援体系。

## 第3章 主要危险、有害因素分析

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB13861-2022 的规定，将生产过程的危险和有害因素分为六类，即：化学性危险和有害因素、物理性危险和有害因素、生物性危险和有害因素、心理和生理性危险和有害因素、行为性危险和有害因素、其他危险和有害因素。参照《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986，综合考虑物、引起事故先发的诱导性原因、致害物、伤害方式等，将危险因素分为20类，即：物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息及其他伤害。

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目可能存在的主要危险、有害因素有：火灾爆炸、中毒和窒息害、高温和灼烫、触电、机械伤害、车辆伤害、淹溺危害、物体打击、起重伤害、高处坠落、以及物的因素噪声和振动危害、粉尘危害、自动控制系统故障危害、人的生理性行为性危害、自然灾害等。

### 3.1 原辅材料、产品的理化性能指标

本项目主要原辅材料有：甲醇、间甲苯胺、对甲苯胺等，对照《危险化学品名录》原辅材料中甲醇、间甲苯胺、对甲苯胺属于危险化学品、氮。

成品为N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺，对照《危险化学品名录》，成品均不属于危险化学品。

对照《危险化学品名录》本项目不存在剧毒化学品。对照《易制毒化学品管理条例》中的“附表”本项目不存在易制毒化学品。对照《易制爆危险化学品目录(2017 年版)》本项目不存在易制爆危险化学品。对照安监总管三〔2013〕12 号文《重点监管的危险化学品名录（2013 完整版）》，甲醇属于重点监管化学品。

原料的危险化学品特性如下表 3-1~3-5 所示，

表 3-1 主要物料危险特性一览表

| 序号 | 名称   | 危险化学品<br>目录序号 | CAS号     | 危险性类别                                                                                                          | 主要危险特性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------|---------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 甲醇   | 1022          | 67-56-1  | 易燃液体，类别 2<br>急性毒性-经口，类别 3*<br>急性毒性-经皮，类别 3*<br>急性毒性-吸入，类别 3*<br>特异性靶器官毒性-一次接触，类别 1                             | 易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火，高热能引燃烧爆炸，与氧化剂接触发生化学反应或引起燃烧。在火场中，受热的容器有爆炸危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。<br>对中枢神经系统有麻醉作用；对视神经和视网膜有特殊选择作用，引起病变；可致代谢性酸中毒。急性中毒：短时大量吸入出现轻度眼及上呼吸道刺激症状(口服有胃肠道刺激症状)；经一段时间潜伏期后出现头痛、头晕、乏力、眩晕、酒醉感、意识朦胧、谵妄，甚至昏迷。视神经及视网膜病变，可有视物模糊、复视等，重者失明。代谢性酸中毒时出现二氧化碳结合力下降、呼吸加速等。慢性影响：神经衰弱综合症，植物神经功能失调，粘膜刺激，视力减退等。皮肤出现脱脂、皮炎等。 |
| 2. | 间甲苯胺 | 1084          | 108-44-1 | 急性毒性-经口，类别 3*<br>急性毒性-经皮，类别 3*<br>急性毒性-吸入，类别 3*<br>特异性靶器官毒性-反复接触，类别 2*<br>危害水生环境-急性危害，类别 1<br>危害水生环境-长期危害，类别 2 | 遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。受高热分解放出有毒的气体。<br>本品是强烈的高铁血红蛋白形成剂，并能刺激膀胱尿道，能致血尿。急性中毒：多由皮肤污染而吸收引起。自觉脸部灼热、剧烈头痛、头晕、呼吸困难。呈现紫绀症。以后出现血尿、尿闭、精神障碍、肌肉抽搐。慢性中毒：可引起膀胱刺激症状。                                                                                                                                                                         |
| 3. | 对甲苯胺 | 1085          | 106-49-0 | 急性毒性-经口，类别 3*<br>急性毒性-经皮，类别 3*<br>急性毒性-吸入，类别 3*<br>严重眼损伤/眼刺激，类别 2                                              | 遇明火、高热可燃。受高热分解放出有毒的气体。<br>本品是强烈的高铁血红蛋白形成剂，并能刺激膀胱尿道，能致血尿。急性中毒 多由皮肤污染而吸收引起。自觉脸部灼热、剧烈头痛、头晕、呼吸困难，呈现紫绀症。以后出                                                                                                                                                                                                                         |

| 序号 | 名称        | 危险化学品<br>目录序号 | CAS号      | 危险性类别                          | 主要危险特性                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------|---------------|-----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |           |               |           | 皮肤致敏物，类别 1<br>危害水生环境-急性危害，类别 1 | 现血尿、尿闭、精神障碍、肌肉抽搐。慢性中毒 可引起膀胱刺激症状。                                                                                                                                                                     |
| 4. | 氮（液化或压缩的） | 172           | 7727-37-9 | 加压气体                           | 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”。 |

表 3-2 甲醇危险特性表

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 标识                  | 中文名：甲醇、木酒精                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 英文名：methyl alcohol; Methanol |
|                     | 分子式：CH <sub>3</sub> O                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 分子量：32.04                    |
|                     | CAS 号：67-56-1                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 危险化学品目录序号：1022               |
| 组成<br>性状            | 主要成分：纯品。<br>外观与性状：无色澄清液体，有刺激性气味。<br>主要用途：主要用于制甲醛、香精、染料、医药、火药、防冻剂等。                                                                                                                                                                                                                                         |                              |
| 健康<br>危害            | 侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。<br>健康危害：对中枢神经系统有麻醉作用；对视神经和视网膜有特殊选择作用，引起病变；可致代谢性酸中毒。急性中毒：短时大量吸入出现轻度眼及上呼吸道刺激症状(口服有胃肠道刺激症状)；经一段时间潜伏期后出现头痛、头晕、乏力、眩晕、酒醉感、意识朦胧、谵妄，甚至昏迷。视神经及视网膜病变，可有视物模糊、复视等，重者失明。代谢性酸中毒时出现二氧化碳结合力下降、呼吸加速等。慢性影响：神经衰弱综合症，植物神经功能失调，粘膜刺激，视力减退等。皮肤出现脱脂、皮炎等。                                                          |                              |
| 急救<br>措施            | 皮肤接触：脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。<br>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。<br>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。<br>食入：饮足量温水，催吐，用清水或 1% 硫代硫酸钠溶液洗胃。就医。                                                                                                                                                    |                              |
| 燃爆<br>特性<br>与<br>消防 | 燃烧性：易燃      闪点(℃)：11      爆炸下限(%)：5.5      爆炸上限(%)：44.0<br>引燃温度(℃)：385      最小点火能(mJ)：0.215<br>危险特性：易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火，高热能引燃烧爆炸，与氧化剂接触发生化学反应或引起燃烧。在火场中，受热的容器有爆炸危险。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。<br>灭火方法：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。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。<br>灭火剂：抗溶性泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。 |                              |
| 泄漏<br>应急<br>处理      | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，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，穿防毒服。不要直接接触泄漏物，尽可能切断泄漏源，防止进入下水道，排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收，也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。                                                                                                       |                              |
| 储运                  | 储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。防止阳光直射。保持容器密封。应与氧化剂分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。桶装堆垛不可过大，应留墙距、顶距、柱距及必要的防火检查走道。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速(不超过 3m/s)，且有接地装置，防止静电积聚。                                                                                              |                              |
| 防护<br>措施            | 车间卫生标准(mg/m <sup>3</sup> )：中国 MAC：50<br>检测方法：气相色谱法；变色酸分光光度法<br>工程控制：生产过程密闭，加强通风。提供安全淋浴和洗眼设备。<br>呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，应该佩戴过滤式防毒面具(半面罩)。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器。<br>眼睛防护：戴化学安全防护眼镜<br>身体防护：穿防静电工作服。                      手防护：戴橡胶手套。<br>其它：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。实行就业前和定期的体检。                                       |                              |

|          |                                                                                                                                                                                                |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 理化性质     | 熔点(°C): -97.8      沸点(°C): 64.8      饱和蒸气压(kPa): 13.33(21.2°C)<br>相对密度(水=1): 0.79      (空气=1): 1.11      燃烧热(kJ/mol): 727.0<br>临界温度(°C): 240      临界压力(MPa): 7.95<br>溶解性: 溶于水, 可混溶于醚、醇等多数有机溶剂。 |
| 稳定性和反应活性 | 稳定性 稳定      聚合危害 不聚合<br>禁忌物 酸类、酸酐、强氧化剂、碱金属。<br>燃烧(分解)产物 一氧化碳、二氧化碳。                                                                                                                             |
| 毒理学资料    | 急性毒性: LD <sub>50</sub> : 5628mg/kg(大鼠经口)<br>15800mg/Kg(兔经皮)<br>LC <sub>50</sub> : 83776mg/m <sup>3</sup> , 4 小时(大鼠吸入)                                                                          |
| 运输       | UN 编号: 1230      包装分类: Ⅲ      包装标志: 7<br>包装方法: 小开口钢桶; 螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外木板箱。                                                                                                           |

表 3-3 间甲苯胺危险特性表

|         |                                                                                                                                                                                                               |                              |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 标识      | 中文名: 3-甲基苯胺; 间甲苯胺                                                                                                                                                                                             | 英文名: 3-toluidine;m-toluidine |
|         | 分子式: C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N                                                                                                                                                                          | 分子量: 107.15                  |
|         | CAS 号: 108-44-1                                                                                                                                                                                               | 危险化学品目录序号: 1084              |
| 组成性状    | 主要成分: 纯品<br>外观与性状: 无色油状液体。<br>主要用途: 用作制造还原染料的中间体。                                                                                                                                                             |                              |
| 健康危害    | 侵入途径: 吸入、食入、经皮吸收。<br>健康危害: 本品是强烈的高铁血红蛋白形成剂, 并能刺激膀胱尿道, 能致血尿。<br>急性中毒: 多由皮肤污染而吸收引起。自觉脸部灼热、剧烈头痛、头晕、呼吸困难。呈现紫绀症。以后出现血尿、尿闭、精神障碍、肌肉抽搐。<br>慢性中毒: 可引起膀胱刺激症状。                                                           |                              |
| 急救措施    | 皮肤接触: 脱去被污染的衣着, 用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。<br>眼睛接触: 提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗。就医。<br>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。<br>食入: 饮足量温水, 催吐, 就医。                                                            |                              |
| 燃爆特性与消防 | 燃烧性: 可燃      闪点(°C): 85      爆炸上限(%): 6.6      爆炸下限(%): 1.1<br>引燃温度(°C): 481      最小点火能(mJ): 无资料      最大爆炸压力(MPa): 无资料<br>危险特性: 遇明火、高热或与氧化剂接触, 有引起燃烧爆炸的危险。受高热分解放出有毒的气体。<br>灭火方法: 灭火剂: 雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。      |                              |
| 泄漏应急处理  | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全区, 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, 穿防毒服。从上风处进入现场。尽可能切断泄漏源。防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏: 用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。也可以用不燃性分散剂制成的乳液刷洗, 洗液稀释后放入废水系统。大量泄漏: 构筑围堤或挖坑收容; 用泡沫覆盖, 降低蒸气灾害。用泵转移至槽车或专用收集器内, 回收或运至废物处理场所处置。 |                              |
| 储运      | 储存于阴凉、通风仓内温度内。远离火种、热源。避光保存。包装要求密封, 不可与空气接触。应与氧化剂、食用化学品分开存放。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。运输按规定路线行驶, 中途不得停留。                                                                                              |                              |
| 防护措施    | 车间卫生标准(mg/m <sup>3</sup> ): 中国 MAC: 5[皮]      前苏联 MAC: 1<br>检测方法:<br>工程控制: 严加密闭, 提供充分的局部排风。尽可能机械化、自动化。提供安全淋浴和洗眼设备。                                                                                            |                              |

|       |                                                                                                                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <p>呼吸系统防护：可能接触其蒸气时，应该佩戴自吸过滤式防毒面具(全面罩)。紧急事态抢救或撤离时，佩戴氧气呼吸器。</p> <p>眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。</p> <p>身体防护：穿胶布防毒服。手防护：戴橡胶手套。</p> <p>其它：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作毕，淋浴更衣。单独存放被毒物污染的衣服，洗后备用，注意个人卫生。</p> |
| 理化性质  | <p>熔点(℃)：-50.5 沸点(℃)：203.3 饱和蒸气压(kPa)：0.13(41℃)</p> <p>相对密度(水=1)：0.99 (空气=1)：3.90</p> <p>燃烧热(kJ/mol)：4035.0 临界温度(℃)： 临界压力(MPa)：</p> <p>溶剂性：微溶于水，溶于醇、醚、稀酸。</p>                  |
| 毒理学资料 | <p>急性毒性：LD<sub>50</sub>：450mg/kg(小鼠经口)</p> <p>LC<sub>50</sub>：</p>                                                                                                             |
| 运输    | <p>UN 编号：1708 包装分类：Ⅲ 包装标志：14</p> <p>包装方法：小开口钢瓶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外木板箱。</p>                                                                                              |

表 3-4 对甲苯胺危险特性表

|         |                                                                                                                                                                             |                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 标识      | 中文名：对甲苯胺                                                                                                                                                                    | 英文名：p-Toluidine |
|         | 分子式：C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N                                                                                                                                         | 分子量：107.15      |
|         | CAS 号：106-49-0                                                                                                                                                              | 危险化学品目录序号：1085  |
| 组成性状    | <p>主要成分：纯品</p> <p>外观与性状：无色、光泽片状结晶体。</p> <p>主要用途：用作分析试剂，也用于染料的合成。</p>                                                                                                        |                 |
| 健康危害    | <p>侵入途径：吸入、食入、经皮吸收</p> <p>健康危害：本品是强烈的高铁血红蛋白形成剂，并能刺激膀胱尿道，能致血尿。</p> <p>急性中毒 多由皮肤污染而吸收引起。自觉脸部灼热、剧烈头痛、头晕、呼吸困难，呈现紫绀症。以后出现血尿、尿闭、精神障碍、肌肉抽搐。</p> <p>慢性中毒 可引起膀胱刺激症状。</p>             |                 |
| 急救措施    | <p>皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。如有不适感，就医。</p> <p>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。如有不适感，就医。</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏术。就医。</p> <p>食入：饮足量温水，催吐。就医。</p> |                 |
| 燃爆特性与消防 | <p>燃烧性：可燃 闪点(℃)：86 爆炸上限(%)：6.6 爆炸下限(%)：1.1</p> <p>引燃温度(℃)：482 最小点火能(mJ)：无资料 最大爆炸压力(MPa)：无资料</p> <p>危险特性：遇明火、高热可燃。受高热分解放出有毒的气体。</p> <p>灭火方法：灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。</p>       |                 |
| 泄漏应急处理  | <p>隔离泄漏污染区，限制出入。消除所有点火源。建议应急处理人员戴防尘口罩，穿防毒服。穿上适当的防护服前严禁接触破裂的容器和泄漏物。尽可能切断泄漏源。用塑料布覆盖泄漏物，减少飞散。勿使水进入包装容器内。用洁净的铲子收集泄漏物，置于干净、干燥、盖子较松的容器中，将容器移离泄漏区。</p>                             |                 |
| 储运      | <p>储存于阴凉、通风仓内温度内。远离火种、热源。避光保存。包装要求密封，不可与空气接触。应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。分装和搬运作业要注意个人防护。运输按规定路线行驶，中途不得停留。</p>                                                     |                 |
| 防护措施    | <p>接触限值：</p> <p>TLV-TWA(mg/m<sup>3</sup>)：2ppm[皮]</p> <p>工程控制：严加密闭，提供充分的局部排风。提供安全淋浴和洗眼设备。</p>                                                                               |                 |

|       |                                                                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | 呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，佩戴过滤式防尘呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，应该佩戴空气呼吸器。<br>眼睛防护：戴化学安全防护眼镜。<br>身体防护：穿密闭型防毒服。<br>手 防 护：戴橡胶手套。<br>其他防护：工作现场禁止吸烟、进食和饮水。及时换洗工作服。工作前后不饮酒，用温水洗澡。实行就业前和定期的体检。 |
| 理化性质  | 熔点(℃)：43-45      沸点(℃)：200-202      饱和蒸气压(kPa)：0.0346<br>相对密度(水=1)：无    (空气=1)：3.90<br>燃烧热(kJ/mol)：-4006.1    临界温度(℃)：      临界压力(MPa)：4.4<br>溶剂性：与水部分混溶。       |
| 毒理学资料 | 急性毒性：LD <sub>50</sub> ：336mg/kg（大鼠经口）330mg/kg（小鼠经口）<br>LC <sub>50</sub> ：>640mg/m <sup>3</sup> ，大鼠吸入，1 小时                                                      |
| 运输    | UN 编号：3451      包装分类：II      包装标志：有毒品<br>包装方法：小开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱。                                      |

表 3-5 氮气的危险特性表

|         |                              |                                                                                                                                                                                                      |                                                   |
|---------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 标识      | 英文名：nitrogen                 | 分子式：N <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                   | 分子量：28.01                                         |
|         | 危险化学品序号：172                  | UN 编号：1066                                                                                                                                                                                           |                                                   |
|         | 危险性类别                        | 加压气体                                                                                                                                                                                                 |                                                   |
|         | 技术说明书编码：33                   | 包装类别：053                                                                                                                                                                                             | CAS 号：7727-37-9                                   |
| 理化性质    | 外观与性状：无色无臭气体。                |                                                                                                                                                                                                      |                                                   |
|         | 主要用途：用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂，冷冻剂。  |                                                                                                                                                                                                      |                                                   |
|         | 熔点(℃)                        | -209.8                                                                                                                                                                                               | 相对密度（空气=1）0.97                                    |
|         | 沸点(℃)                        | -195.6                                                                                                                                                                                               | 相对密度（水=1）0.81(-196℃)                              |
|         | 临界温度(℃)                      | -147                                                                                                                                                                                                 | 临界压力 (MPa) 3.40                                   |
|         | 饱和蒸汽压(kPa)                   | 1026.42(-173℃)                                                                                                                                                                                       | 燃烧热（kJ/mol）无意义                                    |
|         | 引燃温度(℃)                      | 无意义                                                                                                                                                                                                  |                                                   |
| 毒性及健康危害 | 溶解性：微溶于水、乙醇。                 |                                                                                                                                                                                                      |                                                   |
|         | 接触限值<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 中国 MAC：未制定标准                                                                                                                                                                                         | 美国 TWA：无资料                                        |
|         |                              | 前苏联 MAC：未制定标准                                                                                                                                                                                        | TLVTN：ACGIH 窒息性气体                                 |
|         | 侵入途径                         | 吸入。                                                                                                                                                                                                  | 毒性：LD <sub>50</sub> ：无资料<br>LC <sub>50</sub> ：无资料 |
|         | 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”。 |                                                   |
| 燃烧爆炸    | 急救措施                         | 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。                                                                                                                                          |                                                   |
|         | 燃烧性                          | 本品不燃。                                                                                                                                                                                                | 闪点（℃）无意义                                          |
|         | 引燃温度（℃）                      | 无意义                                                                                                                                                                                                  | 爆炸极限（v%）无意义                                       |
|         | 危险特性                         | 若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。                                                                                                                                                                               |                                                   |
| 燃烧爆炸    | 燃烧分解产物                       | 氮气。                                                                                                                                                                                                  |                                                   |

|         |        |                                                                                                                  |
|---------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 危险性     | 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。                                                                           |
| 防护措施    | 泄漏应急处理 | 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。                   |
|         | 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。 |
|         | 防护措施   | 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。<br>眼睛防护：一般不需特殊防护。<br>身体防护：穿一般防护工作服。<br>手防护：戴一般作业防护手套。 |
|         | 其它     | 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。                                                                                |
| 操作处置与储存 | 操作注意事项 | 密闭操作。密闭操作，提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。                         |
|         | 储存注意事项 | 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。                                                                    |

### 3.2 生产过程中危险有害因素分析

#### 3.2.1. 火灾爆炸

N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺生产过程中：

(1) 本工艺生产过程中使用到了间甲苯胺、对甲苯胺、甲醇等易燃易爆物质，这些物质与明火、高能量物质接触易发生火灾、爆炸事故；

(2) 在甲基化过程中，如果没有控制好反应温度、压力，造成反应剧烈，易发生火灾、爆炸事故；

(3) 在减压蒸馏过程中，如果密封造成空气进入蒸馏釜内，有可能造成火灾爆炸事故；

(4) 如果冷凝器效果不好或冷却水中断，会造成易燃易爆物质

在真空泵出口处积聚，有可能造成火灾、爆炸事故；

(5) 桶装的间甲苯胺、桶装的对甲苯胺抽料过程为非密闭操作，如操作不当，易导致火灾事故，输送至车间计量槽，如液位控制失误，造成车间计量槽满溢出现火灾事故，导热油管道进入二车间前未设置远程紧急切断阀，易导致火灾事故蔓延；

(6) 由于本装置是在敞开式建筑物内，易受到大气中的腐蚀物质腐蚀，造成泄漏，易燃易爆物质泄漏到空气中，遇高能量物质或明火，有可能发生火灾、爆炸事故；

(7) 施工质量差，管线、设备安装不好，易造成泄漏，易燃易爆物质泄漏到空气中，遇高能量物质或明火，有可能发生火灾、爆炸事故；

(8) 改变工艺操作时，没有及时置换、清洗设备，打开设备清洗过程中，空气进入反应釜内，有可能发生火灾、爆炸事故；

(9) 搅拌设备如果润滑不好，造成搅拌机轴温度升高，有可能发生火灾、爆炸事故；

(10) 操作人员对现场情况不清、对工艺操作不熟，有可能造成火灾、爆炸事故；

(11) 发生自然灾害时，易燃易爆物质泄漏至空气中，有可能造成火灾、爆炸事故；

(12) 现场使用多种电气设备和照明灯，如果这些电气设施不防爆、电线发生损坏，有可能造成电气火灾。

(13) 导热油泄漏与易燃物料接触可能引发的火灾。

### 3.2.2.中毒、窒息

1) 该生产过程中涉及到的原料间甲苯胺、对甲苯胺、甲醇，产

品 N-甲基间甲苯胺、N, N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N, N-二甲基对甲苯胺均等具有一定毒性, 在生产、储存、运输过程中, 因管理不善、使用不当、工艺失控或设备故障等产生泄漏, 可能引起人员中毒事故。

2) 若反应釜、计量槽、管道、阀门、泵等泄漏, 使操作场所空气中有毒有害物质浓度超标, 作业人员无防护或防护不当, 可能引起人员急、慢性中毒、窒息事故。

3) 该企业产品生产中涉及到的物料及产品大都属于毒害品, 生产过程中发生泄漏, 如果作业环境密闭、通风不良、劳动防护不当, 可能造成一定程度的中毒事故。

4) 在维修、检查工作中, 若不严格按照设备作业的安全规程执行, 有可能发生中毒、窒息事故。

5) 作业人员操作时, 防护不当或违章作业, 直接接触、吸入、误食有毒有害物料, 可能发生中毒事故。

6) 产品包装过程中, 操作失误、设备故障泄漏、防护不当, 可能引起从业人员吸入有毒粉尘中毒事故。

8) 氮气存在高浓度时可使氧分压降低而有窒息危险, 在制氮过程中如果发生泄漏, 会对人体造成中毒窒息, 甚至会导致人员死亡。

### 3.2.3.高温和灼烫伤害

在有热源的作业场所, 每小时散热量大于 20 千卡/米<sup>3</sup>; 炎热地区气温超过 35℃, 工作地点的热辐射强度超过 1 卡/厘米<sup>2</sup>·分; 工作地点气温超过 30℃, 相对湿度超过 80%的作业称为高温作业。

当人在高温环境中作业时, 人体产热大于散热时, 体内便出现蓄热, 导致热调节障碍, 严重时可引起中暑; 长期高温作业(数年)可

能导致高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。生产性热源以及高温介质的泄漏对人体的烫伤有时甚至是致命的。

本项目所处地区年平均气温较高，最高温度可达 40.4℃，相对湿度高，操作人员在作业时处于高温环境或室外作业中，如防护不当，会对身体造成危害，并可能因身体疲惫、精神不集中导致工作失误，引发其他事故。

本项目生产中需使用导热油，导热油管道在正常操作时，温度均大于 60℃。若防护不周，很容易对作业人员造成烫伤、灼伤危害；设备故障、管道、阀门泄漏、操作不当等，引起高温物料喷出、飞溅，接触人体，会造成人员烫伤、灼伤；投料过快引起冲料，会造成人员烫伤、灼伤；导热油管线因腐蚀变薄、超压等发生爆炸或泄漏，人体触及导热油，可能发生烫伤。

### 3.2.4.电气危害

#### 1、电气燃爆危害

本项目配置了、配电装置，有搅拌器、泵、离心机等用电设备，若接线头腐蚀或电气保护失效、线路老化等，在操作、巡检和检修作业过程中有可能引起电气事故。

#### 1) 电缆的火灾危险

二车间电缆密数量较多，分布较广，而有的电缆表面绝缘材料为可燃物质，当电缆自身故障、机械损伤造成电缆短路或其他高温物体与电缆接触时，可能引起电缆着火，且电缆着火后蔓延速度很快，因而使之相连的电气仪表、控制系统、设备烧毁、酿成重大火灾，甚至造成全厂停产。

电缆火灾具有蔓延快，火势猛，抢救难（产生大量烟气、CO、CO<sub>2</sub>），

损失大，抢修恢复困难的特点。

电缆火灾事故的起因有：

(1) 外部起火引起电缆着火

如开关及电气设备短路起火引燃电缆；施工、检修的焊渣及可燃物燃烧引燃电缆等。

(2) 电缆本身故障引燃电缆

如电缆头爆炸短路；电缆中接头爆破；绝缘老化、强度降低、接地短路；质量不好；受腐蚀保护层破坏、绝缘降低；受潮或有气泡使绝缘层击穿短路；电缆安装时曲率半径过小，绝缘受损；小动物等对电缆危害的防范不力，引起电缆短路等。

## 2、触电事故危害

电流对人体的伤害有两种类型：电击和电伤。电击通常是指电流通过人体内部所造成的伤害，主要影响呼吸、心脏和神经系统，对人体内部组织造成破坏甚至死亡。电伤是指电流通过人体外部组织所造成的伤害，包括电弧烧伤、熔化的金属微粒渗入皮肤等，它通常分为灼伤、烙伤和皮肤金属化三种。

本项目用电系统的电气设备、线路和正常不带电的金属部件等，在异常情况下均有可能对人体造成电击和电伤；机、泵安装、操作不当，保养不善及接地、接零损坏或失效以及线路老化等，将会引起绝缘性能降低或保护失效，有可能造成漏电，引起触电事故；电力线断落地面可能造成跨步电压触电事故；缺乏用电安全知识，违章用电；作业人员违章操作、不慎接触电源等，都会引起触电伤害事故；无防雷装置或防雷装置失效，可能遭受雷击，造成触电事故。

## 3、静电危害

由于摩擦、接触、破断、感应等引起的静电可造成停电、设备设施毁坏、火灾事故、爆炸和电击事故，妨碍生产。爆炸和火灾是静电的最大危害，当静电放电产生的火花能量超过周围环境中爆炸性混合物的最小引燃能量时，就会引起火灾和爆炸，因此爆炸危险环境应有防静电措施。

该项目设备多，使用易燃、易爆物质操作不当或接地不良等均容易在输送、搅拌物料过程中产生静电积聚，无防静电装置或防静电装置失效，可能造成静电危害，发生火灾、爆炸事故

### 3.2.5.机械伤害

机械伤害是指机械设备的能量直接作用于人体而导致的人身伤害，通常指机械设备运动部件或者静止部件、工具、加工件直接与人体接触引起的挤压、碰撞、冲击、剪切、卷入、绞绕、甩出、飞溅、切割、切断、刺扎等伤害。机器对人造成的直接伤害分为4类，一些机器可能造成多种伤害。这些伤害是：

1) 夹伤：人的身体及四肢在机器的闭合或往返运动中被夹住。在有些情况下，肢体被卷进闭合运动的部件中时，也会发生夹伤。例如，在使用抓夹工具不当时，会夹伤手指。

2) 撞伤：在受到机器的运动部件的撞击时，会造成伤害。

3) 接触伤害：当人体接触到机器的锋利的或锉状的表面时，会发生伤害

4) 卷动伤害：头发、耳环、衣物等卷入机器的运动部件造成伤害。

由于生产过程中普遍使用机械设备和工具、器具，因此机械伤害也是发生比较频繁的伤害种类。形成机械伤害的主要原因有：

1) 检修、检查机械忽视安全措施。如人进入设备(罐、釜等)检修、检查作业,不切断电源,未挂不准合闸警示牌,未设专人监护等措施而造成严重后果;有的因当时受定时电源开关作用或发生临时停电等因素误判而造成事故;也有的虽然对设备断电,但因未等至设备惯性运转彻底停住就下手工作,同样造成严重后果。

2) 缺乏安全装置。如有的机械传动带、齿机、接近地面的联轴节、皮带轮、飞轮等易伤害人体部位没有完好防护装置;人孔、投料口绞笼井等部位缺护栏及盖板,无警示牌,人一疏忽误接触这些部位,就会造成事故。

3) 电源开关布局不合理,一种是有了紧急情况不立即停车;另一种是好几台机械开关设在一起,极易造成误开机械引发严重后果。

4) 自制或任意改造机械设备,不符合安全要求。

5) 在机械运行中进行清理、卡料、上皮带蜡等作业。

6) 任意进入机械运行危险作业区(采样、干活、借道、拣物等)。

7) 不具操作机械素质的人员上岗或其他人员乱动机械。

本工程大量使用机械设备,如真空泵、搅拌机等,如果防护措施不当,都可能造成机械伤害。

### 3.2.6.高处坠落

高处坠落危害是指在高处作业中如检修、操作等,可发生坠落造成的伤亡事故。作业人员在安装、生产、维修、巡视等相关作业时,由于护栏、扶梯、支撑柱、顶壳板存在缺陷或腐蚀而导致强度不足,或维修人员思想麻痹没有戴好防护用品时,可能发生高处坠落事故,造成伤害。

发生高处坠落事故的主要原因是:洞、坑无盖板或检修中移动盖

板；平台、扶梯的栏杆不符合要求，临时拆除栏杆后没有防护设施，不设警示标志；高处作业不系安全带、不戴安全帽、不布安全网；梯子使用不当或不符合安全要求；不采取任何安全措施，在石棉瓦之类不坚固的结构上作业；脚手架有缺陷；高处作业用力不当、重心失稳；危险物料伤害坠落；作业附近对电网设防不妥造成触电坠落等。

本工程中高位平台，设备、管线拆装，阀门检修更换，防腐刷漆保温，仪表调校，电缆架空敷设等均有可能产生坠落伤害事故。

### 3.2.7.噪声和振动危害

#### 1) 噪声

噪声主要损害人的听力，引起神经系统、心血管系统及消化系统功能的障碍。噪声还影响人们交谈与思考，可使人反应迟钝，判断或操作失误，从而增加事故发生频率。噪声干扰可导致报警信号失效，引起各种事故。长期接触高强度噪声会对人体产生听力损伤、神经系统危害和心血管系统危害，从而引发噪声性疾病。

按照《工业企业噪声卫生标准》和《工业企业职工听力保护规范》，在岗职工八小时接触噪声的标准为 85dB(A)，接触噪声时间减少一半，允许增加 3dB(A)，最高不容许超过 115dB(A)。

#### 2) 振动

振动对人体各系统均可产生影响，分为全身振动和局部振动。振动可引起脑电图改变；心血管疾病；骨质疏松、骨关节变形和坏死、听力下降等疾病。长期使用振动工具可产生局部振动病。局部振动病是以末梢循环障碍为主的疾病，亦可累及肢体神经及运动功能。发病部位一般多在上肢末端，典型表现为发作性手指变白（简称白指）。我国 1957 年就将局部振动病定为职业病。

### 本项目主要的噪声和振动危害有

1) 真空泵、搅拌机等在正常运行过程中会产生噪声、振动，工作人员长期在噪声、振动环境中作业，听力及身心健康会受到不同程度的伤害。

2) 真空泵、搅拌机等机械设备因安装不当、违章操作、未及时维护、保养而处于运行不正常状态，会发出异常噪声、振动，给人的听力造成损害。

3) 对噪声源设备在布置设计时，未进行合理分区，未进行降噪、减振设计、施工、安装，噪声影响范围将扩大，噪声危害将进一步增强。

4) 操作人员长期在振动、噪声环境中工作，身体会受到伤害，也会使人判断力下降，失误率上升，引发其它事故。

噪声和振动危害是主要的危险因素和有害因素之一。

#### 3.2.8.车辆伤害

车辆进出生产区时，如管理不善，控制不严，容易发生交通事故导致人员伤亡。

本项目的厂内运输作业主要运输工具为罐车、货车以及叉车。由于车间内部以及与外部之间将发生物料转移，职工上下班与工作时频繁走动，所以运输作业中有可能发生危及人身和车辆安全的事故。

厂内运输作业时人员的不安全行为、运输工具的不安全状态以及运输道路存在问题都可能导致厂内运输事故。因此，厂内运输事故危害也是本项目中的主要危险、有害因素之一。

#### 3.2.9.淹溺危害

本项目循环（消防）水池、污水处理池、污水收集池等等周边无

防护栏或防护栏缺损、无警告标志、无照明或照明不良、无防滑设施、浓雾天气等，可能发生淹溺事故，危及人身安全。

### 3.2.10.物体打击

1) 上下抛掷工具、物体等；  
2) 未戴安全帽，在起吊或高处作业区域走动或逗留；  
3) 本项目在原材料搬运、产品储存或出厂及检修等过程中也有发生物体打击的可能。

### 3.2.11.有限空间危害

受限空间指是有一定的空间，工作人员可以进入守成指定的工作，但基出入口较为狭窄或空间处于相对封闭、半封闭状态；作业人员进入该场所，存在缺氧或易遭受氮气、天然气等有毒有害气体中毒；或发生气体（粉尘）火灾和爆炸危险的场所。主要有挖孔桩作业、深基坑及管、罐、沟、槽、巷、井、漏斗、漏仓内作业等。

本项目涉及的有限空间为各种反应釜、精馏塔釜、储罐、事故应急处理池和三废处理区等，如进入其内部进行检修，进入事故应急处理池和三废处理区作业，有可能造成缺氧窒息。还有有限空间作业，有限空间存在有毒气体中毒危害。

### 3.2.12.自动控制系统危害

本项目生产过程自动化程度高，拟采用 DCS 自动化智能控制系统，自动控制系统的故障对安全生产的影响较大。控制系统危害主要表现在以下几个方面：

1) 各类取源部件（一次仪表）的安装不正确，不能准确反映被检测参数；  
2) 仪表安装的位置、环境不适合仪表工作条件；

- 3) 仪表的供电设备及供气、供液系统的安装不符合要求;
- 4) 仪表用电气线路的敷设不符合要求;
- 5) 仪表的接地不符合要求;
- 6) 仪表没按要求进行单体调校和系统整体调试;
- 7) 对数据、资料的非授权修改、增删;
- 8) 对网络系统的蓄意破坏;
- 9) 病毒的破坏;
- 10) 网络环境的意外或灾难性破坏, 如停电或火灾等;
- 11) 传感器、仪表的可靠性差;
- 12) 各类安全联锁装置的失效;
- 13) 可燃气体报警器失灵, 延误泄漏事故的处理时机;
- 14) 人员操作失误。

### 3.2.13.生理、心理性危害

生理、心理性危险和有害因素主要包括负荷超限、健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常、辨识功能缺陷等。

1) 该项目若因生产任务重或安排作业人员长时间的劳动, 有可能造成作业人员负荷超限而引发安全事故, 其负荷超限的表现形式为体力负荷超限、听力负荷超限、视力负荷超限等方面。

2) 健康状况异常的作业人员从事生产活动也可能引起安全事故。

3) 单位安排作业人员从事禁忌作业有可能对人员身体造成损害。

4) 人的劳动是有意识、有目的的活动, 当人们的心理处于不正常状态时, 例如情绪异常、冒险心理、过度紧张等, 思维和行动都可能发生某种错误, 容易导致事故发生。因此, 保持职工良好的心理状态, 也是安全生产的重要条件之一。

5) 感知延迟、辨识错误等辨识功能缺陷的人从事生产活动，有可能引发安全事故。

6) 在工作中记忆力不佳，注意力不集中，反应迟钝，动作不协调，都有可能造成事故。员工睡眠不足，或有思想情绪不宜上班。

#### 3.2.14.人的行为性危害

行为性危险有害因素主要包括指挥错误、操作错误和监护失误等。指挥错误主要是指指挥失误、违章指挥等。操作错误主要包括误操作和违章作业等。

违章作业主要是指违章操作、错误动作、违反动火作业规程、擅离工作岗位、纪律松弛以及思想麻痹等行为或表现，违章作业是导致事故的最重要原因，而火灾爆炸事故的发生最主要的原因之一是明火管理存在问题。

严重违反规章制度、工作极端不负责任、纪律松弛是事故的重要原因。有些事故表面上看是自然灾害，如雷击、漏电等，但实际上多是违反操作规定，平时对设备管理不当，操作中出现漏洞和失误等人为因素为自然灾害创造了条件。

在生产、检修、装卸车、搬运等作业过程中，都需要作业人员的监护和相互的配合，若操作上出现失误或违章操作，很可能造成生产异常，进而引发事故的可能性和加重事故危害程度。

#### 3.2.15.管理危害

管理因素主要表现为：职业安全卫生组织机构不健全、职业安全卫生责任制未落实、职业安全卫生管理规章制度不完善（包括操作规程不规范、事故应急预案及响应缺陷）、职业安全卫生投入不足、职业健康管理不完善等。

1) 本项目部分设备技术含量相对较高,工人有可能对新设备和新工艺和操作方法不够熟悉,对新设备和新工艺操作中的危险特性认识不够明确,员工缺乏操作经验,可能导致操作错误;

2) 企业对管理和操作人员未进行培训、教育,甚至使用不具有操作资格的作业人员从事管理、操作工作。在本项目生产中,除了技术工人外,还有一些特种作业人员,如电工,起重工、焊工等,均需要通过专业技术培训考试后才能持证上岗;

3) 管理、操作人员本身技术水平、业务素质不高,安全意识、责任心不强,思想麻痹大意等。

4) 企业安全管理机构不健全,安全管理制度不完善,安全培训教育未开展,安全检查不经常,隐患治理不及时,安全管理不严格等。

要从根本上防止事故发生,必须从加强安全管理做起,不断改进安全管理技术,提高安全管理水平。

### 3.2.16.意外自然灾害

#### 1) 地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 年修订版)附录 A、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),常德地震动峰值加速度为 0.15g,地震动反应谱特征周期为 0.45S,地震基本烈度值 7 度。

#### 2) 雷击

直击雷是各种雷击中危害最大的,当它击中建、构筑物时,强大的冲击电压和电流会毁坏各种电气设备;强烈的机械振动造成建筑物和设备损坏;热效应会引起火灾或爆炸。三者都会导致人员伤亡。

雷电感应、球形雷、雷电侵入波等都能造成危害。雷电还可以静

电感应或电磁感应的方式产生对控制系统产生破坏作用。

本项目建构筑物防雷设施（措施）不符合要求时，易于导致雷击危害，甚至发生火灾爆炸事故。

### 3) 低温冰冻和大风

低温冰冻天气影响范围广、强度大，可使电力设施损坏，生产设备设施、管道损坏和冻裂，导致装置中断运行，带来不可估量的损失和不良影响。持续低温还使道路严重结冰，引发交通事故和人员跌伤事故。在冰雪天气中，特别注意管道的防冻，走道和扶梯的防滑。

本项目所在地年平均风速 3.1m/s，最大风速 35m/s，当出现大风天气时，风速、风压对建（构）筑物基础和刚度有影响，会引起建（构）筑物不稳甚至倒塌等危害，如电线可能被刮断，高处设备设施和平台可能被刮倒，员工生命和财产安全受到严重威胁，因此大风天气时应停止室外作业。

## 3.3 储存过程主要危险、有害因素综合分析

本建设项目危险化学品储存涉及丙类仓库二、罐区。

### 3.3.1. 丙类仓库二危险、有害因素分析

丙类仓库二拟存放的危险化学品有：间甲苯胺、对甲苯胺等，原料储存过程中存在如下危险、有害因素：

1) 间甲苯胺、对甲苯胺可燃物质，在搬运、装卸过程中发生泄漏，其本身或蒸汽与空气形成的混合物达到爆炸极限，遇明火、高热等激发能源，极易发生火灾、爆炸事故。

2) 间甲苯胺、对甲苯胺等危险化学品在储存过程中，如果不能按照危险化学品管理的有关要求和加强监控，在使用、储存过程中加强通风、监测和劳动防护，一旦这些物料失去控制，将会导致各种事

故的发生。

3) 丙类仓库二无避雷设施或避雷设施未定期检测、失效, 遭雷击时, 可能发生火灾、爆炸事故。

4) 易燃、易爆区域内违章动火, 机动车辆排气管火星、电气系统不合要求等, 可能引发火灾事故。

5) 原料装卸、储存过程中安全措施不到位、操作不当、混存混放、管理不善等造成泄漏或相互反应, 遇明火、高热等激发能源, 有可能发生火灾、中毒事故。

6) 丙类仓库与产生明火的装置之间的距离、与生产装置之间的距离、与道路之间的距离以及与生活实施之间的距离等不符合规范的要求, 或高压电线与仓库的距离不够等都有可能引发火灾、爆炸事故, 造成人员的伤亡、中毒等事故。

### 3.3.2.罐区危险、有害因素分析

罐区分为埋地罐区组和露天罐区组, 其中埋地罐区组存放物料有苯胺、甲醇、乙醇、丙烯腈、液碱, 露天罐区组拟存放物料有 N-甲基苯胺、N, N-二甲基苯胺、N-乙基苯胺、N, N-二乙基苯胺、N-乙基间甲苯胺、N-乙基-N-氰乙基苯胺等产品, 这些产品大部分可燃且具备毒害性, 储存过程中存在如下危险有害因素:

1) 本项目涉及的甲醇, 以及已建成项目涉及的乙醇、丙烯腈属甲类可燃液体, 建成项目涉及的苯胺、N-甲基苯胺、N, N-二甲基苯胺、N-乙基苯胺、N, N-二乙基苯胺、N-乙基间甲苯胺、N-乙基-N-氰乙基苯胺属丙类可燃液体, 若储罐质量缺陷、人为或自然条件破坏导致泄漏, 可能造成火灾、爆炸、中毒事故。

2) 罐区排放系统缺陷、地面若有残液, 存在着环境污染的危险

性。

3) 台风、地震等自然灾害不仅对储罐区的设备、设施会造成破坏，还会引发二次事故。

4) 储罐区存在着雷击的可能性。

5) 储罐基础若发生严重下降，尤其是不均匀下降，将带来重大事故隐患。

6) 罐体是危险化学品储存的关键设备，罐体腐蚀、焊缝开裂、密封损坏等因素都是安全生产的重大隐患。

7) 储罐防腐层局部受到破坏，个别地方腐蚀加剧，会扩大事故范围。

8) 储罐的设计若不符合有关规范的要求；储罐的焊接质量和安装质量达不到设计要求；储罐现场组装质量若不能保证，在储存过程中就会存在重大事故隐患。

9) 本项目涉及的甲醇泵，以及已建成项目涉及的乙醇、丙烯腈属甲类可燃液体物料泵，若泵选型不当（非防爆型）、质量缺陷、操作失误等，造成易燃易爆物料泄漏，遇明火、高热等激发能量可能发生火灾、爆炸事故。

10) 由于物料泵标志不明、从业人员麻痹大意混用、错用物料泵，可能因禁忌物反应引发事故。

11) 罐区物料泵若接线头腐蚀或电气保护失效、线路老化、接地不良等，在操作、巡检和检修作业过程中有可能引起触电或电气伤害事故。

12) 可燃液体泵在停电或操作不正常情况下，介质倒流可能造成事故。

### 3.3.3.危险化学品运输（厂内）和装卸危险、有害因素分析

从业人员对危险化学品相关的法律法规知识了解很少，对所装运的危险化学品危险性也知之甚少，货物一旦发生泄漏或引起火灾等事故不知如何处置，不能在第一时间采取有效措施，防止事态扩大。还有些驾驶员、押运员责任心和安全保护意识不强，对有关危险化学品安全运输的规定缺乏了解，疲劳驾驶，盲目开快车、强行会车、超车，车辆拐弯时不减速，还有的酒后驾车，这些都极易引起交通事故。还有的装卸人员违反操作规程野蛮装卸，不按规定装卸，都容易导致事故发生，造成灾难。

装运危险化学品的车辆的安全状况不好会严重影响行车安全，导致事故发生，引起周围群众中毒，造成环境污染。

天气状况的好坏也直接影响危险化学品安全运输，大雨天、大雾天或冰、雪天气，能见度降低，视线不清，路滑，造成车辆碰撞或翻车而引发事故。

运输危险化学品的装运条件，如包装、配装货物等因素对事故发生也有影响。由于包装容器强度不够，或者包装衬垫材料选用不当，可能导致容器破损，化学物料泄漏，引发事故。在配装货物时，有的将性质相抵触的危险化学品同装在一辆车上，或者将灭火方法、抢救措施不同的物品混装在一起，万一发生泄漏就有可能因为混装而引发更大的灾难。

在危险化学品的搬运过程中，如果野蛮装卸，可造成容器的破损，引起泄漏，造成环境污染、人畜中毒和人员伤亡事故。易燃易爆物质在运输及输送时可产生静电，如果无静电导除装置、静电导除装置失灵或装卸措施不当，可能引发火灾、爆炸事故。

此外，在运输过程中也可能发生车辆伤害事故，需要加以重视。

本项目储存、运输（厂内）、装卸过程中存在的主要危险、有害因素为火灾、爆炸、中毒（窒息），其次还存在电气伤害、车辆伤害等危险、有害因素。

### 3.4 公用工程及辅助设施主要危险、有害因素综合分析

#### 3.4.1. 供电系统危险、有害因素分析

1) 本建设项目的生产过程中，由于涉及了大量易燃易爆物料，如果用电负荷过载造成电路短路、跳闸等引起电气火灾，有可能引燃易燃易爆物料，造成火灾、爆炸、中毒等事故发生。

2) 触电危险：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；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份靠近带电部分，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。另外使用高压电气设备岗位，在使用过程中若防护不当或高压线断落地面可造成跨步电压触电事故。

#### 3) 火灾、爆炸危险：

(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；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。

（2）在设备检修过程中，其电焊渣、火星和高温金属块，极易引燃现场的电缆、油渍、绝缘材料等可燃物质而引起火灾。

（3）配电、用电的电气设备（如配电装置、开关柜、照明装置和有些电气开关等）在严重过热或故障情况下，也容易引起火灾。

4）雷击危险：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。

5）断电危险：对一级用电负荷，如消防水泵、报警和人员疏散指示、安全出口照明等要求连续可靠供电的设备、设施及场所，一旦供电中断发生事故，将危及人员健康与生命安全。

6）此外，本系统还存在变配电室检修作业人员不慎坠落等危害。

### 3.4.2.冷却系统危险、有害因素分析

1）循环水池水量不足，造成冷却水温度过高，工艺过程冷却不足，引起火灾、爆炸事故；

2）冷却水水质不良，含有杂质，会造成管线腐蚀损坏；

3）冷却水泵使用维护不当，或没有及时检修，造成工艺过程冷却中断引发火灾爆炸事故及触电、机械伤害等事故；

4）冷却水池缺少防护，无警示标志，造成淹溺事故。

### 3.4.3.真空系统危险、有害因素分析

- 1) 电气线路老化、绝缘损坏、操作不当会造成触电事故。
- 2) 真空泵上下运动会产生很强的噪声，振动影响不消除或未有效控制，会损坏机械设备，人长期在噪声环境下工作会受到听力伤害和失误率上升引发各种事故。
- 3) 真空泵缓冲罐未定期排污，会引起管道堵塞，造成事故。
- 4) 真空泵及相应管线、阀门，保证系统的气密性不符合要求，可能发生喷料、倒吸、泄漏等事故的发生。
- 5) 真空泵停用时未先排空后停泵，可能引起倒吸事故的发生。
- 6) 压料结束未进行管道扫线，可能引起物料堵塞管道或残余物料泄漏、溅出，造成事故。
- 7) 检、维修过程中，违章操作，上下抛、掷工具、物件等，可能造成物体打击。
- 8) 真空系统的冷却效果不好，造成大量可燃蒸汽进入真空泵；真空泵的润滑效果不好，可能产生高热，有燃烧爆炸的危险，同时，在真空泵出口处形成爆炸性混合气体，遇高热、明火等可能发生火灾、爆炸事故。

### 3.4.4.主要污染物及治理系统危险、有害因素分析

#### 1) 水污染防治系统危险、有害因素分析

针对该生产项目水污染物治理装置的生产特点，主要危险、有害因素情分析如下：

(1) 污染物治理装置涉及的介质主要为含酸废水等，这些废水均具有一定的毒性，长期接触会造成人员中毒事故，还会对环境造成污染。

(2) 当工艺装置生产运行不正常或发生事故时，如装置中的工

艺物料发生泄漏，并随污水进入污水处理系统时，污水处理系统存在火灾、爆炸、中毒和环境污染的危险。

(3) 污水处理系统使用了大量的机械、电气设备，所以存在触电、机械伤害、物体打击等危险、有害因素。

(4) 污水处理池，如未按规定设置防护栏或警示标志，人员进入污水池作业区，可能会发生人员中毒、窒息事故；人员不小心滑入、跌入或清理水池、地下沟渠时，可能会发生淹溺、中毒、窒息等事故。

## 2) 固废污染防治系统危险、有害因素分析

本项目固废主要有蒸馏残渣、原料桶、生活垃圾等，其中含有易燃、有毒、有害物质；若环保治理装置设施不全、运行失效、违反安全技术操作规程、应急处置不当、管理不到位或环保治理达不到国家标准要求，不仅造成环境污染，还会引发火灾、中毒事故的发生。

### 3.4.5.开停车及检修过程危险、有害因素分析

#### 1) 开、停车过程中存在危险有害因素分析：

(1) 正常开、停车过程中，因设备设施存在缺陷、工艺指标控制不当，人员未经培训合格上岗及违章或误操作等，极有可能发生火灾、爆炸事故。

(2) 正常开、停车过程中违反用火作业、高处作业、临时用电作业等安全管理制度可能导致火灾、爆炸、高处坠落、触电等事故。

#### 2) 检修过程中存在危险有害因素分析：

检修过程中存在违反用火作业、高处作业、进入设备作业、临时用电作业等安全管理制度及违章作业、违章指挥、违反劳动纪律，有可能造成机械伤害、高处坠落、触电事故，设备清洗不干净有可能造成中毒、窒息、灼伤、火灾、爆炸等事故。

因此，火灾、爆炸、中毒、灼烫、腐蚀、触电、机械伤害、淹溺等是公用工程及辅助系统的主要危险、有害因素。

### 3.5 生产过程主要危险、有害因素综合分析

通过以上危险、有害因素的分析，可以看出本项目生产运行过程中存在的主要危险、有害因素为火灾爆炸危害、电气伤害、噪声与振动危害、中毒与窒息危害等，各种危险、有害因素所存在的场所综合分析见表 3-6。

表 3-6 生产过程主要危险、有害因素一览表

| 项目       | 生产二<br>车间 | 丙类仓库<br>2 | 罐<br>区 | 露天<br>泵区 | 辅助间 | 三废<br>处理 |
|----------|-----------|-----------|--------|----------|-----|----------|
| 火灾<br>爆炸 | ●         | ●         | ●      | ●        | ●   |          |
| 中毒<br>窒息 | ●         | ●         | ●      | ●        |     | ●        |
| 高温<br>灼烫 | ●         |           |        |          |     |          |
| 电气<br>伤害 | ●         |           |        | ●        | ●   |          |
| 机械<br>伤害 | ●         |           |        | ●        |     |          |
| 高处<br>坠落 | ●         | ●         | ●      | ●        |     |          |
| 噪声<br>振动 | ●         |           |        | ●        | ●   |          |
| 车辆<br>伤害 | ●         | ●         | ●      | ●        |     |          |
| 淹溺<br>危害 |           |           |        |          |     | ●        |
| 物体<br>打击 | ●         | ●         | ●      | ●        | ●   |          |
| 有限空间危害   | ●         |           | ●      |          |     | ●        |
| 自控系统危害   | ●         |           | ●      | ●        | ●   |          |

注：●表示存在危险有害因素

### 3.6 施工期间的危险、有害因素

本项目拟在湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，尚德路以东、民建路以南、曙光路以西地块原常德常联化工有限公司基地的生

产二车间。施工现场存在着火灾爆炸、高处坠落、起重伤害、车辆伤害、物体打击、机械伤害、坍塌、电伤害等危险因素和粉尘、噪声、烟尘、光辐射等有害因素，另外在施工期时，也存在大风、暴雨等自然灾害。

### 3.6.1.车辆运输伤害

本项目在建设过程中需要用到的材料、设备等都需要用汽车运到现场。施工现场如果路面两侧大量物品的堆放占用道路，致使车辆通行困难；装卸作业受限，在这种情况下，如驾驶员精神不集中或不认真观察情况；行车安全很难保证。来往大型运输车辆交织在一起，难免会发生碰撞。施工运输车辆转弯不当，或驾驶失误，会发生碰撞、翻车事故。违章驾驶、酒后驾驶等也会造成车辆事故。

### 3.6.2.可燃、易燃物燃烧、爆炸

施工期间，工地金属切割、焊接作业可能使用工业气（丙烷），乙炔气和氧气，这些工业气体都是高压瓶装，易泄漏发生火灾、爆炸。乙炔和液氧及各种特种油，需要专库存放，专人负责，易燃仓库电气设备必须符合防爆要求。工地许多临时建筑采用木材等易燃物品搭设临时设施耐火等级低，也容易发生火灾。还会使用、储存诸如油漆、塑料制品及装饰、装修用可燃、易燃物品，这些物品一旦接触明火，极易引起火灾。

### 3.6.3.电伤害

施工现场的用电设备多为露天放置，容易发生故障。主要表现在电气绝缘层容易磨损，电气负荷容易超载，线路短路，接头压接不紧密，线路电流过大，会发生漏电触电事故，严重者会发生重大起重伤害事故。

施工期因临时用电存在乱拉接线现象，或拉线时线路交叉，接头处未采取绝缘处理，会发生施工人员触电、火灾等危险；同时电机调试过程中也有触电可能。

#### **3.6.4.起重伤害、机械伤害**

本工程吊装作业特点是起重部件大，吊程高，高空作业受限，容易引发起重伤害事故。

本工程在设备安装过程中要用到大量的机械设备，如果使用方法不当，防护不到位，易引发机械伤害。

#### **3.6.5.高处坠落、物体打击**

本工程吊具安装涉及高处作业和交叉作业，若作业人员防护不到位，严重违反高处作业安全技术规定，易发生高处坠落事故。

进行交叉作业时，若指挥不当、方案不周或违反操作规程、作业人员未正确佩戴安全防护用品，易发生物体打击事故。

#### **3.6.6.粉尘、烟尘、光辐射、噪声**

本项目施工过程会产生粉尘，使用金属切割、焊接作业会产生烟尘、光辐射和噪声等。

#### **3.6.7.自然灾害**

在施工期时，也存在地震、雷击、大风等自然灾害，主要分析见3.2.20节。大风灾害往往会造成很坏的后果如管道、电缆、电线等设施损坏等。

#### **3.6.8.施工管理**

工程施工作业过程，是个复杂系统的管理过程。如果各种设备、建筑材料的运输、存放、保管，和施工力量的调配等计划不周，现场管理不善都会给施工安全带来隐患。施工单位及安装单位较多，如管

理不善、安全生产责任不明确等会影响施工安全，若因管理不善、计划不周，导致抢工期、赶进度，分项工程不达标，会引起运行期起重伤害、物体打击等事故；建设单位与施工单位若未明确各自的安全生产责任，施工单位违章操作、未按设计严格施工造成安装不良，给安全带来隐患。

### 3.7 重大危险源辨识

1) 依据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018，生产单元、储存单元内存在的危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

(1) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

(2) 生产单元、储存单元存在的危险化学品为多品种时，则按式①计算，若满足式①，则定义为重大危险源：

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\cdots+q_n/Q_n\geq 1 \quad \text{①}$$

式中：

S—辨识指标；

$q_1, q_2, \cdots, q_n$ —每种危险化学品实际存在量，单位为吨(t)；

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_N$ —与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨(t)。

依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的规定，本项目罐区存储的重大危险源物质有甲醇、乙醇、丙烯腈等；生产二车间装置及其配套装置拟使用的危险化学品有甲醇。

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)，我们将

本项目分为生产单元和储存单元进行重大危险源辨识，本项目生产单元重大危险源辨识见表 3-7。

表 3-7 生产单元重大危险源辨识表

| 生产单元                                                                    | 物质名称 | 最大在线量<br>(T) | 临界量<br>(T) | 系数 $q_n/Q_n$ | 是否构成<br>重大危险源 |
|-------------------------------------------------------------------------|------|--------------|------------|--------------|---------------|
| 二车间                                                                     | 甲醇   | 2×12         | 500        | 24/500=0.048 | 否             |
| 备注说明：<br>12 套甲基反应器采用固定床列管式常压反应，有效全容积不到 0.3m <sup>3</sup> ，， 甲醇量约 50 公斤。 |      |              |            |              |               |

本项目储存单元重大危险源辨识见表 3-7。

表 3-8 储存单元重大危险源辨识表

| 储存单元 | 物质名称 | 最大储存量<br>(T) | 临界量<br>(T) | 系数 $q_n/Q_n$                    | 是否构成<br>重大危险源 |
|------|------|--------------|------------|---------------------------------|---------------|
| 甲类罐区 | 甲醇   | 84           | 500        | $84/500+84/500+15/50=$<br>0.636 | 否             |
|      | 乙醇   | 84           | 500        |                                 |               |
|      | 丙烯腈  | 15           | 50         |                                 |               |

根据上表可知，本项目生产和储存单元均未构成重大危险源。但应严格落实安全生产责任制，加强日常的安全管理措施，预防事故的发生。

### 3.8 危险化工工艺辨识

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3 号）文件进行辨识，本项目 N-甲基间甲苯胺、N，N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N，N-二甲基对甲苯胺系列产品主要为烷基化生产工艺，属于国家重点监管的危险工艺。

### 3.9 易制毒化学品和剧毒品辨识

易制毒化学品分为三类：第一类是可以用于易制毒的主要原料，第二类、第三类是可以用于易制毒的化学配剂，经营第二、三类易制

毒化学品得向县级经上的安全生产监督管理部门备案。根据《易制毒化学品管理条例》，本项目使用的原料和成品中无易制毒化学品。

根据《危险化学品目录》（国家安全监管总局等十部门联合公告〔2015〕5号）辨识，本项目使用的原料和成品中无剧毒化学品。

### 3.10 易制爆危险化学品的辨识

根据《易制爆危险化学品目录(2017年版)》（公安部2017年5月11日公告）进行辨识，本项目使用的原料和成品中无易制爆危险化学品。

### 3.11 重点监管危险化学品辨识

根据《关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2011〕95号）和《关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号）辨识，本项目中甲醇属于重点监管的危险化学品名录中的物质，因此要针对甲醇泄漏引发的各种事故的制定应急救援预案和应急措施。

### 3.12 监控化学品辨识

依据《各类监控化学品名录》及《列入第三类监控化学品的新增品种清单》辨识，该项目使用的原料和成品中无监控化学品。

## 第4章 评价单元的划分和评价方法的选用

### 4.1 单元划分原则

评价单元是装置的一个独立的组成部分。一是指布置上的相对独立性，即与装置的其它部分之间有一定的安全距离。二是指工艺上的不同性，即一个单元在一般情况下是一种工艺，通过将装置划分为不同类型的单元，可对其不同危险特性分别进行评价，根据评价结果，有针对性地采取不同的安全对策措施，从而在确保安全的前提下节省投资。否则，整个装置或装置的大部分就会带有装置中最危险单元的特性，为了降低它们的危险性，就必须相应增加安全措施，造成投资增大。

评价单元的划分一般以系统的生产工艺、工艺装置、物料特点和特征与危险、有害因素的类别、分布等结合起来进行，大致遵循以下原则：

- 1) 生产类型或场所相对独立的, 应按生产类型或场所划分评价单元;
- 2) 具有相似工艺过程的装置（设备）应划分为一个单元;
- 3) 场所（地理位置）相邻的装置（设备）应划分为一个单元;
- 4) 独立的工艺过程可划分为一个单元;
- 5) 具有共性危险因素、有害因素的场所和装置（设备）应划分为一个单元。

### 4.2 评价单元的划分

根据上述预评价单元划分原则，本项目划分的预评价单元如下：

- 1) 项目选址及周边环境;
- 2) 生产过程;

3) 公用辅助工程;

4) 施工单元。

### 4.3 安全评价方法的选用

本项目针对不同的对象特点,采用安全检查表法、危险度评价法、事故树法等评价方法进行安全验收评价。具体评价单元划分及方法选用见下表 4-1。

表 4-1 单元评价方法的选用

| 评价单元        |           | 评价方法                                                                   |
|-------------|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| 项目选择及周边环境单元 |           | 安全检查表法                                                                 |
| 生产过程单元      |           | 危险度评价法、作业条件危险性分析法、预先危险性分析法、事故后果模拟分析法、“多米诺”效应分析法、道化学火灾爆炸危险指数法评价法、事故树分析法 |
| 公用辅助工程单元    | 供配电系统子单元  | 预先危险性分析法、事故树                                                           |
|             | 热力系统子单元   | 预先危险性分析法、故障类型和影响分析法                                                    |
|             | 给排水系统子单元  | 预先危险性分析法                                                               |
|             | 厂内运输系统子单元 | 预先危险性分析法                                                               |
|             | 消防系统子单元   | 安全检查表法                                                                 |
|             | 三废处理单元    | 预先危险性分析法                                                               |
| 施工过程单元      |           | 预先危险性分析法                                                               |

### 4.4 安全评价方法介绍

#### 4.4.1. 安全检查表评价法

安全检查表评价法 (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。编制步骤是:

1) 熟悉系统

包括系统的结构、功能、工艺流程、主要设备、操作条件、布置和已有的安全卫生设施。

## 2) 搜集资料

搜集有关的安全法规、标准、制度及本系统过去发生过事故的资料，作为编制安全检查表的依据。

## 3) 划分单元

按功能或结构将系统划分成子系统或单元，并逐个分析潜在的危险因素。

4) 编制检查表针对危险因素，依据有关法规、标准规定，参考过去事故的教训和本单位的经验确定安全检查表的检查要点、内容和为达到安全指标应在设计中采取的措施，然后按照一定的要求编制检查表。

### 4.4.2.预先危险性分析法（PHA）

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。

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) 估计事故出现对系统产生的影响;
- 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。

#### (1) 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, 找出应重点控制的危险源;

⑥制定危险防范措施。

分析的结果最终以表格的形式表示。

#### (2) 危险、有害因素的危险性等级

按危险、有害因素导致的事故、危害的危险程度、将危险、有害因素划分为四个危险等级。

I 级 安全的, 可以忽略

II 级 临界的, 处于事故边缘状态, 暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失, 应予以排除或采取措施。

III 级 危险的, 会造成人员伤亡和系统损坏, 要立即采取措施。

IV 级 破坏性的, 会造成灾难性事故, 必须立即排除。

#### 4.4.3.危险度评价法

危险度评价法是借鉴日本劳动省安全评价六阶段法第三阶段定量评价表，规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作五个项目共同确定，其危险度分别按 A=10、B=5、C=2、D=0，依据一定条件赋值计分，由累计分值确定危险等级。评价取值见表 4-2，危险度分级见表 4-3。

表 4-2 危险度评价取值表

| 项目 \ 分值               | 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) | (1)甲类可燃气体 <sup>*1</sup> ;<br>(2)甲 <sub>A</sub> 类物质及液态烃类;<br>(3)甲类固体;<br>(4)极度危害介质 <sup>*2</sup> | (1)乙类可燃气体;<br>(2)甲 <sub>B</sub> 、乙 <sub>A</sub> 类可燃液体;<br>(3)乙类固体;<br>(4)高度危害介质                                   | (1)乙 <sub>B</sub> 、丙 <sub>A</sub> 、丙 <sub>B</sub> 类可燃液体;<br>(2)丙类固体;<br>(3)中、轻度危害介质                         | 不属左述之 A、B、C 项之物质                                        |
| 容量 <sup>*3</sup>      | (1)气体 1000m <sup>3</sup> 以上;<br>(2)液体 100m <sup>3</sup> 以上                                      | (1)气体 500 ~ 1000m <sup>3</sup> ;<br>(2)液体 50~100m <sup>3</sup>                                                    | (1)气体 100 ~ 500m <sup>3</sup> ;<br>(2)液体 10~50m <sup>3</sup>                                                | (1)气体 < 100m <sup>3</sup> ;<br>(2)液体 < 10m <sup>3</sup> |
| 温度                    | 1000℃ 以上使用, 其操作温度在燃点以上                                                                          | (1)1000℃ 以上使用, 但操作温度在燃点以下;<br>(2)在 250~1000℃ 使用, 其操作温度在燃点以上                                                       | (1)在 250~1000℃ 使用, 但操作温度在燃点以下; (2)在低于 250℃ 时使用, 操作温度在燃点以上                                                   | 在低于 250℃ 时使用, 操作温度在燃点以下                                 |
| 压力                    | 100MPa                                                                                          | 20~100MPa                                                                                                         | 1~20MPa                                                                                                     | 1MPa 以下                                                 |
| 操作                    | (1)临界放热和特别剧烈的放热反应操作;<br>(2)在爆炸极限范围内或其附近的操作                                                      | (1)中等放热反应(如甲基化、乙基化、酯化、加成、氧化、聚合、缩合等反应操作);<br>(2)系统进入空气或不纯物质, 可能发生的危险、操作;<br>(3)使用粉状或雾状物质, 有可能发生粉尘爆炸的操作<br>(4)单批式操作 | (1)轻微放热反应(如加氢、水合、异构化、甲基化、乙基化、磺化、中和等反应)操作;<br>(2)在精制过程中伴有化学反应;<br>(3)单批式操作, 但开始使用机械等手段进行程序操作;<br>(4)有一定危险的操作 | 无危险的操作                                                  |

注: \*1. 见《石油化工企业设计防火规范》(GB50160-92, 1999 年修改版)中可燃物质的火灾危险性分类。

\*2. 见《压力容器化学介质毒害和爆炸危险程度分类》(HGJ43-2000)表 1、表 2、表 3。

\*3. ①有触媒的反应, 应去掉触媒层所占空间;

②气液混合反应，应按其反应的形态选择上述规定。

表 4-3 危险度分级表

| 等级   | 分数      | 危险程度 |
|------|---------|------|
| III级 | 1~10 分  | 低度危险 |
| II 级 | 11~15 分 | 中度危险 |
| I 级  | 16 分以上  | 高度危险 |

#### 4.4.4.作业条件危险性评价法

作业条件危险性评价法也称格雷厄姆（K. J. Graham）——金尼（G. F. Kinney）法，是评价操作人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性半定量评价方法，该评价方法用与系统风险有关的三种因素指标值之积来评价，操作人员伤亡风险大小，这三种因素是：

L----事故发生的可能性

E----人员暴露于危险环境中的频率程度

C----一旦发生事故可能造成的后果

即风险值  $D=L \times C \times E$ ，D 值越大则表明该环境下毒物危险性越大。

三种因素 L、E、C 的赋分标准分别见表 4-4、表 4-5 和表 4-6，危险等级的划分标准见表 4-7。

表 4-4 事故发生的可能性（L）

| 分数值 | 事故发生可能性   |
|-----|-----------|
| 10  | 完全可以预料到   |
| 6   | 相当可能      |
| 3   | 可能，但不经常   |
| 1   | 可能性小，完全意外 |
| 0.5 | 很不可能，可以设想 |
| 0.2 | 极不可能      |
| 0.1 | 实际不可能     |

表 4-5 人员暴露于危险环境的频繁程度（E）

| 分数值 | 暴露于危险环境的频率程度 |
|-----|--------------|
| 10  | 连续暴露         |
| 6   | 每天工作时间内暴露    |
| 3   | 每周一次，或偶然暴露   |
| 2   | 每月一次暴露       |
| 1   | 每年几次暴露       |
| 0.5 | 非常罕见的暴露      |

表 4-6 发生事故可能造成的后果 (C)

| 分数值 | 发生事故可能造成的后果            |
|-----|------------------------|
| 100 | 大灾难, 许多人死亡, 或造成重大财产损失  |
| 40  | 灾难, 数人死亡, 或造成很大财产损失    |
| 15  | 非常严重, 一人死亡, 或造成一定的财产损失 |
| 7   | 严重, 重伤, 或较小的财产损失       |
| 3   | 重大, 致残, 或很小的财产损失有伤残    |
| 1   | 引人注目, 不利于基本的安全卫生要求     |

表 4-7 危险性等级划分标准 (D)

| D 值     | 危险程度         | 危险等级 |
|---------|--------------|------|
| >320    | 极其危险, 不能继续作业 | I    |
| 160~320 | 高度危险, 需立即整改  | II   |
| 70~160  | 显着危险, 需要整改   | III  |
| 20~70   | 一般危险, 需要注意   | IV   |
| <20     | 稍有危险, 可以接受   | V    |

#### 4.4.5.事故后果模拟分析评价法

爆炸模型评价方法是评价蒸气云爆炸破坏力的典型方法。爆炸性的气体以液态储存, 如果瞬间泄漏遇到延迟点火, 或以气体储存时泄漏到空气中遇到火源, 就有可能发生蒸气云爆炸。导致蒸气云爆炸形成的力来自容器内含有的能量或可燃物含有的内能, 或两者兼有。一般只有压缩能和热能才能单独导致蒸气云形成。蒸气云爆炸 (UVCE) 的能量常用 TNT 当量法描述, 利用有关 TNT 爆炸效应的实验数据预测蒸气云的爆炸效应。

1) 蒸气云的 TNT 当量。TNT 当量  $W_{TNT}$  的计算如式 (1) 所示。

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

式中:  $W_{TNT}$  为可燃气体的 TNT 当量, Kg;  $W_f$  为蒸气云中可燃气体质量, kg。  $\alpha$  为可燃气体的蒸气云当量系数 (统计平均值为 0.04);  $Q_f$  为可燃气体的燃烧热, MJ/kg;  $Q_{TNT}$  为 TNT 的爆炸, 一般取 4.52 MJ/kg。

可燃气体的爆炸总能量如式 (2) 所示。

$$E = 1.8 \alpha W_f Q_f \quad (2)$$

式中:  $E$  为可燃气体爆炸产生的总能量, kJ; 1.8 为地面爆炸系

数。

2) 爆炸伤害半径。死亡半径指人在冲击波的作用下头部撞击致死的半径 (m)，由式 (3) 确定。

$$R_1 = 1.98 W_p^{0.447} \quad (3)$$

重伤半径指人在冲击波的作用下耳鼓膜 50% 破裂的半径 (m)，由式 (4) 确定。

$$R_2 = 9.18 W_p^{1/3} \quad (4)$$

轻伤半径指人在冲击波的作用下耳鼓膜 1% 破裂的半径 (m)，由式 (5) 确定。

$$R_3 = 17.8 W_p^{1/3} \quad (5)$$

式中： $W_p$  为可燃气体蒸气云的丙烷当量，kg。

丙烷当量  $W_p$  的计算如式 (6) 所示。

$$W_p = \frac{\alpha W_f Q_f}{Q_p} \quad (6)$$

式中： $Q_p$  为丙烷的爆炸热，一般取 50.4 MJ/kg。

财产损失半径指在冲击波的作用下建筑物发生三级破坏的半径。建筑物的三级破坏是指房屋不能居住、屋基部分或全部破坏、外墙 1~2 面部分破损，承重墙破损严重。财产损失半径可由式 (7) 确定。

$$R_4 = \frac{K W_{TNT}^{1/3}}{\left[ 1 + \left( \frac{3175}{W_{TNT}} \right)^2 \right]^{1/6}} \quad (7)$$

式中：K 为建筑物三级破坏系数，取值为 4.6。

若已知可燃气体装置区域的人员密度和财产密度，即可评价确定人员的伤亡数和财产损失大小。

#### 4.4.6. “多米诺效应”分析评价法

多米诺效应的定义：一个由初始事件引发的，波及邻近的 1 个或

多个设备及装置，引发了二次或二次以上事故的场景，从而导致了总体结果比只有初始事件时的后果更加严重。只有当结果的总体严重性高于或至少相当于初始事故后果的场景事故才被认为是多米诺事件。典型的多米诺效应是串联或并联的连环事故。事故可有 3 种不同的物理现象：冲击波超压、热辐射和抛射物。每种物理现象都会产生一个危险区域，当危险区域内的某种特别效应值超过一定限值后，即发生多米诺效应。多米诺效应是受不同因素影响的，最重要的因素有：设备类型、存储的危险物质类别和存储量、毗邻设备及其性质、离事故点的距离、传播条件(如点火源)、风向及所采取的减危措施等。

多米诺效应引起的破坏等级取决于危险品储量、距离、传播条件及毗邻设备的易受影响点，各种物理现象对人、建筑物及工业装置的影响也是根据具体情况而不同的。

#### 4.4.7.道化学（DOW）火灾、爆炸危险指数评价法

该方法由美国道化学公司（Dow's Chemical CO.）提出的“火灾，爆炸危险指数”评价法(简称道氏法)是一种最早的指数法。该方法以能代表重要物质在标准状态下的火灾、爆炸或放出能量的危险潜在能量的“物质系数”为基础，分别计算特殊物质的危险值，一般工艺危险值和特殊工艺危险值，再通过一定的运算得出“火灾，爆炸危险指数”，并根据指数的大小对化工装置的危险性程度进行分级，同时根据不同的等级提出相应的安全预防措施和建议。

该方法主要应用于评价存储、处理、生产易燃、可燃、活性物质的操作过程。道化学火灾爆炸危险指数法（第七版）具体方法介绍如下：

##### 1) 确定评价单元

进行危险指数评价的第一步是确定评价单元。单元是装置的一个独立部分，与其他部分保持一定的距离，或用防火墙、防爆墙、防护堤等与其他部分隔开。通常，在不增加危险性潜能的情况下，可把危险性潜能类似的单元归并为一个较大的单元。

## 2) 单元危险度的初期评价

火灾、爆炸危险指数(F&EI)按下式计算：

$$F\&EI = F_3 \times MF$$

式中：F<sub>3</sub>----工艺单元危险系数， $F_3 = F_1 \times F_2$

MF----物质系数

F<sub>1</sub>----一般工艺危险系数

F<sub>2</sub>----特殊工艺危险系数

## 3) 单元危险度的最终评价

单元危险度的初期评价结果，表示的是不考虑任何预防措施时，单元所固有的危险性。道化学公司从降低单元的实际危险度出发，通过变更工艺、采取降低事故频率和潜在事故规模的安全对策措施来预防、减少其危险性。

安全预防措施分工艺控制、物质隔离、防火措施三个方面。其中，工艺控制补偿系数包括应急电源等 9 项措施，物质隔离补偿系数包括遥控阀等 4 项措施，防火措施补偿系数包括泄漏检测装置等 9 项措施。

补偿火灾、爆炸危险指数(F&EI)'按下式计算：

$$(F\&EI)' = F\&EI \times C$$

式中：C----安全措施总补偿系数， $C = C_1 \times C_2 \times C_3$

C<sub>1</sub>----工艺控制补偿系数，

C<sub>2</sub>----物质隔离补偿系数，

$C_3$ ----防火措施补偿系数。

补偿系数的取值分别按道化学公司第七版所确定的原则选取。无任何安全措施时，上述补偿系数为 1.0。

#### 4) 危险等级确定

火灾、爆炸危险指数分为 5 个等级，危险等级判定见表 4-8。

表 4-8 火灾、爆炸危险等级判定表

| F&EI 或 (F&EI) ' 值 | 1~60 | 61~96 | 97~127 | 128~158 | >158 |
|-------------------|------|-------|--------|---------|------|
| 危险程度              | 最 轻  | 较轻    | 中 等    | 很大      | 非常大  |
| 危险等级              | I    | II    | III    | IV      | V    |

#### 4.4.8.事故树评价法

##### 1) 事故树分析的基本步骤

##### (1) 确定分析对象系统和要分析和各对象事件（顶上事件）

通过经验分析、事件树分析和故障类型和影响分析确定顶上事件（何时、何地、何类）；明确对象系统的边界、分析深度、初始条件、前提条件和不考虑条件，熟悉系统、收集相关资料（工艺、设备、操作、环境、事故等方面的情况和资料）。

##### (2) 确定系统事故发生概率、事故损失的安全目标值

##### (3) 调查原因事件

调查与事故有关的所有直接原因和各种因素（设备故障、人员失误和环境不良因素）。

##### (4) 编制事故树

从顶上事件起，一级一级往下找出所有原因事件直到最基本的原因事件为止，按其逻辑关系画出事故树。每个顶上事件对应一株事故树。

##### (5) 定性分析

按事故树结构进行简化，求出最小割集和最小径集，确定各基本

事件的结构重要度。

#### （6）结论

当事故发生概率超过预定目标值时，从最小割集着手研究降低事故发生概率的所有可能方案，利用最小径集找出消除事故的最佳方案；通过重要度（重要系数）分析确定采取对策措施的重点和先后顺序；从而得出分析、评价的结论。

#### 2) 编制事故树注意事项

（1）顶上事件放在最上端，将其所直接原因事件（中间事件）列在第二层，并用逻辑门连接上下层事件（输出、输入事件）；再将第二层各事件的所有原因事件写在对应事件的下面（第三层），用适当的逻辑门把第二、三层事件连接起来；如此层层向下，直至找出全部基本事件（或根据需要分析到必要的事件）为止，从而构成一株完事的事故树。

（2）完成每个逻辑门的全部输入事件后再分析其他逻辑门的输入事件。两个逻辑门不能直接连接，必须经过中间事件连接。

#### 4.4.9.故障类型和影响分析评价法

故障类型和影响分析，又名失效模式与影响分析（Failure Modes and Effects Analysis, FMEA）分析设备故障（或操作不当）发生的方式，简称为失效模式，以及这些失效模式对工艺过程导致的结果。为失效模式的分析人员提供了一种依据，根据失效模式及影响（后果）决定需对哪些地方进行修改以提高系统的设计。在 FMEA 过程中，分析人员只分析设备故障及其后果；他们很少分析系统正常操作情况下可能出现的破坏或伤害情况。

##### 1) 故障类型和影响分析步骤

(1) 确定分析问题，包括：①确定合适的分析水平；②确定分析的边界条件。详细确定分析问题是完整和有效的 FMEA 所必须的。

(2) 完成分析；

(3) 编制分析结果文件。

## 2) 变更分析方法

为了完成事故调查，查找原因，调查人员必须寻找与标准、规范相背离的东西。

分析步骤：

(1) 确定问题，即发生什么；

(2) 相关标准、规范的确立；

(3) 辨明发生什么变更、变更地点、变更时间、变更程度；

(4) 影响变更的因素；

(5) 辨明变更的特点、特征和具体情况；

(6) 对发生变更可能原因作一详细的列表；

(7) 选择最可能的变更原因；

(8) 找出相关变更带来的危险因素的防范措施。

## 第 5 章 定性定量评价

### 5.1 建设项目选址及周边环境评价

#### 5.1.1 建设项目选址及平面布置评价

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，尚德路以东、民建路以南、曙光路以西常联化工已建成化工基地生产二车间。厂区东面为曙光路，南面为园区规划用地，西面为常德市大度新材料有限公司和尚德路，北面为民建路，东北面为德山东（海德变）变电站。

该项目建设主要包括：生产二车间设备安装工程。公司的办公楼、仓库、罐区、消防水池、污水处理、事故池、导热油炉房、控制室、中间分析室、仪表机柜室、初期雨水收集池均已建成，二车间建筑工程也已完成。厂区设置有两个出入口，均在厂区北面办公楼的两侧，做到了人货分流。

根据《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）、《石油化工企业设计防火规范（2018 年版）》（GB50160-2008）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《石油化工工艺装置布置设计规范》（SH3011-2011）等标准、规范，结合本项目的实际情况，编制了安全检查表对本项目选址、总平面布置进行检查和评价，具体见表 5-1。

表 5-1 选址及平面布局安全检查表

| 序号   | 检查项目和内容            | 依据法规标准                    | 实际情况                                        | 检查结果 |
|------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------------|------|
| 厂址选择 |                    |                           |                                             |      |
| 1    | 厂址选择应符合当地城乡总体规划要求。 | GB51283-2020<br>第 4.1.1 条 | 该项目选址位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号，已取得常德经济技术开发区产业发 | 符合   |

| 序号 | 检查项目和内容                                                                                                                                                                                                                                                                      | 依据法规标准                     | 实际情况                                        | 检查结果 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            | 展局项目备案和常德市规划局德山分局的项目选址批复，项目建设符合常德经开区总体规划要求。 |      |
| 2  | 厂址应根据企业、相邻企业或设施的特点和火灾危险类别，结合风向与地形等自然条件合理确定。                                                                                                                                                                                                                                  | GB51283-2020<br>第 4.1.2 条  | 本项目位于常德经济技术开发区化工园区内，厂址合理确定。                 | 符合   |
| 3  | 散发有害物质的企业厂址宜位于邻近居民区或城镇全年最小频率风向的上风侧，且不应位于窝风地段。有较高洁净度要求的企业，当不能远离有严重空气污染区时，则应位于其最大频率风向的上风侧，或全年最小频率风向的下风侧。                                                                                                                                                                       | GB51283-2020<br>第 4.1.3 条  | 该项目选址位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧。           | 符合   |
| 4  | 工业企业总体规划，应结合工业企业所在区域的技术经济、自然条件等进行编制，并应满足生产、运输、防震、防洪、防火、安全、卫生、环境保护、发展循环经济和职工生活的需要，应经多方案技术经济比较后，择优确定。                                                                                                                                                                          | GB50187-2012<br>第 4.1.1 条  | 本项目位于常德经济技术开发区化工园区内，产业配套齐全，择优确定。            | 符合   |
| 5  | 厂址应具有方便和经济的交通运输条件。                                                                                                                                                                                                                                                           | GB50489-2009<br>第 3.1.6 条  | 厂区的水、陆、空交通较便利。                              | 符合   |
| 6  | 厂址应有充足、可靠的水源和电源，且应满足企业发展需要。                                                                                                                                                                                                                                                  | GB50489-2009<br>第 3.1.7 条  | 公司水源和电力供应充足，能满足项目要求。                        | 符合   |
| 7  | 厂址不应选择在下列地段或地区：1) 地震断层及地震基本烈度高于 9 度的地震区。2) 工程地质严重不良地段。3) 重要矿床分布地段及采矿陷落(错动)区。4) 国家或地方规定的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区。5) 对飞机起降、电台通信、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观测以及军事设施等有影响的地区。6) 供水水源卫生保护区。7) 易受洪水危害或防洪工程量很大的地区。8) 不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区。9) 在爆破危险区范围内。10) 大型尾矿库及废料场(库)的坝下方。11) 有严重放射性物质污染影响区。 | GB50489-2009<br>第 3.1.13 条 | 本项目的生产厂区未选择在左述地段或地区。                        | 符合   |
| 8  | 厂址的自然地形，应有利于工厂                                                                                                                                                                                                                                                               | GB50489-2009               | 厂区场地平坦，有利                                   | 符合   |

| 序号 | 检查项目和内容                                                                                                                                                                                                               | 依据法规标准                    | 实际情况                                                          | 检查结果 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|------|
|    | 布置、厂内运输、场地排水及减少土（石）方工程量等要求，且自然地面坡度不宜大于 5%                                                                                                                                                                             | 第 3.2.2 条                 | 于工厂布置、厂内运输、场地排水。                                              |      |
| 9  | 厂址不应受洪水、潮水和内涝威胁，大型企业的防洪标准为 100-50 年，中型企业的防洪标准为 50-20 年，小型企业的防洪标准为 10-20 年。                                                                                                                                            | GB50489-2009<br>第 3.2.4 条 | 本企业为中型企业，防洪标准满足 50-20 的要求，厂址区受洪水、和内涝的威胁较小。                    | 符合   |
| 10 | 公路和地区架空电力线路严禁穿越生产区                                                                                                                                                                                                    | GB50160-2008<br>第 4.1.6 条 | 厂区无公路、地区架空电力线通过。                                              | 符合   |
| 12 | 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；                                                                                                                                                  | GBZ1-2010<br>第 5.1.3 条    | 该项目拟建地点周围不存在左述危害健康的场所和设施                                      | 符合   |
| 13 | 厂区具体定位应与当地现有和规划的交通线路、车站、港口进行顺捷合理的联结，厂前区尽量临靠公路干道。                                                                                                                                                                      | HG20571-2014<br>第 3.1.7 条 | 厂区定位合理，交通方便。                                                  | 符合   |
| 14 | 地区排洪沟不应通过工厂生产区。                                                                                                                                                                                                       | GB51283-2020<br>第 4.1.4 条 | 厂区暂无区域排洪沟通过。                                                  | 符合   |
| 15 | 精细化工企业与相邻工厂或设施的防火间距不应小于表 4.1.5 的规定。                                                                                                                                                                                   | GB51283-2020<br>第 4.1.5 条 | 与厂外设施的防火间距能满足规范要求，见表 5-2。                                     | 符合   |
| 16 | 相邻精细化工企业的防火间距不应小于表 4.1.6 的规定。                                                                                                                                                                                         | GB51283-2020<br>第 4.1.6 条 | 与厂外设施的防火间距能满足规范要求，见表 5-2。                                     | 符合   |
| 17 | 危险化学品生产企业在设区的市规划的专门用于危险化学品生产、储存的区域内                                                                                                                                                                                   | 《危险化学品生产企业安全许可证实施办法》第八条   | 该项目选址位于湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号常德常联化工基地二车间，已取得常德经济技术开发区产业发展局项目备案。 | 符合   |
| 18 | 危险化学品生产装置或者储存数量构成重大危险源的危险化学品储存设施（运输工具加油站、加气站除外），与下列场所、设施、区域的距离应当符合国家有关规定：（一）居住区以及商业中心、公园等人员密集场所；（二）学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；（三）饮用水源、水厂以及水源保护区；（四）车站、码头（依法经许可从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭以及地铁站出入 | 《危险化学品安全管理条例》第十九条         | 本项目未构成危险化学品重大危险源，不适用。                                         | —    |

| 序号    | 检查项目和内容                                                                                                                         | 依据法规标准                    | 实际情况                                                                        | 检查结果 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------|
|       | 口；（五）基本农田保护区、基本草原、畜禽遗传资源保护区、畜禽规模化养殖场（养殖小区）、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地；（六）河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区；（七）军事禁区、军事管理区；（八）法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。    |                           |                                                                             |      |
| 总平面布置 |                                                                                                                                 |                           |                                                                             |      |
| 19    | 工厂总平面布置，应根据生产工艺流程及生产特点和火灾危险性、地形、风向、交通运输等条件，按生产、辅助、公用、仓储、生产管理及生活服务设施的功能分区集中布置。                                                   | GB51283-2020<br>第 4.2.1 条 | 企业根据工艺特点，生产车间位于厂区南面，辅助和公用设施位于厂区东北面，仓储位于厂区西面和西南面、生产管理及生活服务设施位于厂区北面，功能分区集中布置。 | 符合   |
| 20    | 全厂性重要设施应布置在爆炸危险区范围以外，宜统一、集中设置，并位于散发可燃气体、蒸气的生产设施全年最小频率风向的下风侧。                                                                    | GB51283-2020<br>第 4.2.2 条 | 全厂性重要设施集中布置。                                                                | 符合   |
| 21    | 可能散发可燃气体、蒸气的生产、仓储设施、装卸站及污水处理设施宜布置在人员集中场所及明火地点或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧；在山丘地区，应避免布置在窝风地段。                                             | GB51283-2020<br>第 4.2.3 条 | 可燃气体、蒸气的生产、仓储设施、装卸站及污水处理设施布置在人员集中场所及明火地点或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧                | 符合   |
| 22    | 空分站应布置在空气洁净地段，并宜位于可燃气体、蒸气、粉尘等散发地点的全年最小频率风向的下风侧。                                                                                 | GB51283-2020<br>第 4.2.4 条 | 无空分站                                                                        | 符合   |
| 23    | 液化烃或可燃液体储罐（组）等储存设施，不应毗邻布置在高于生产设施、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上；当受条件限制或工艺要求时，可燃液体储罐（组）毗邻布置在高于生产设施、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上，应采取防止泄漏的可燃液体流入上述场所的措施。 | GB51283-2020<br>第 4.2.5 条 | 厂区整体落差不到1米，厂内建筑、设施处于同一地平上。                                                  | 符合   |
| 24    | 消防废水池可与污水处理设施集中布置。消防废水池与明火地点的防火间距不应小于 25m                                                                                       | GB51283-2020<br>第 4.2.6 条 | 污水站与事故池集中布置在厂区中部偏东北侧，其与明火                                                   | 符合   |

| 序号 | 检查项目和内容                                                                                                                                                              | 依据法规标准                        | 实际情况                                                                                     | 检查结果 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    |                                                                                                                                                                      |                               | 地点距离不小于25m                                                                               |      |
| 25 | 采用架空电力线路进出厂区的变配电所，应靠近厂区边缘布置。                                                                                                                                         | GB51283-2020<br>第4.2.7条       | 厂区的变配电所位于厂区辅房，靠近厂区边缘布置。                                                                  | 符合   |
| 26 | 厂区的绿化应符合下列规定：<br>1 不应妨碍消防操作；<br>2 液化烃储罐（组）防火堤内严禁绿化；<br>3 生产设施或可燃气体、液化烃、可燃液体的储罐（组）与周围消防车道之间不宜种植绿篱或茂密的灌木丛。                                                             | GB51283-2020<br>第4.2.8条       | 厂区内绿化符合左述要求。                                                                             | 符合   |
| 27 | 总平面布置的防火间距，不应小于表4.2.9的规定。                                                                                                                                            | GB51283-2020<br>第4.2.9条       | 总平面布置的防火间距符合要求，具体详见表5-3。                                                                 | 符合   |
| 28 | 工厂出入口不宜少于2个，并宜位于不同方位。                                                                                                                                                | GB51283-2020<br>第4.3.1条       | 厂区设有两个出入口，分别位于厂区东北面和西北面。                                                                 | 符合   |
| 29 | 生产设施、仓库、储罐与道路的防火间距，不应小于表4.3.2的规定。                                                                                                                                    | GB51283-2020<br>第4.3.2条       | 生产设施、仓库、储罐与道路的防火间距符合要求，具体详见下表5-3。                                                        | 符合   |
| 30 | 厂内消防车道布置应符合下列规定：<br>1 高层厂房，甲、乙、丙类厂房或生产设施，乙、丙类仓库，可燃液体罐区，液化烃罐区和可燃气体罐区消防车道设置，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的规定；<br>2 主要消防车道路面宽度不应小于6m，路面上的净空高度不应小于5m，路面内缘转弯半径应满足消防车转弯半径的要求。 | GB51283-2020<br>第4.3.3条       | 本项目甲类储罐区主要储存为易燃易爆品等，厂内道路呈环形道路宽主干宽9m，消防及检修道路宽6-9m，架空管道与道路交叉处净空高度为5m，路面内缘转弯半径满足消防车转弯半径的要求。 | 符合   |
| 31 | 厂房和仓库的层数和防火分区最大允许面积应符合《建筑设计防火规范》GB50016-2014表3.3.1和表3.3.2中的规定。                                                                                                       | GB50016-2014<br>第3.3.1、3.3.2条 | 平面布置图可知，二次车间防火分区最大允许面积符合标准要求，具体见附表5-4。                                                   | 符合   |
| 32 | 汽车装卸设施、液化烃灌装站及各类物品仓库等机动车辆频繁进出的设施应布置在厂区边缘或厂区外，并宜设围墙独立成区                                                                                                               | GB50160-2018<br>第4.2.7条       | 装卸站、储罐区、原料成品仓库布置在厂区西南侧边缘                                                                 | 符合   |
| 33 | 产生高噪声的生产设施，宜相对集中布置。其周围宜布置对噪声较不敏感、高大、朝向有利于隔声的建筑物、构筑物 and 堆场等，其与相邻设施的防噪声间距，应符合国家现行的噪声卫生防护距                                                                             | GB50187-2012<br>第4.2.5条       | 机泵电机、风机等产生高噪声的设备集中布置，对大功率机泵加设有隔声罩，进行隔音处理，各放空口加消音器，导热油                                    | 符合   |

| 序号 | 检查项目和内容                                                                                                                     | 依据法规标准                    | 实际情况                                         | 检查结果 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|------|
|    | 离的规定。厂区内各类地点及厂界处的噪声限制值和总平面布置中的噪声控制，尚应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》的规定                                                              |                           | 炉选用低噪声喷嘴，并采用隔音罩，采用以上措施使厂区内噪声控制在规定范围内。        |      |
| 34 | 厂房建筑方位应能使室内有良好的自然通风和自然采光。                                                                                                   | GBZ1-2010<br>第 5.3.1 条    | 项目总平面布置功能分区明确，生产二车间根据生产需求采用敞开式厂房或，自然通风和采光良好。 | 符合   |
| 35 | 生产区宜选在大气污染物扩散条件好的地段，布置在当地全年最小频率风向的上风侧                                                                                       | GBZ1-2010<br>第 5.2.1.4 条  | 本项目的生产装置布置在最小风频的上风侧。                         | 符合   |
| 36 | 厂区道路应根据交通、消防和分区的要求合理布置，办求顺畅。危险场所应为环行，路面宽度按交通密度及安全因素确定，保证消防、急救车辆畅行无阻。                                                        | HG20571-2014<br>第 3.2.6 条 | 厂区道路设计合理，并考虑了环行消防通道。                         | 符合   |
| 37 | 工业企业的生产区、生活区，住宅小区、生活饮用水源、工业废水和生活污水排放点、废渣堆放场和废水处理场，以及各类卫生防护、辅助用房等工程用地，应根据工业企业的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护等要求，结合场地自然条件，经技术经济比较后合理布局。 | GBZ1-2010<br>第 5.2.1 条    | 工厂根据自身特点进行合理分区设置。                            | 符合   |
| 38 | 工业企业总平面的分区应按照厂前区内设置行政办公用房、生活福利用房；生产区内布置生产车间和辅助用房的原则处理，产生有害物质的工业企业，在生产区内除值班室、更衣室、盥洗室外，不得设置非生产用房。                             | GBZ1-2010<br>第 5.2.1 条    | 生产区和办公区分开设置，在生产区内无其它非生产用房。                   | 符合   |
| 39 | 成排布置的泵应按防火要求、操作条件和物料特性分组布置                                                                                                  | SH3011-2011<br>第 5.9.2 条  | 泵按防火要求、操作条件和物料特性分组布置。                        | 符合   |
| 40 | 除安装在联合基础上的小型泵外，两台泵之间的净距不宜小于 0.8m                                                                                            | SH3011-2011<br>第 5.9.12 条 | 泵之间的间距不低于 0.8m。                              | 符合   |
| 41 | 明火加热炉宜集中布置在装置的边缘并靠近消防通道，且位于可燃气体、液化烃、甲 B 类液体设备的全年最小频率风向的下风侧。                                                                 | SH3011-2011<br>第 5.6.1 条  | 导热油炉房布置在厂区东南侧的边缘并靠近消防通道。                     | 符合   |
| 42 | 生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库不得与员工宿舍在同一座建筑物内，并应                                                                                  | 《安全生产法》第三十九条              | 该企业厂区未设置员工宿舍，生产区与办公楼分开。                      | 符合   |

| 序号 | 检查项目和内容       | 依据法规标准 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|---------------|--------|------|------|
|    | 当与员工宿舍保持安全距离。 |        |      |      |

表 5-2 本项目外部安全距离表

| 方位 | 本项目构筑物    | 外部建构筑物                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 标准距离<br>(m) | 依据                        | 设计距离<br>(m) | 评价<br>结果 |
|----|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|----------|
| 东  | 丙类仓库一     | 海德变电站设施（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 15          | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 25          | 符合       |
|    | 生产二车间（甲类） | 曙光路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 15          | GB51283-2020<br>表 4.1.5 条 | 54          | 符合       |
| 南  | 生产二车间（甲类） | 园区规划道路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 15          | GB51283-2020<br>表 4.1.5 条 | 16          | 符合       |
|    | 罐区（丙类罐区组） | 园区规划道路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 15          | GB51283-2020<br>表 4.1.5 条 | 15          | 符合       |
|    | 导热油炉房（丁类） | 园区规划道路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | —           | —                         | 8           | 符合       |
| 西  | 罐区（甲类罐区组） | 大度新材料围墙（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 30          | GB51283-2020<br>表 4.1.5 条 | 30          | 符合       |
|    | 罐区（丙类罐区组） | 大度新材料围墙（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 22.5        | GB51283-2020<br>表 4.1.5 条 | 22.5        | 符合       |
|    | 丙类仓库一     | 大度新材料围墙（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12          | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 16          | 符合       |
|    | 丙类仓库二     | 大度新材料围墙（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12          | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 16          | 符合       |
| 北  | 丙类仓库一     | 民建路                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | —           | —                         | 43          | 符合       |
|    | 固废房（丙类）   | 海德变电站（规划）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 20          | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 27          | 符合       |
| 备注 |           | 1、表中依据 GB50016-2014 为采用的《建筑设计防火规范（2018 年版）》规范；<br>2、海德变电站的变压器总油量为 23.6 吨，主变压器到围墙距离 10 米。<br>3、甲类埋地罐区的总储量为 460m <sup>3</sup> ，其中甲类物质甲醇、乙醇、丙烯腈的总储量为 230m <sup>3</sup> ，苯胺和液碱分别属于丙类和戊类物质，根据《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 中表 4.1.5 中的相关规定，当甲、乙类液体储罐和丙类液体储罐布置在同一储罐区时，罐区的总容量可按 5m <sup>3</sup> 丙类液体相当于 1m <sup>3</sup> 甲、乙类液体折算，即该甲类埋地罐区可折算成 276m <sup>3</sup> 的甲类液体罐区；<br>4、丙类罐区的总储量为 2040m <sup>3</sup> ，根据《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 中表 4.1.5 中的相关规定，丙类可燃液体储罐与相邻工厂或设施的防火间距不应小于甲、乙类液体储罐防火间距的 75%。 |             |                           |             |          |

表 5-3 本项目建构筑物间的防火间距检查表

| 名称    | 耐火等级 | 生产类别 | 与最近建筑物名称 | 标准距离 (m) | 依据                        | 设计距离 (m) | 结论 |
|-------|------|------|----------|----------|---------------------------|----------|----|
| 生产二车间 | 一级   | 甲类   | 生产一车间    | 15       | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 19       | 符合 |
|       |      |      | 露天泵区     | 20       |                           | 44       | 符合 |
|       |      |      | 甲类埋地罐区   | 12.5     |                           | 29       | 符合 |
|       |      |      | 丙、戊类罐区   | 25       |                           | 25       | 符合 |
|       |      |      | 导热油炉房    | 12       | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 30       | 符合 |
|       |      |      | 厂内次要道路   | 5        | GB51283-2020              | 8        | 符合 |

| 名称     | 耐火等级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 生产类别     | 与最近建筑物名称 | 标准距离（m）       | 依据                        | 设计距离（m） | 结论 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|---------------|---------------------------|---------|----|
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |          |               | 表 4.3.2 条                 |         |    |
| 丙类仓库 1 | 二级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 丙类       | 办公楼      | 10            | GB50016-2014              | 16      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 丙类仓库 2   | 10            | 表 3.5.2 条                 | 10      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 辅助间      | 10            | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 22      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 污水站      | 15            | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 41      | 符合 |
| 丙类仓库 2 | 二级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 丙类       | 丙类仓库 1   | 10            | GB50016-2014<br>表 3.5.2 条 | 10      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 甲类仓库     | 15            | GB50016-2014<br>表 3.5.1 条 | 15      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 露天泵区     | 15            | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 51      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 污水站      | 15            |                           | 37      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 生产一车间    | 15            |                           | 26      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 辅助间      | 10            | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 16      | 符合 |
| 甲类埋地罐区 | 一级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 甲类       | 甲类仓库     | 12.5          | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 41      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 露天泵区     | 6             |                           | 15      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 生产一车间    | 12.5          |                           | 21      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 生产二车间    | 12.5          |                           | 29      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 丙、戊类罐区   | 5             | GB51283-2020<br>表 6.2.7 条 | 10      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 厂内主要道路   | 15            | GB51283-2020<br>表 4.3.2 条 | 19      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 厂内次要道路   | 10            |                           | 10.7    | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 罐罐间距     | 0.8           | GB50016-2014<br>表 4.2.2 条 | 0.8     | 符合 |
| 丙、戊类罐区 | 一级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 丙类<br>戊类 | 生产一车间    | 25            | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 32      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 生产二车间    | 25            |                           | 25      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 露天泵房     | 12            |                           | 32      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 厂内主要道路   | 10            | GB51283-2020<br>表 4.3.2 条 | 11      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 厂内次要道路   | 5             |                           | 7       | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 罐罐间距     | 2.4<br>(0.4D) | GB50016-2014<br>表 4.2.2 条 | 2.4     | 符合 |
| 辅助间    | 二级                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 丁类       | 甲类仓库     | 15            | GB51283-2020<br>表 4.2.9 条 | 25      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 生产一车间    | 15            |                           | 26      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 丙类仓库 2   | 10            | GB50016-2014<br>表 3.4.1 条 | 16      | 符合 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 丙类仓库 1   | 10            |                           | 22      | 符合 |
| 备注     | 1、表中依据 GB50016-2014 为采用的《建筑设计防火规范（2018 年版）》规范；GB51283-2020 为采用<br><br>2、甲类埋地罐区的总储量为 460m <sup>3</sup> ，其中甲类物质甲醇、乙醇、丙烯腈的总储量为 230m <sup>3</sup> ，苯胺和液碱分别属于丙类和戊类物质，根据《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 中表 4.1.5 中的相关规定，当甲、乙类液体储罐和丙类液体储罐布置在同一储罐区时，罐区的总容量可按 5m <sup>3</sup> 丙类液体相当于 1m <sup>3</sup> 甲、乙类液体折算，即该甲类埋地罐区可折算成 276m <sup>3</sup> 的甲类液体罐区；<br><br>3、根据《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 中表 4.1.5 中的 |          |          |               |                           |         |    |

| 名称 | 耐火等级 | 生产类别 | 与最近建筑物名称 | 标准距离 (m) | 依据 | 设计距离 (m) | 结论 |
|----|------|------|----------|----------|----|----------|----|
|    |      |      |          |          |    |          |    |
|    |      |      |          |          |    |          |    |

表 5-4 本项目防火分区符合性检查表

| 建构筑物名称 | 层数                                                        | 耐火等级 | 建筑面积 (m <sup>2</sup> ) | 生产类别 | 单个防火分区最大标准 (m <sup>2</sup> ) | 实际情况                          | 结论 |
|--------|-----------------------------------------------------------|------|------------------------|------|------------------------------|-------------------------------|----|
| 生产二车间  | 1 层                                                       | 一级   | 888                    | 甲类   | 4000                         | 未分区                           | 符合 |
| 丙类仓库 1 | 1 层                                                       | 二级   | 1265                   | 丙类   | 1000                         | 有分区, 单个分区 632.5m <sup>2</sup> | 符合 |
| 丙类仓库 2 | 1 层                                                       | 二级   | 1265                   | 丙类   | 1000                         | 有分区, 单个分区 632.5m <sup>2</sup> | 符合 |
| 固废房    | 1 层                                                       | 二级   | 265                    | 丙类   | 1000                         | 未分区                           | 符合 |
| 备注     | 参照依据《建筑设计防火规范 (2018 年版)》GB50016-2014 中表 3.3.1, 3.3.2 条要求。 |      |                        |      |                              |                               |    |

由上表可知,本工程拟建设地点为规划的化工园区,项目已取得常德经济技术开发区产业发展局项目备案和常德市规划局德山分局的项目选址批复,项目主体工程已建成。项目建设符合常德经开区总体规划要求。建构筑物和设施的布置尊重地形、地貌和其他条件,道路系统和竖向规划合理,外部安全距离满足安全要求,选址符合要求。总平面布局工艺流程合理,生产区功能分区明确,布置紧凑,物流顺畅。

#### 5.1.2.周边环境适应性评价

1) 本建设项目的危险有害因素对周边单位生产、经营活动和居民生活的影响

本项目为新建生产二车间新建生产线,周边主要是常德经济技术开发区工业园区企业,没有居民生活区。本项目建构筑物总平面布置基本合理,建构筑物之间的安全距离符合相关规范的安全要求,生产产生的废气、废水均经过了处理后外排。

但本项目生产过程中存在着火灾、爆炸、中毒(窒息)、电气伤害、灼烫伤、机械伤害、物体打击等危险有害因素,一旦发生事故,

特别是火灾、爆炸、中毒（窒息），如因事故处理不当，或扑救不及时，引起事故扩大，不仅会对企业自身造成人员伤亡和财产损失，同时有可能对周边企业的人员和财产产生影响，还可能造成环境污染。另外本项目新增设备如因设计、制造、安装存在缺陷，设备产生故障，使用、管理不当，工艺失控或人为操作失误等原因，有可能发生中毒与窒息、火灾、爆炸等事故，还可能导致二次爆炸或毒害污染事故，从而会对周邻单位以及人员和环境产生一定的影响；如事故扩大，有可能危及周边的居民，并对当地的环境造成污染。

## 2) 周围单位生产经营活动、居民生活对本建设项目的影

本建设项目附近无居民生活区，与周边其他企业的安全距离符合国家标准规定的安全距离要求，但周边企业均为化工生产企业，该类化工企业在项目建成后的生产过程中存在的主要危险、有害因素是火灾、爆炸、中毒（窒息）及易燃易爆物质泄漏。如一旦发生事故，有可能对本项目的生产厂房、仓库等生产、生活设施产生一定的影响，并可能引起建设项目生产区的火灾、爆炸事故，造成人员伤亡和财产损失。

## 3) 自然条件对本建设项目的影

### (1) 雷电

该区域夏季汛期雷暴雨较多，属多雷区，雷电可引起本项目生产储存过程中的火灾爆炸事故，感应雷可对本项目中的计算机控制系统产生影响，防雷设施的可靠性是本项目安全生产条件之一。

### (2) 地震

常德市经济技术开发区地震基本烈度为7度，本项目按8度设防，同时在控制室设定了监测控制方面的相关连锁，本项目可以间歇式生

产，在异常情况下可以及时停车。根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）中 7.2.6 条规定：冶金、化工、石油化工、建材、轻工业原料生产建筑中，使用或生产过程中具有剧毒、易燃、易爆物质的厂房，当具有泄毒、爆炸或火灾危险性时，其抗震设防类别应划为重点设防类，属于需要提高设防标准的建筑，因此本项目构筑物需按 8 度设防。

### （3）高温

该区域夏季最高气温达到 40℃，再加上该项目高温设备、室外设备较多，作业人员易受高温危害。项目设计时应从保温、隔热等角度考虑尽量减轻其危害。

### （4）低温

该区域冬季寒冷冰雪，严重结冰，极易造成管道、阀门破裂，引起泄漏，造成爆炸、火灾、中毒等事故的发生，要采取有效保温防寒措施。

### （5）冰雹

该地区时有冰雹，项目的设备、人员可能受到冰雹灾害影响。

### （6）洪水

根据项目所在地的地理位置、气象条件等自然状况，该区域雨水量大，在雨季有可能因排涝能力不足，暴雨时会产生内涝；内河水位上涨可能会发生洪涝灾害。使厂区淹水，电器受潮，环境湿度大，并进一步引发二次事故。

### （7）台风

该区域夏、秋季台风较频繁，存在着台风灾害，生产装置及建筑物要具备抗台风条件。

### 5.1.3.建设项目与周边敏感目标的距离

经过辨识本项目不存在重大危险源，在拟建地周围 500m 范围内无居民区、商业中心、公园等人员集中区域，也无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；本工程附近无供水水源、水厂及水源保护区；厂址附近无码头（按照国家规定，经批准，专门从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及水路交通干线、地铁风亭及出入口；附近无基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地；附近无河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区；附近无军事禁区、军事管理区；附近无法律、行政法规规定予以保护的其他区域。

综上所述，本建设项目选址符合当地总体规划及相关法规标准要求，总平面布置基本符合安全条件。

### 5.1.4.评价结论

本工程拟建设地点为规划的化工园区，项目已取得常德经济技术开发区产业发展局项目备案和常德市规划局德山分局的项目选址批复，主体工程已按相关批复建设，项目建设符合常德经开区总体规划要求。

项目总平面布局工艺流程合理，物流顺畅，布置紧凑。厂区功能分区明确，道路通畅，工程内外部安全距离满足安全要求。

该建设项目不构成重大危险源，与下列场所均相隔较远，生产运行对下列场所基本没有影响。

- 1) 商业中心、公园等人口密集区域；
- 2) 学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；
- 3) 供水水源、水厂及水源保护区；

4) 车站、码头（按照国家规定，经批准，专门从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及公路、铁路、水路交通干线、地铁风亭及出入口；

5) 基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地；

6) 河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区；

7) 军事禁区、军事管理区；

8) 法律、行政法规规定予以保护的其他区域。

## 5.2 生产过程安全评价

### 5.2.1. 生产工艺技术安全可靠

根据《中华人民共和国安全生产法》、《关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》（安监总管三〔2017〕1号，以及附件《精细化工反应安全风险评估导则（试行）》等规定，2020年4月湖南安全生产科学研究所有限公司在认真研究分析常德常联化工有限公司提供的相关技术资料以及与相关技术人员充分沟通的基础上，运用反应安全评估的程序和方法，对工艺反应中存在的反应风险、物料危险性等危害因素进行了深入分析，对反应放热、绝热温升、物料热稳定性等按照“导则”的要求进行了详细的试验分析和求证，遵循政策性、科学性、公正性、针对性的原则开展评估工作。

开展反应安全风险评估、确定风险等级并采取有效管控措施，对于保障企业安全生产意义重大，是企业获取安全生产信息，实施化工过程安全管理的基础工作，加强企业安全生产管理的必然要求。通过开展精细化工反应安全风险评估，确定反应工艺危险度，以此改进安全设施设计，完善风险控制措施，能够提升企业本质安全水平，有效

防范事故发生。

本次安全预评价，引用 2020 年 4 月湖南安全生产科学研究所有限公司的安全反应风险评估的结果。本项目的反应介质、温度，与 2020 年 4 月湖南安全生产科学研究所有限公司的风险评估介质、温度类似，但压力为常压状态，对比分析，危险性更小。

#### 1、N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应反应安全风险评估内容

2020 年 4 月，湖南安全生产科学研究所有限公司受常德常联化工有限公司的委托，根据《关于加强精细化工反应安全风险评估工作的指导意见》（安监总管三〔2017〕1 号）及其附件《精细化工反应安全风险评估导则（试行）》和有关法律、法规、标准和要求，在对常德常联化工有限公司提供的 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应进行了充分而必要地试验、分析，内容如下：

##### 1) 烷基化反应的放热行为实验

###### (1) 实验方案及步骤

反应投料量：苯胺 55.8g，乙醇 14.5g，三氯氧磷 0.60g。

试验测试参数：

表 5-5 烷基化反应测试参数

| 参数             | 配置                  |
|----------------|---------------------|
| 测试形式           | 闭口                  |
| 测试氛围           | 氮气                  |
| 测试池材质          | 不锈钢                 |
| 测试池体积          | 110cm <sup>3</sup>  |
| Containment 体积 | 4000cm <sup>3</sup> |
| 测试池质量          | 32.32g（除去卡套）        |
| 测试池比热容         | 0.42J/g/K           |
| 总样品量           | 70.90g              |
| 样品总体积          | 72.97ml             |
| 样品比热容          | 2.0J/g/K            |
| 比热容数据来源        | 预估                  |
| Phi 因子值        | 1.10                |
| 放热侦探灵敏度        | 0.2K/min            |
| 搅拌类型           | 磁力搅拌                |

|      |        |
|------|--------|
| 搅拌速度 | 500rpm |
| 开始温度 | 室温     |
| 进料方式 | 负压抽入   |
| 进料时间 | 10-15s |
| 等温温度 | 230℃   |
| 终止温度 | 350℃   |
| 终止压力 | 7MPa   |

## (2) 烷基化反应放热行为分析

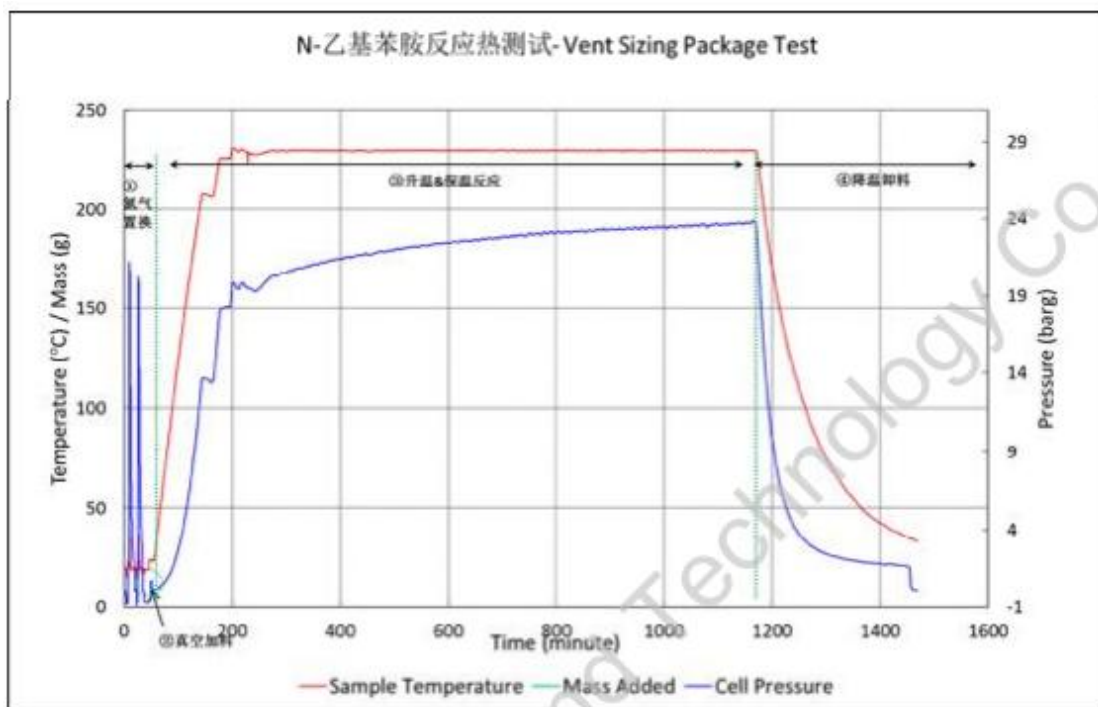


图 5-1 烷基化反应过程中温度、压力随时间变化曲线

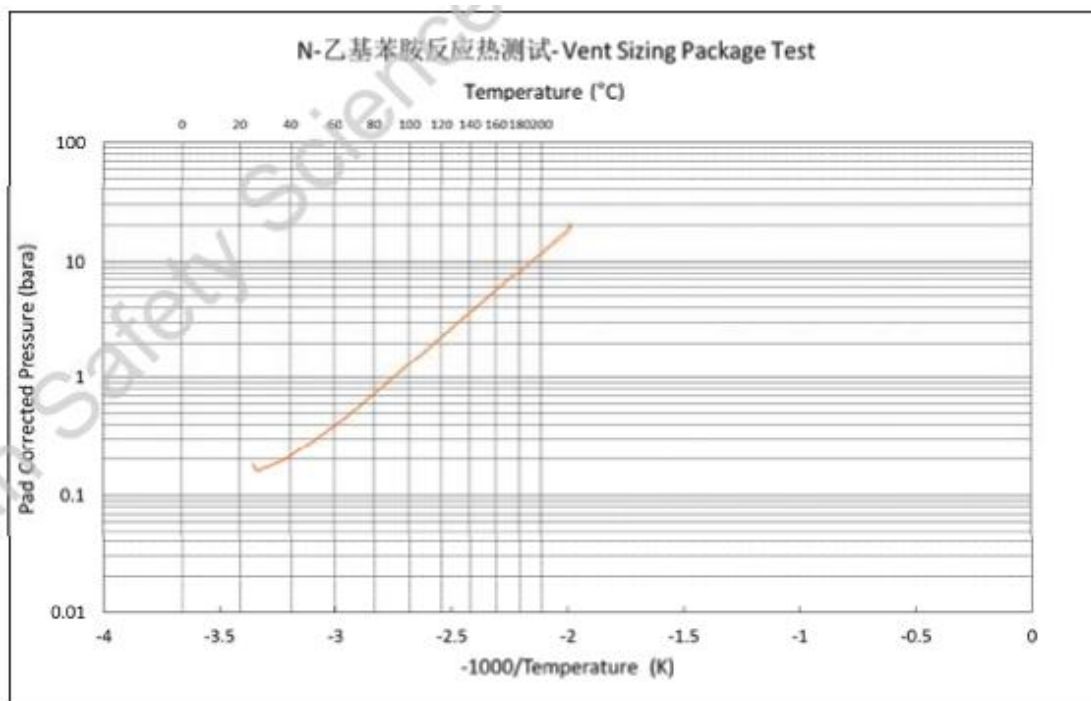


图 5-2 烷基化反应升温段 Antione 曲线

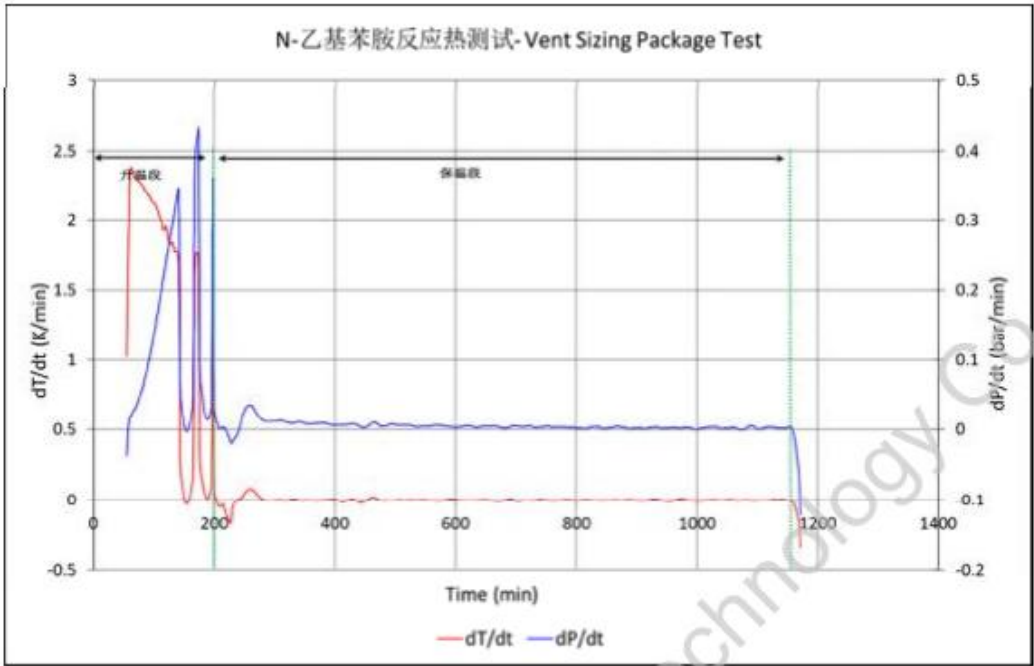


图 5-3 烷基化反应速率 vs 压力速率曲线

从图 5-1 可以看出，此反应在升温至 230℃后没有明显放热，但是压力逐渐由 2MPa 升高至 2.4MPa，说明整个过程反应在进行，不过放热较微弱。在整个保温过程中，压升速率逐渐下降，压力可能是反应产生的水导致，随着反应进行，产生的水越来越少，压升速率越来越低。具体测试结果如表 5-6 所示：

表 5-6 烷基化反应量热实验结果

| 参数                    | 数值                   | 单位                    |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 注入反应液+催化剂             | 70.90                | g                     |
| 反应后物料                 | 70.15                | g                     |
| 起始放热温度                | 无                    | ℃                     |
| 放热段最大温度               | 无                    | ℃                     |
| 放热段最大压力               | 无                    | Barg                  |
| 放热段最大温度上升速率           | 无                    | K.min <sup>-1</sup>   |
| 放热段最大压力上升速率           | 无                    | bar.min <sup>-1</sup> |
| 反应的总热量 Q <sub>r</sub> | 0                    | kJ                    |
| 单位反应物的反应热量 Q' m       | 0                    | J.g <sup>-1</sup>     |
| 单位限制物料的反应热量 Q' n      | 0                    | kJ.mol <sup>-1</sup>  |
| 总的绝热温升 ΔT             | 0<br>(以苯胺转化率 100%计算) | K                     |
| 工艺温度 T <sub>p</sub>   | 230                  | ℃                     |
| 失控体系能达到的最高温度 MTSR*    | 230                  | ℃                     |

该反应放热很微弱,可认为  $MTSR=T_p=230^{\circ}\text{C}$ , 绝热温升  $\Delta T_{ad}<50\text{K}$ 。

## 2) 反应物料的差示扫描量热实验

### (1) 实验条件

测试条件如下:

样品盘: M40 一次性耐高温镀金样品盘  $28\ \mu\text{L}$ , 可耐压  $22\text{MPa}$ ,  
样品密封于样品盘中, 进行测试;

湿度: 室温至  $400^{\circ}\text{C}$ ;

升温速率:  $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ;

样品及样品量: 烷基化反应液,  $2.28\text{mg}$ 。

气氛: 高纯氮。

实验模式为: 将样品放入样品盘中, 密封后将样品盘放入测试系统, 以设定的升温速率进行测试, 升温至设定温度。

### (2) 反应物料的差示扫描量热分析

为研究反应物料的分解热风险, 有必要对其反应物料采用差示扫描量热仪进行扫描量热。本试验选择样品: 烷基化反应液进行热稳定性分析。实验结果如下。

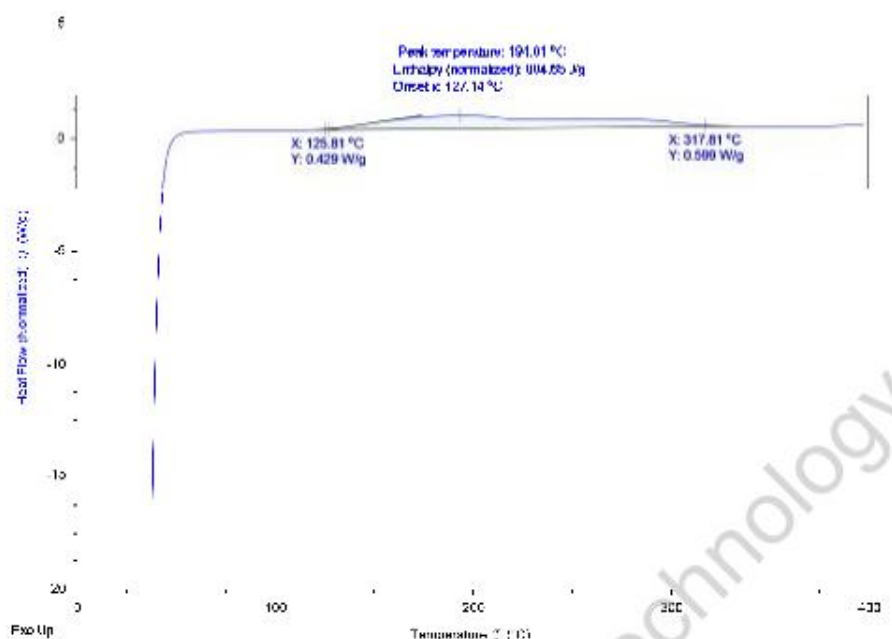


图 5-4 烷基化反应液的耐压 DSC 测试结果

将 2.28mg 样品：烷基化反应液，密封于高压坩埚中，进行密封耐压 DSC 测试，测试温度为室温至 400℃，其升温过程的实验结果如图 5-4 所示，向上为放热。从图中可以看出，样品在 125.81℃～317.81℃范围内有一段较为平缓的放热峰，峰温为 194.01℃，分解热为 804.65kJ/kg。测试结果见表 5-7。

表 5-7 烷基化反应液的耐压 DSC 测试结果

| 试样     | 升温速率℃/min | 质量 mg | 起始放热温度℃ | 峰温℃    | 总分解热 kJ/kg |
|--------|-----------|-------|---------|--------|------------|
| 烷基化反应液 | 5         | 2.28  | 125.81  | 194.01 | 804.65     |

### 3) 反应物料的绝热加速量热实验

#### (1) 实验条件

绝热加速量热的实验模式为：实验开始，首先将试样装入样品球，启动设备，试样在绝热状态下升温到设定的起始温度，在经历一个等待时间（15min），设备会在次时间段内自动检测体系的自反应放热速度，如果其超过设定值（通常为 0.02℃）则进入绝热状态，否则系统将认定试样没有放热，会对试样加热使温度提高 5℃，然后再进入等待时间追踪检测自反应放热速率。按如上步骤重复见底时探索直到反应发生。实验系统进入绝热控制模式时，会自动记录下时间、压力、温度、升温速率等数据。当试样的自放热速度降低到 0.02℃以下后，系统便再次自动进入阶梯探索模式。直到体系温度到达预先设的终止温度后才终止实验，一般在进行 ARC 测试时会经历多次加热-等待-搜寻（heat-wait-see）的阶梯式探索。

其他测试条件为：

检测灵敏度：0.02℃/min；

温度范围：50～400℃；

升温台阶：5℃；

等待时间：15min；

样品池：哈氏合金 8mL 小球；

样品及样品量：烷基化反应液，2.25g

## (2) 反应物料的绝热加速量热分析

实验室对烷基化反应液进行了绝热量热分析，绝热加速量热技术可以模拟潜在失控反应并且量化危险物品或混合物的热、压力危险性，是一种高灵敏度的绝热量热测试方法。该实验取 2.25g 烷基化反应液样品于绝热加速量热仪中在 50~400℃ 范围内进行绝热加速量热测试，实验模式为 HWS，实验结果如图 5-5 所示。

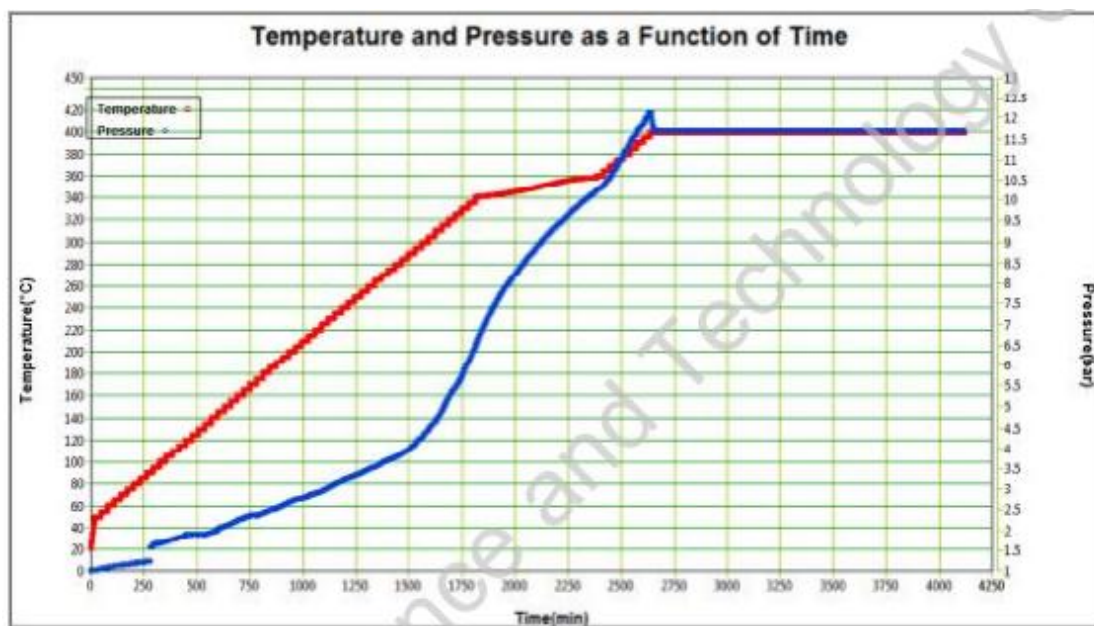


图 5-5 烷基化反应液绝热加速量热测试全过程中的温度-时间、压力-时间变化曲线

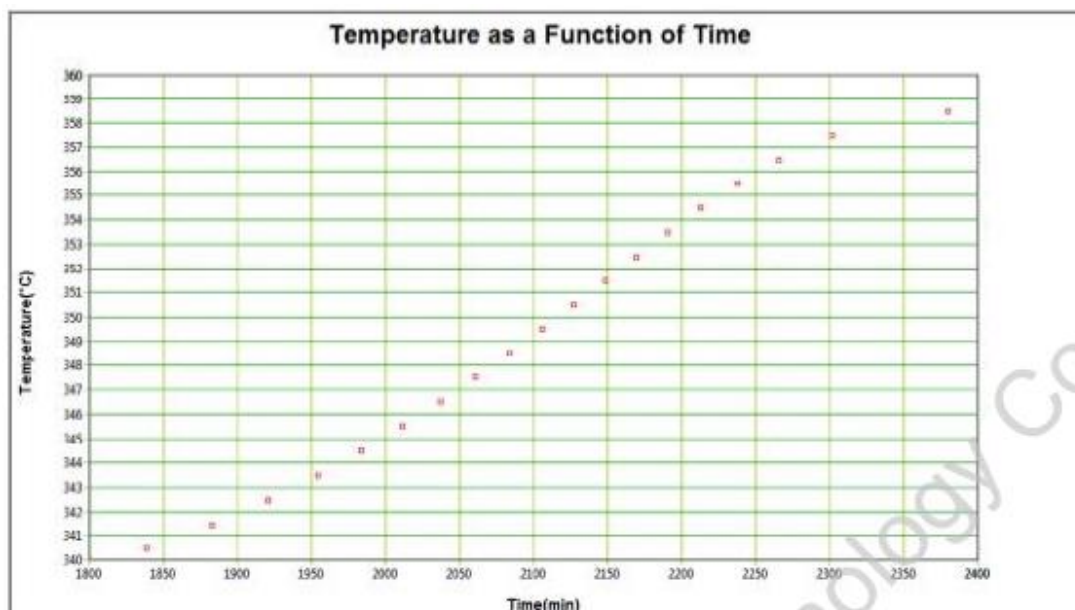


图 5-6 样品放热阶段的温度-时间变化曲线

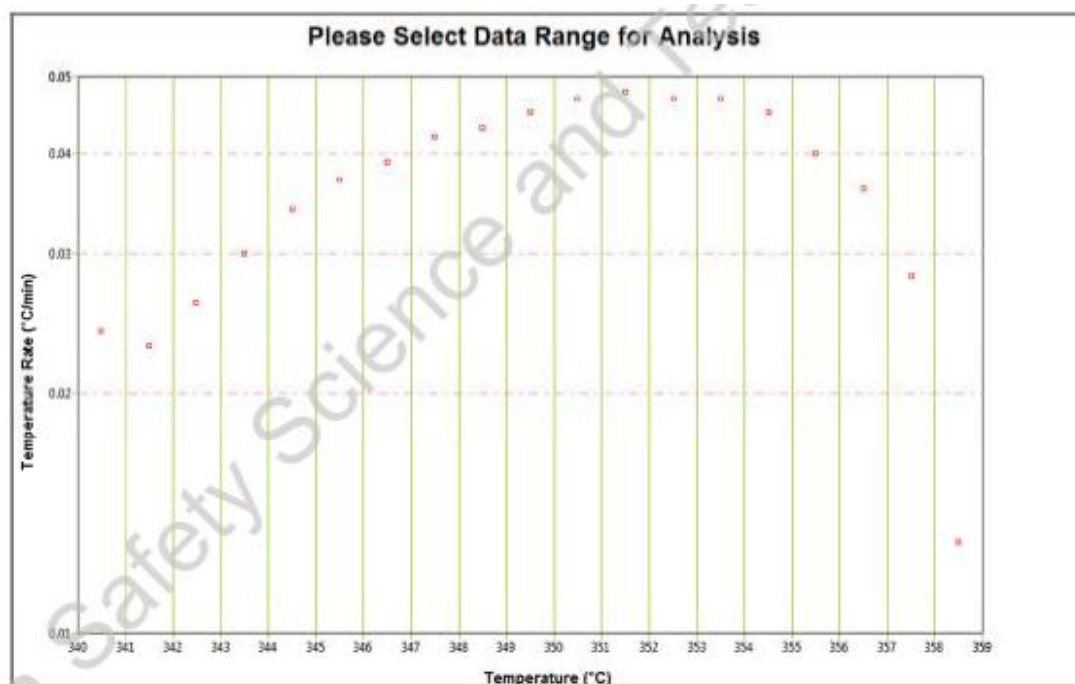


图 5-7 放热段温升速率-温度曲线

从图 5-5~图 5-7 可以看出, 在 340.5~358.5°C 范围内, 检测到 1 段放热信号, 温升为 18°C, 放热量 87.4982J/g, 351.5°C 时反应速率最大, 最大温升速率为 0.048 °C /min, 最大压升速率为 0.011bar/min。

由于样品反应放出的热量除用来加热自身以外, 还有一部分热量

用来加热盛装样品的样品球，所以测试结果是样品和样品池所组成的整个反应系统的温度变化。为了准确地表征其在最不利条件下发生热失控反应的结果，需将实测数据用热惰性因子 $\Phi$ 进行校正。取烷基化反应液的比热容为 $2\text{J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ 进行估值，以测试池的比热容为 $0.42\text{J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ 计算，可得 $\Phi$ 值为：

$$\Phi = 1 + \frac{m_b C_{vb}}{m_s C_{vs}} = 1 + \frac{14.2829 \times 0.42}{2.25 \times 2} = 2.43$$

利用化学动力学模型分析计算可得样品在不同温度下对应的 $\text{TMR}_{\text{ad}}$ 曲线图如图 5-8。

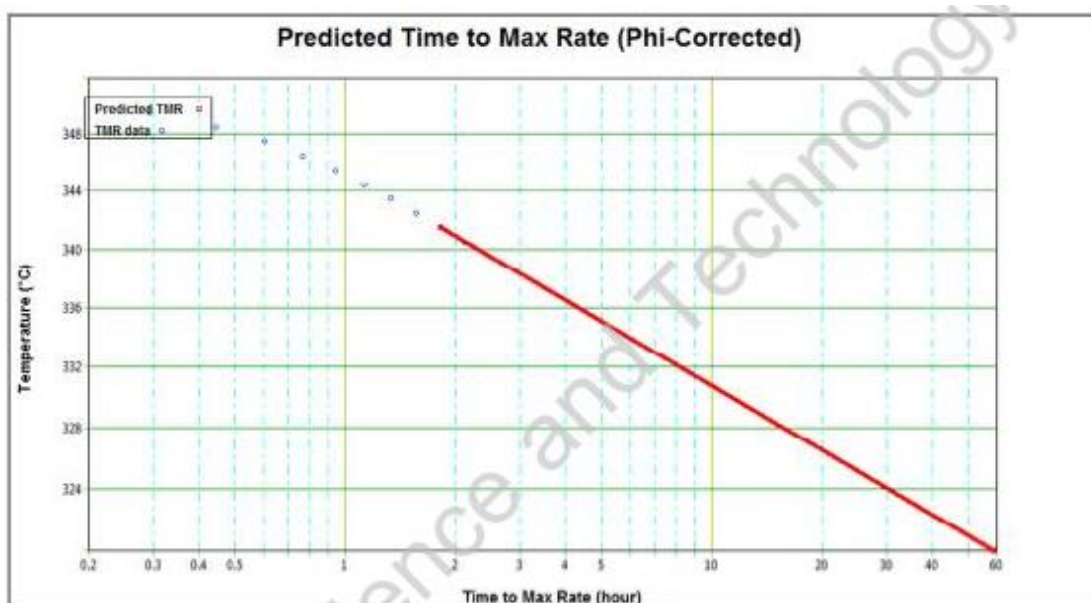


图 5-8 放热修正后不同温度对应的 $\text{TMR}_{\text{ad}}$

从图 5-8 可推算，样品放热到达最大温升速率为 24h 时对应的起始分解温度约 $325.7^\circ\text{C}$ ，即 $T_{\text{D}24}=325.7^\circ\text{C}$ ；到达最大温升速率为 8h 时对应的起始分解温度为 $332.7^\circ\text{C}$ ，即 $T_{\text{D}8}=332.7^\circ\text{C}$ ；到达最大温升速率为 2h 时对应的起始分解温度为 $341.6^\circ\text{C}$ ，即 $T_{\text{D}2}=341.6^\circ\text{C}$ 。（注： $T_{\text{D}24}$ 的含义为当样品的 $\text{TMR}_{\text{ad}}$ 为 24h 时，其对应的初始温度为 $325.7^\circ\text{C}$ ，其意义是当样品处于 $325.7^\circ\text{C}$ 时，只需绝热条件 24h 就会达到最大反应速率， $T_{\text{D}8}$ 和 $T_{\text{D}2}$ 类似）。

## 2、《N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应反应安全风险评估报告》

## 结论

湖南安全生产科学研究有限公司在对常德常联化工有限公司提供的 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应进行了充分而必要地试验、分析和评估后，得出了 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应安全风险多维度评估结果，并根据此工艺特点提出了相应的安全对策措施和建议。其结论如下：

表 5-8 反应安全风险多维度评估结果汇总表

| 维度                       |        |        | 指标                           | 数值                   | 评估等级 | 备注                 |
|--------------------------|--------|--------|------------------------------|----------------------|------|--------------------|
| 物质热稳定性                   | 烷基化反应液 |        | 分解热, kJ/kg                   | 804.65               | 2    | 分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高 |
| 单因素反应安全风险<br>评估          | 严重度    |        | 反应体系绝热温升 $\Delta T_{ad}$ , K | <50K                 | 1    | 失控将会造成单批次物料损失      |
|                          | 可能性    | 烷基化反应液 | 最大反应速率到达时间 $TMR_{ad}$ , h    | >24                  | 1    | 失控可能性属“很少发生”       |
| 混合叠加因素反应安全风险<br>评估（矩阵评估） |        |        | 失控反应安全风险的危险程度分级              | 严重度等级 1;<br>可能性等级 1。 | I    | 可接受风险              |
| 反应工艺危险度评估                |        |        | 工艺操作温度 $T_p$ , °C            | 230                  | 2    | 潜在分解风险             |
|                          |        |        | 技术最高温度 MTT, °C               | >400                 |      |                    |
|                          |        |        | 失控体系可能达到的最高温度 MTSR, °C       | 230                  |      |                    |
|                          |        |        | $T_{D24}$ , °C               | 325.7                |      |                    |

通过对 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应进行反应安全风险评估，结果表明，反应失控严重度等级为 1，反应失控发生的可能性等级为 1，反应的失控反应安全风险等级为 I，属于可接受风险，生产过程中可以采取常规的控制措施，并适当提高安全管理和装备水平。

经反应工艺危险度评估，结果为  $T_p=MTSR<T_{D24}<MTT$ ，因此其反应工艺危险度评估等级为 2，具有潜在分解风险。在反应发生失控后，体系温度升高达到热失控时工艺反应可能达到的最高温度为 MTSR，

MTSR 小于技术原因影响的最高温度 MTT 和体系在绝热过程中最大反应速率到达时间  $TMR_{ad}$  为 24 小时时所对应的温度  $T_{D24}$ 。此时，不会引发物料的二次分解反应。

### 5.2.2.生产工艺设备安全可靠

本项目设备品种多，机械设备多，专业化强。包括：反应釜、塔类、冷淋器类、罐类、风机、机泵、换热器及其它设备。反应釜、输送系统、分离系统等设备均有专业制造商提供，主要设备选择均立足国产成熟可靠设备。

为保证装置及配套设施安全、稳定、长周期、满负荷和高质量运行，满足工艺过程对自动控制系统的高水平要求，以及全厂控制系统水平的总体要求，集中处理过程数据，完成数据采集、信息处理、过程控制、安全报警等系统功能，本装置采用具有控制集中、风险分散、集成度高、扩展性强和开放性等特点的 DCS 控制系统，所选用的 DCS 的自动化水平应达到国内先进水平。

本装置根据工艺过程和设备，设置必要的安全系统。实现装置的联锁保护、紧急停车系统及关键设备联锁保护。安全系统不设置专门的控制器和操作站，其功能由 DCS 实现。可防止装置在开、停工和生产操作过程中可能出现重大事故导致重大人身和经济损失，保证装置的安全生产，保护操作人员和装置的安全，

烷基化生产工艺的反应工艺参数：温度  $220^{\circ}\text{C}$ ，常压，采用 DCS 控制系统，对反应釜的温度与导热油进口的电磁阀进行连锁控制。通过热电阻探测反应釜温度传送至数据显示仪表，数显仪表带有 485 通信接口，将温度数字信号输送至 DCS 输入输出模块（A/D），由 DCS 逻辑控制，N-甲基苯胺系列设定温度上限为  $230^{\circ}\text{C}$ ，当温度高于  $230^{\circ}\text{C}$

时,发出声光报警信号,并通过联锁给电磁阀动作信号,电磁阀切断导热油进,打开冷却水加速降温。DCS 逻辑控制系统对温度实时进行记录。

本项目企业对所生产的产品设备进行了分类,所生产的产品都是苯胺类系列产品,属于同一类产品,操作温度跨度很小,系统操作是可行的。

储罐区储罐安装高低液位超限报警和自动切断设施,在罐区安装有毒、可燃气体浓度检测报警装置。。

总的来说,本项目工艺设备成熟可靠,选型合理。因此,本项目生产工艺设备具有较好的安全可靠。特别是本项目都是甲基化工艺,没有压力的反应,工艺危险度更低。

### 5.2.3.危险度分析

危险度评价法是借鉴日本劳动省安全评价六阶段法第三阶段定量评价表,规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作五个项目共同确定,其危险度分别按 A=10、B=5、C=2、D=0,依据一定条件赋值计分,由累计分值确定危险等级。本项目共有 N-甲基苯胺系列、N-乙基苯胺系列、N-羟乙基苯胺系列、N-氰乙(苄)基苯胺系列等几个生产单元,各单元危险度评价情况见表 5-9。

表 5-9 危险度评价表

| 项目<br>单元       | 物质                   | 物质<br>评分 | 容量<br>评分 | 温度<br>评分 | 压力<br>评分 | 操作<br>评分 | 总分 | 等级  |
|----------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----|-----|
| N-甲基苯胺系列产品生产单元 |                      |          |          |          |          |          |    |     |
| 拼混子单元          | 苯胺(间甲苯胺、对甲苯胺)、甲醇     | 5        | 0        | 0        | 0        | 2        | 7  | III |
| 汽化子单元          | 苯胺(间甲苯胺、对甲苯胺)、甲醇     | 5        | 0        | 0        | 0        | 5        | 10 | III |
| 甲基化子单元         | 苯胺(间甲苯胺、对甲苯胺)、甲醇、催化剂 | 5        | 0        | 0        | 2        | 5        | 12 | II  |
| 精馏子单元          | 苯胺(间甲苯胺、对            | 5        | 0        | 0        | 0        | 5        | 10 | III |

| 项目<br>单元       | 物质                                                                                         | 物质<br>评分 | 容量<br>评分 | 温度<br>评分 | 压力<br>评分 | 操作<br>评分 | 总分 | 等级  |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----|-----|
|                | 甲苯胺)、甲醇、及<br>N-甲基苯胺系列产<br>品                                                                |          |          |          |          |          |    |     |
| 包装子单元          | N-甲基苯胺系列产<br>品                                                                             | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 4  | III |
| 公用及辅助工程单元      |                                                                                            |          |          |          |          |          |    |     |
| 电气子单元          | 电                                                                                          | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 4  | III |
| 真空子单元          | 空气                                                                                         | 2        | 0        | 0        | 2        | 2        | 6  | III |
| 冷却子单元          | 循环水                                                                                        | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 4  | III |
| 供热子单元          | 导热油                                                                                        | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 4  | III |
| 污水处理子单元        | 生产、生活污水                                                                                    | 2        | 0        | 0        | 0        | 2        | 4  | III |
| 储存工程单元         |                                                                                            |          |          |          |          |          |    |     |
| 甲类罐区子单元        | 苯胺、甲醇、乙醇、<br>丙烯腈、液碱                                                                        | 5        | 10       | 0        | 0        | 2        | 17 | I   |
| 丙类罐区子单元        | N-甲基苯胺、N-乙基<br>苯胺等系列产品                                                                     | 2        | 10       | 0        | 0        | 2        | 14 | II  |
| 丙类仓库 1 子单<br>元 | N, N-二乙基邻甲苯<br>胺、N-丁基苯胺、N,<br>N-二丁基苯胺、N-乙<br>基对甲苯胺、N, N-<br>二乙基对甲苯胺、N-<br>乙基-N-苄基苯胺等<br>产品 | 2        | 10       | 0        | 0        | 2        | 14 | II  |
| 丙类仓库 2 子单<br>元 | 间甲苯胺、对甲苯<br>胺、邻甲苯胺、氯化<br>苄、三氯氧磷、间氯<br>苯胺、甲酸、磷酸、<br>氯化锌                                     | 2        | 10       | 0        | 0        | 2        | 14 | II  |

由表 5-9 中各单元危险度评价结果可知，N-甲基苯胺系列产品中甲基化子单元、丙类罐区子单元、丙类仓库 1 子单元、丙类仓库 2 子单元为中度危险（II），其余单元为低度危险（III）。

#### 5.2.4.作业条件危险性分析

作业条件的危险性评价法（格雷厄姆——金尼法）是作业人员在具有潜在危险性环境中进行作业时的一种危险性半定量评价方法。影响作业条件危险性的因素是 L（事故发生的可能性），E（人员暴露于危险环境的频繁程度）和 C（一旦发生事故可能造成的后果）。L、E、C 的分值根据作业条件的具体情况进行取值。再用这三个因素分

值的乘积  $D=L \times E \times C$  来评价作业条件的危险性，划分危险程度等级。  
D 值越大，作业条件的危险性越大。

根据格雷厄姆—金尼法采用的评价程序和原则，结合生产项目的具体情况，对各评价单元中的工艺控制、设备维修等作业所具有的潜在危险性列表进行综合评价，评价结果见表 5-10。

表 5-10 作业条件危险性评价结果汇总表

| 序号             | 单元作业名称     | L | E | C | D   | 危险等级 |
|----------------|------------|---|---|---|-----|------|
| N-甲基苯胺系列产品生产单元 |            |   |   |   |     |      |
| 1              | 拼混子单元作业    | 1 | 6 | 3 | 18  | 稍有危险 |
| 2              | 汽化子单元作业    | 1 | 6 | 7 | 42  | 比较危险 |
| 3              | 甲基化子单元作业   | 3 | 6 | 7 | 126 | 显著危险 |
| 4              | 精馏子单元作业    | 1 | 6 | 7 | 42  | 比较危险 |
| 5              | 包装子单元作业    | 1 | 6 | 3 | 18  | 稍有危险 |
| 公用及辅助工程单元      |            |   |   |   |     |      |
| 1              | 电气子单元作业    | 1 | 6 | 7 | 42  | 比较危险 |
| 2              | 真空子单元作业    | 1 | 6 | 7 | 42  | 比较危险 |
| 3              | 冷却子单元作业    | 1 | 6 | 3 | 18  | 稍有危险 |
| 4              | 供热子单元作业    | 1 | 6 | 3 | 18  | 稍有危险 |
| 5              | 污水处理子单元作业  | 1 | 6 | 3 | 18  | 稍有危险 |
| 储存工程单元         |            |   |   |   |     |      |
| 1              | 甲类罐区子单元    | 3 | 6 | 7 | 126 | 显著危险 |
| 2              | 丙类罐区子单元    | 3 | 6 | 3 | 54  | 比较危险 |
| 3              | 丙类仓库 1 子单元 | 3 | 6 | 3 | 54  | 比较危险 |
| 4              | 丙类仓库 2 子单元 | 3 | 6 | 3 | 54  | 比较危险 |

由表 5-10 可知，N-甲基苯胺系列产品甲基化子单元作业、储存单元中甲类罐区作业为显著危险作业；N-甲基苯胺系列产品中的汽化子单元作业、精馏子单元作业、储存单元中的丙类罐区、丙类仓库 1 和丙类仓库 2 的作业为比较危险作业、其余的为稍有危险作业。

### 5.2.5.生产装置预先危险性分析

本工程生产装置为烷基化生产装置，管理和操作有一个不断完善的过程，根据前面章节中的危险、有害因素分析可看出，本项目生产装置存在的主要危险有害因素为：火灾爆炸、中毒与窒息、噪声与振动、触电、高处坠落、机械伤害等，工艺装置预先危险性分析表见表

5-11 和表 5-12。

表 5-11 生产装置预先危险性分析表

| 潜在事故 | 危险源位置                                | 触发条件 1                                                                                           | 触发条件 2                                                                                                                | 事故后果         | 危险等级 | 安全技术措施                                                                                                                                                                                            |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 火灾爆炸 | 精馏釜、甲基反应器、汽化反应釜等，以及输送易燃易爆物质的容器、设备或管道 | 1、设备或管道泄漏易燃物质；<br>2、作业场所有可燃物；<br>3、工艺控制失常不能正确处理；<br>4、管道、装置没有防雷防静电措施或措施不到位，产生静电火花；<br>5、电气设施不防爆。 | 1、违章动火；<br>2、现场吸烟；<br>3、未用防爆型电气；<br>4、穿钉子鞋；<br>5、用铁器敲打管道、设备，产生电火花；<br>6、闲杂人员带入火种；<br>7、动火证已办理，但防范措施不齐全；<br>8、动火过程人为失误 | 设备损坏<br>人员伤亡 | Ⅲ～Ⅳ  | 1、设备、管道要采用合格产品，并保证安装质量，经试压合格后才能投入使用，减少或消除发生泄漏的可能性；<br>2、装置、建筑物间要有足够的防火间距；<br>3、要配备充足的灭火器材；<br>4、安装火灾报警系统、可燃气体报警装置；<br>5、装置要有可靠的防雷、防静电接地；<br>6、选用合适的防爆电器<br>7、按要求穿戴工作服；<br>8、加强管理，厂区内严禁吸烟，实行动火证制度。 |
| 中毒窒息 | 输送、盛装、产生甲醇、苯胺等毒性介质的容器、设备或管道以及受限空间等   | 1、输送、盛装、产生上述有毒有害危险品的容器、管道或设备泄漏；<br>2、检修中毒<br>①检修设备转换不完全<br>②违章停车检修<br>③检修中从其他设备中逸出有毒危险物质至现场      | 1、未戴面具等防护用品；<br>2、防护用品：<br>3、在现场停留时间过长；<br>4、违规操作                                                                     | 中毒、甚至死亡      | Ⅱ～Ⅲ  | 1、生产设备要采用合格产品，并保证安全质量，经试压合格后才能投入使用；<br>2、设备、管路、泵阀等要按操作规程定期进行检修；<br>3、检修设备时，首先认真清洗设备，并对残留的毒物进行检测，然后才能进行作业；<br>4、特殊情况下（泄漏物的处理以及急救时），人员要穿适当的防护用品；<br>5、设立应急救援点，配备必要的淋浴和洗眼设施，备有必要的药品                  |
| 机械伤害 | 运转的泵、风机、混合机、各类带搅拌设备等部件               | 1、人员附近有运动的部件；<br>2、人员在无防护时和运动的部件接触                                                               | 1、操作人员无适当的个体防护，工作时不小心；<br>2、设备的转动部件没有安装防护罩；<br>3、违章作业                                                                 | 职工身体伤害、伤亡    | Ⅱ～Ⅲ  | 1、设备的转动部件要设有防护罩；<br>2、往复式（传动式）的运动部件要设有防护栅栏；<br>3、设置警示标志；<br>4、操作人员要穿戴好防护用品，并按照操作规程作业；<br>5、机械设备要定期检查，保持完好状态                                                                                       |
| 高处坠落 | 高处的操作平台或维修                           | 1、操作、检修时从高处坠落；                                                                                   | 1、操作或检修过程中未采用完善的个体防                                                                                                   | 职工身体伤害、伤亡    | Ⅱ～Ⅲ  | 1、高处的作业场所有孔洞要封堵或加盖，临边设置合格的护栏；                                                                                                                                                                     |

| 潜在事故  | 危险源位置            | 触发条件 1                                                                                                   | 触发条件 2                                                                | 事故后果                      | 危险等级   | 安全技术措施                                                                                                                                                                                    |
|-------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | 平台、地下设备或空间       | 2、操作、检修时从地上坠落至地下设备处                                                                                      | 护措施；<br>2、个体防护设施失效；<br>3、安全防护措施不到位。                                   |                           |        | 2、钢梯要符合要求；<br>3、设置警示标志；<br>4、严格按作业规程作业                                                                                                                                                    |
| 触电、雷击 | 带电设备、电线电缆        | 1、设备、电缆漏电；<br>2、保护接地、保护接零装置有缺陷；<br>3、安全距离不够；<br>4、无有效的防雷措施                                               | 1、人体触及带电体或与高压带电体距离过小；<br>2、电器设备漏电、绝缘损坏、接地（零）电阻过大等；<br>3、雷击（包括直接雷、感应雷） | 电击、电伤                     | II～III | 1、设置过电压保护、漏电保护开关；<br>2、电器设备裸露带电部分与人行道、栏杆等有足够的安全距离；<br>3、标称电压超过交流 25V 容易被触及的裸露电器必须设置遮盖物或外罩；<br>4、电气设备按有关规范要求接地、接零；<br>5、使用手持电动工具应在其线路中接入漏电保护装置；<br>6、可采用避雷针或避雷线对直击雷进行防护，对架空线侵入的雷电用避雷器进行保护； |
| 噪声与振动 | 机泵、风机、搅拌设备等      | 1、设备的噪声较大，无有效的减振措施；<br>2、个体防护措施效果不好                                                                      | 1、作业人员处于噪声较大的场所；<br>2、长时间工作                                           | 1、听力损失；<br>2、生理和心理造成一定的影响 | II     | 1、应选低噪声的设备，对产生较大噪声的设备设置减振装置；<br>2、操作时要有良好的减振和隔声措施；<br>3、操作、检修人员要配备合适的护耳器，并尽量减少在高噪声出的工作时间                                                                                                  |
| 高温危害  | 导热油管道及机泵等以及高温物料等 | 1、取样工具无固定存放处；<br>2、高温物品无警示标志；<br>3、作业人员未佩带个体防护用品。<br>4、测温、取样、取样时，站位不当；<br>5、高温管道、容器设备泄漏；<br>6、违章作业，管理不善。 |                                                                       | 高温、灼烫                     | II～III | 1、取样工具固定存放；<br>2、高温物品应有明显的警示标志；<br>3、个体防护用品穿戴齐全；<br>4、测温、取样、取样时，不要正取样口防止烫伤；<br>5、高温管道要采取保温隔热措施。<br>6、严格管理制度和操作规程。                                                                         |
| 物体打击  | 作业场所             | 1、操作、检修时物体、零部件等受到外力碰撞；<br>2、设备设施等受到腐蚀、损坏；<br>3、误操作、机械带病运                                                 | 1、操作或检修过程中未采用完善的个体防护措施；<br>2、个体防护设施失效；<br>3、安全防护措施不到位；                | 人员伤亡                      | II～III | 1、加强设备设施的检修、确保正常使用；<br>2、及时更换受到腐蚀、损坏的设备设施；<br>3、严格按操作规程作业；<br>4、做好人员的劳动安全防护。                                                                                                              |

| 潜在事故 | 危险源位置        | 触发条件 1                                                                                         | 触发条件 2                                                                                                                             | 事故后果                  | 危险等级   | 安全技术措施                                                                                                                                                                                                             |
|------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |              | 转等；<br>4、在高空作业中，违反操作规程乱扔工具或工具失稳可能砸伤人。                                                          | 4、物件或物料会发生放置不稳；<br>5、物料堆放过高、不稳                                                                                                     |                       |        |                                                                                                                                                                                                                    |
| 车辆伤害 | 厂区道路、作业场所、库房 | 1、车辆有故障（如刹车、阻火器不灵、无效等）；<br>2、车速过快；<br>3、道旁管线、管架桥无防撞设施和标志；<br>4、路面不好（如路面有陷坑、障碍物、冰雪等）；<br>5、超载驾驶 | 1、驾驶员道路行驶违章；<br>2、驾驶员工作精力不集中（抽烟、谈话、打手机等）；<br>3、驾驶员酒后驾车；<br>4、驾驶员疲劳驾驶；<br>5、驾驶员情绪不好或情绪激动时驾车<br>6、作业人员不遵交通安全规定；<br>7、司机和相关作业人员思想不集中。 | 人员伤亡、撞坏管线等造成泄漏，引起二次事故 | II~III | 1、生产现场（特别是易燃易爆区）严禁车辆入内；<br>2、增设交通标志（特别是限速行驶标志）；<br>3、保持路面状态良好；<br>4、管线等不设在紧靠路边；<br>5、驾驶员遵守交通规则，道路行驶不违章；<br>6、加强驾驶员的教育、培训和管理（如要求行驶时不吸烟、不谈话、不疲劳驾驶、不酒后驾驶、不激情加速，行驶时注意观察、集中注意力等）；<br>7、行驶车辆无故障，保持完好状态；<br>8、车辆不超载、不超速行驶 |

表 5-12 储运系统预先危险性分析表

| 仓储设施 | 主要危险源                 | 事故/故障类型 | 触发条件            | 事故后果      | 危险等级   | 对策措施                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------|---------|-----------------|-----------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 甲类罐区 | 甲醇                    | 火灾爆炸    | 甲醇泄漏，遇点火源或明火    | 建筑损坏、人员伤亡 | III~IV | 1) 照明、通风等设施应采用防爆型。<br>2) 配备相应品种和数量的消防器材。<br>3) 罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏季要有降温措施。4) 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。<br>5) 灌装时应注意流速(不超过 3m/s)，且有接地装置，防止静电积聚。<br>6) 储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。 |
| 丙类罐区 | N-甲基苯胺、N, N-二甲基苯胺、等产品 | 火灾      | 罐体破裂泄漏，遇点火源或明火。 | 建筑损坏、人员伤亡 | III~IV | 1) 储存于阴凉、通风处，远离火种、热源。<br>2) 应与氧化剂、酸类、食用化学品分开存放，切忌混储。<br>3) 配备相应品种和数量的消防器材。<br>4) 储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。                                                              |

| 仓储设施   | 主要危险源     | 事故/故障类型 | 触发条件                             | 事故后果      | 危险等级   | 对策措施                                                                                                                   |
|--------|-----------|---------|----------------------------------|-----------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 丙类仓库 2 | 间甲苯胺、对甲苯胺 | 火灾      | 容器破裂泄漏，遇明火或高温发生火灾                | 仓库损坏，人员伤亡 | III~IV | 1) 储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。包装要求密封，不可与空气接触。应与氧化剂、酸类等分开存放，切忌混储。<br>2) 采用防爆型照明、通风设施。<br>3) 禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有合适的材料收容泄漏物。 |
| 丙类仓库 2 | 间甲苯胺、对甲苯胺 | 中毒      | 发生泄漏                             | 导致人员中毒    | III    | 1) 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%。<br>2) 保持容器密封。应与碱类、铝、食用化学品分开存放，切忌混储。<br>3) 备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。            |
| 罐区、库区  | 运输车辆      | 车辆伤害    | 运输产品时车辆违章驾驶                      | 人员伤亡      | II~III | 1) 运输车辆进出场时要减速慢行。<br>2) 装卸作业时，现场要有人指挥监督，并禁止无关人员出入现场。<br>3) 车辆进出现场，掉头、倒车、在狭窄场地行驶时应有专人指挥。                                |
| 罐区、库区  | 罐顶、库顶     | 高处坠落    | 未采用完善的个体防护措施、个体防护设施失效；安全防护措施不到位。 | 人员伤亡      | II~III | 1) 高处的作业场所有孔洞要封堵或加盖，临边设置合格的护栏；<br>2) 钢梯要符合要求；<br>3) 设置警示标志；<br>4) 严格按作业规程作业。                                           |
| 其它     | 用电设备等     | 机械伤害、触电 | 人员接触运动部件、设备漏电或接地装置失效             | 人员伤亡      | II~III | 1) 操作人员要穿戴好防护用品，并按照操作规程作业。<br>2) 设置过电压保护和接地装置，并定期进行校验。                                                                 |
| 其它     | 泵或用电设备    | 机械伤害、触电 | 人员接触运动部件、设备漏电或接地装置失效             | 人员伤亡      | II~III | 1) 操作人员要穿戴好防护用品，并按照操作规程作业。<br>2) 设置过电压保护和接地装置，并定期进行校验。                                                                 |

从以上分析可见本项目生产装置中火灾爆炸事故的危险等级为Ⅲ～Ⅳ级，属于破坏性的，会造成灾难性事故的危险等级，必须立即排除；中毒窒息、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害、高温危害、物体打击的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级，属于危险的，可能造成人员伤亡和系统损坏的等级，要立即采取相应的防护措施以控制事故发生；噪声与振动等级为Ⅱ级，属于危险的。储运系统中：火灾爆炸事故的危险等级为Ⅲ～Ⅳ级，属于破坏性的，会造成灾难性事故的危险等级，必须立即排除；中毒、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害爆炸的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级，属于危险的，可能造成人员伤亡和系统损坏的等级，要立即采取相应的防护措施以控制事故发生。

#### 5.2.6.事故后果模拟分析

1、建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄露的可能性

化学品造成泄漏的可能原因：

##### 1) 工艺技术

工艺路线设计不合理，操作中关键参数控制要求不严格。

##### 2) 设备、材料本身原因

设备本身缺陷，材料及安装质量未达到标准要求：生产、制造过程中不按照有关规定进行；材料选择不符合标准。

##### 3) 人的因素

违章操作、误操作、缺少必要的安全生产和岗位技能知识；工作责任心不强。

##### 4) 外来因素

外来物体的打击、碰撞。

### 5) 其他因素

不属于以上四种原因之一。

从以上统计可以看出，泄漏事故的发生主要是因为设备等产品的质量不过关，职工不按操作规程进行操作和安全生产意识不强等主要原因造成的。

本建设项目可能发生的危险化学品事故主要为生产、贮存过程中泄漏的甲醇，遇点火源将会导致火灾、爆炸、中毒等重大事故发生。因此，事故的预测首先应确保生产装置、储存设施本身的制造质量、安装质量，其次是杜绝操作失误。

根据建国以来化工系统所发生的 59 起重大及典型泄漏事故的实际情况，从五方面对事故原因进行了分类，见表 5-13。

表 5-13 重大及典型泄漏事故原因分类

| 泄漏原因    | 工艺技术  | 设备、材料本身原因 | 人为因素  | 外来因素  | 其他   |
|---------|-------|-----------|-------|-------|------|
| 事故次数    | 6     | 23        | 22    | 6     | 2    |
| 百分比 (%) | 10.17 | 38.98     | 37.29 | 10.17 | 3.39 |

#### 1) 工艺技术

工艺路线设计不合理，操作中关键参数控制要求不严格。

#### 2) 设备、材料本身原因

设备本身缺陷，材料及安装质量未达到标准要求：生产、制造过程中不按照有关规定进行；材料选择不符合标准。

#### 3) 人的因素

违章操作、误操作、缺少必要的安全生产和岗位技能知识；工作责任心不强。

#### 4) 外来因素

外来物体的打击、碰撞。

#### 5) 其他因素

不属于以上四种原因之一。

从以上统计可以看出，泄漏事故的发生主要是因为设备等产品的质量不过关，职工不按操作规程进行操作和安全生产意识不强等主要原因造成的。针对这些原因，有关部门应加强产品质量的检查和验收，积极开展安全生产及岗位操作技能教育，真正做到岗前培训，持证上岗。

根据国内类似行业多年经验，事故发生原因统计结果见表 5-14。

表 5-14 行业一般事故原因统计

| 事故原因       | 出现几率 (%) |
|------------|----------|
| 储罐、管道和设备破损 | 60       |
| 废气处理系统故障   | 10       |
| 废水处理设施故障   | 0.5      |
| 储罐爆炸发生火灾   | 0.5      |
| 其它         | 29       |

从表 5-13、5-14 中可以看出，发生事故的主要原因是设备出现故障和储罐、管道泄漏，占事故的 60%。

#### 最大可信事故及概率分析

最大可信事故所造成的危害在所有预测的事故中最严重，并且发生该事故的概率不为零。本项目的最大可信事故设定为：甲基化、乙基化、羟乙基化、氰乙基化等工艺失控等导致反应釜爆破及其他反应釜、管道破损泄漏导致甲醇、乙醇、环氧乙烷、丙烯腈、三氯氧磷等泄漏。

一般事故是指那些没有造成重大经济损失和人员伤亡的事故，此类事故如处置不当，将对环境产生不利影响。国际上先进化工生产装置一般性泄漏事故发生概率为 0.05 次/年。根据同类企业统计数据，参照国内化工企业生产和管理水平，本项目一般事故发生概率拟为 0.1-0.3 次/年。

2、建设项目出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间

本建设项目涉及的甲醇是易燃易爆物质，一旦泄漏遇明火、高热等点火源时就能引起燃烧、爆炸。

甲醇蒸汽与空气混合能形成爆炸性混合物，甲醇的爆炸极限为5.5-44%。因此，甲醇蒸汽引起爆炸、火灾事故的条件分别为：

1) 当空气中甲醇蒸气浓度达到5.5%时遇明火、高热能、电火花等激发能源会引起爆炸、火灾事故；

假设在静风状态、标准状况下，发生泄漏的设备的裂口是规则的，为圆形裂口，裂口面积 $0.01\text{m}^2$ ，裂口上液位高度 $0.5\text{m}$ ，且激发能源距泄漏点 $1\text{m}$ 。当发生泄漏后发生爆炸的时间为 $t$ ，则距泄漏点 $1\text{m}$ 处的可燃气体发生爆炸的浓度为其爆炸极限的下限为5.5%（与空气的体积比）。

则危险浓度下空气体积为 $V=4\times 3.14r^3/3=4\times 3.14\times 1^3/3=4.2\text{m}^3$

则甲醇蒸汽体积 $V_g=4.2\times 5.5\%=0.231\text{m}^3$

液体泄漏速度公式为：

$$Q_0=C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P-P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： $Q_0$ -----液体泄漏速度， $\text{kg/s}$ ；

$C_d$ -----液体泄漏系数；

$A$ -----裂口面积， $\text{m}^2$ ；

$\rho$ -----泄漏液体密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$P$ -----容器内介质压力， $\text{Pa}$ ；

$P_0$ -----环境压力， $\text{Pa}$ ；

$g$ -----重力加速度,  $9.8\text{m/s}^2$ ;

$h$ -----裂口之上液位高度,  $\text{m}$ 。

表 5-19 液体泄漏系数  $C_d$

| 雷诺数 ( $Re$ ) | 裂口形状     |      |      |
|--------------|----------|------|------|
|              | 圆形 (多边形) | 三角形  | 长方形  |
| $>100$       | 0.65     | 0.60 | 0.55 |
| $\leq 100$   | 0.50     | 0.45 | 0.40 |

经计算得:  $Q_{\text{甲醇}}=0.016\text{kg/s}$

$T_{\text{甲醇}}=16\text{s}$

3、建设项目具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

该项目生产过程中涉及的 N-甲基苯胺、苯胺为高毒物质, 根据上节液体泄漏公式计算知: N-甲基苯胺、苯胺发生泄漏时, 泄漏后采取一定的措施后, 排放到大气中的 N-甲基苯胺、苯胺排放速率分别为  $0.02\text{kg/s}$ 、 $0.021\text{kg/s}$ 。但其泄漏扩散达到人体最高限值无资料可查, 所以在此不作泄漏后扩散达到人的接触最高限值的时间计算。

4、出现爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围

在生产、储存过程中涉及的爆炸性、可燃性化学品甲醇等在甲基化储罐区等处存在; 因此本节通过火灾、爆炸伤害模型定量分析上述的危险物料发生火灾、爆炸事故及危害性。

1) 本建设项目甲基化、储罐区情况。

甲基化、储罐区情况见表 5-15。

表 5-15 可能出现火灾、爆炸事故装置、设备情况

| 设备名称 | 物料名称 | 分子量   | 燃烧热 ( $\text{kJ/kg}$ ) | 物料量 ( $\text{kg}$ ) | 备注 |
|------|------|-------|------------------------|---------------------|----|
| 甲基化釜 | 甲醇   | 32.04 | 22690.38               | 2000                |    |
| 甲醇储罐 | 甲醇   | 32.04 | 22690.38               | 42000               | 单罐 |

2) 出现爆炸、火灾事故造成人员伤亡的范围

(1) 死亡半径  $R_1$  死亡半径指人在冲击作用下头部撞击致死半径,

由下式确定：

$$R_1 = 1.98W_p^{0.447}$$

式中， $W_p$  为可燃气体蒸气云的丙烷当量，kg。

$$\begin{aligned} \text{丙烷燃烧热} &= 19.9 \times 10^3 \text{Btu/lb} = 19.9 \times 10^3 \times 1.055 / 0.454 \text{kJ/kg} \\ &= 46.24 \times 10^3 \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

(2) 重伤半径  $R_2$  重伤半径指人在冲击波作用下耳鼓膜 50% 破裂半径，由下式确定：

$$R_2 = 9.187W_p^{1/3}$$

(3) 轻伤半径  $R_3$  轻伤半径指人在冲击波作用下建筑物三级破坏半径，由下式确定：

$$R_3 = 17.87W_p^{1/3}$$

### 3) 计算分析结果

经软件计算，计算结果汇总见表 5-16。

表 5-16 蒸气云爆炸 (UVCE) 模型计算结果

| 设备名称 | 危险物品 | 重量 (kg) | 燃烧热值 (kJ/kg) | 死亡半径 (m) | 重伤半径 (m) | 轻伤半径 (m) |
|------|------|---------|--------------|----------|----------|----------|
| 甲基化釜 | 甲醇   | 2000    | 22690.38     | 2.67     | 11.49    | 22.36    |
| 甲醇储罐 | 甲醇   | 42000   | 22690.38     | 7.2      | 25.44    | 49.5     |
| 乙醇储罐 | 乙醇   | 42000   | 29639.68     | 8.24     | 27.72    | 54.12    |

### 5.2.7. “多米诺”效应分析

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目位于常德经济技术开发区内，常德常联化工有限公司周边有入驻经开区的化工企业，一旦发生事故，常德常联化工有限公司内部与企业之间可相互影响，从而产生多米诺效应，其所造成的灾难性事故会导致群死群伤和重大财产损失及重大环境污染。

多米诺效应的发生必须具备以下三个条件：1) 事故所形成破坏效应的范围之内存在敏感装置；2) 破坏效应的强度足够大以致装置

失效；3) 破坏的发生存在极大的可能性。

能够触发多米诺效应发生的事故类型主要有：1) 火灾；2) 爆炸；3) 毒物泄漏；4) 以上三种情况同时或交叉发生。

毒物泄漏及扩散虽然能造成大量人员死亡和环境破坏，但由于单纯的毒物泄漏及扩散并不能直接造成二次目标设备的破坏，因此，在对多米诺效应进行分析时可以不对其进行讨论。

能够触发多米诺效应的重大事故具体形式主要为：火灾（池火、喷射火）、爆炸（早期点火爆炸、晚期点火爆炸），其中池火和喷射火的多米诺效应主要是热辐射作用的结果；爆炸引起的多米诺效应是冲击波超压和爆炸碎片共同作用的结果。

多米诺效应分为内部多米诺效应和外部多米诺效应。危险单元引发工厂内部其他单元发生事故的情况视为内部多米诺效应；引发其他工厂单元的事故视为外部多米诺效应。

根据分析，常德常联化工有限公司二车间在生产、储存过程中涉及的爆炸性、可燃性化学品甲醇在甲基化釜、储罐区等处存在。根据软件计算结果，常德常联化工有限公司内各高风险装置最大可信事故后果及其事故“多米诺”半径汇总如下表 5-17。

表 5-17 高风险装置最大可信事故后果及其事故“多米诺”半径

| 设备名称 | 危险物品 | 重量<br>(kg) | 死亡半径<br>(m) | 重伤半径<br>(m) | 轻伤半径<br>(m) | 破坏半径<br>(m) |
|------|------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 甲基化釜 | 甲醇   | 2000       | 2.67        | 11.49       | 22.36       | 16.72       |
| 甲醇储罐 | 甲醇   | 42000      | 7.2         | 25.44       | 49.5        | 91.53       |

常德常联化工有限公司二车间在生产、储存过程中易导致最大可信事故发生的危险源是 53m<sup>3</sup> 甲醇储罐。一旦 53m<sup>3</sup> 甲醇储罐发生事故，可能会连锁引起周边设施发生事故。

#### 1) 常德常联化工有限公司内各高风险装置对企业内部的影响

(1) 常德常联化工有限公司二车间甲基化釜发生泄漏，按最不利气象条件考虑，所有物料发生爆炸事故，则甲基化釜周边 2.67m 范围内人员死亡，2.67m-11.49m 范围内人员重伤，11.49m-22.36m 范围内人员轻伤，16.72m 范围内建筑装置会受到破坏。

(2) 常德常联化工有限公司二车间涉及的物料甲醇储罐发生泄漏，按最不利气象条件考虑，所有物料发生爆炸事故，则甲醇储罐周边 7.2m 范围内人员死亡，7.2m-25.44m 范围内人员重伤，25.44m-49.5m 范围内人员轻伤，91.53m 范围内建筑装置会受到破坏。

3) 常德常联化工有限公司二车间甲基化，按最不利气象条件以及破坏半径最大爆炸事故考虑，甲基化釜周边 16.72m 范围内建筑装置会受到破坏影响，在该范围内只有二车间的设备和装置；按最不利气象条件以及破坏半径最大的甲醇储罐发生爆炸事故考虑，甲醇储罐周边 91.53m 范围内建筑装置会受到破坏，即厂区除办公楼、导热油炉房、固废房（丙类）和门卫外的其他建筑装置均会受到破坏影响。

## 2) 常德常联化工有限公司内各高风险装置对周边区域的影响

常德常联化工有限公司厂区周边情况为：东面为曙光路，南面为园区规划用地，西面为常德市大度新材料有限公司和尚德路，北面为民建路，东北面为德山东（海德变）变电站（规划），根据前述表 6-14 相关数据进行分析。

(1) 常德常联化工有限公司二车间甲基化釜，按最不利气象条件以及发生爆炸事故破坏半径考虑，甲基化釜周边 16.72m 范围内建筑装置会受到破坏影响，而生二车间距离厂区北面的海德变超过 100m，距离厂区东面的曙光路 54m，距离厂区南面的园区道路 20m，距离厂区西面规划中的常德市大度新材料有限公司超过 80m，即甲基

化釜一旦发生事故，对周边区域的影响很小。

(2) 常德常联化工有限公司二车间涉及的甲醇储罐，按最不利气象条件以及发生爆炸事故破坏半径考虑，甲醇储罐周边 91.53m 范围内建筑装置会受到破坏，而甲醇储罐距离厂区北面的民建路超过 160m，德山海德变约 120m，距离厂区东面的曙光路超过 140m，距离厂区南面的鸿仁源油脂有限公司约 38m，距离厂区西面的常德市大度新材料有限公司 37m，即甲醇储罐一旦发生事故，与周边区域的影响主要是对常德市大度新材料有限公司和鸿仁源油脂有限公司的影响较大，应重点防范。

### 5.2.8.火灾、爆炸危险指数分析

#### 1) 评价单元确定

根据作业的工艺条件，工艺单元中危险物料性质及其数量，评价方法中确定评价单元的原则，以及各单元的危险度评价结果，确定对生产装置中的甲基化釜用“道化学”（第七版）进行评价。

单元物质危险特性见表 5-18。

表 5-18 评价单元主要危险物质系数及危险特性表

| 序号 | 装置名称   | 主要危险物质 | MF | 燃烧热值<br>10 <sup>3</sup> BTU/lb | NFPA |      |      | 闪点<br>(° F) | 沸点<br>(° F) |
|----|--------|--------|----|--------------------------------|------|------|------|-------------|-------------|
|    |        |        |    |                                | N(H) | N(F) | N(R) |             |             |
| 1  | 甲基化反应釜 | 甲醇     | 16 | 11.5                           | 0    | 3    | 0    | 55          | 173         |

#### 2) 单元工艺危险系数的求取及火灾、爆炸指数计算

按道化学公司《火灾、爆炸危险指数法》，对评价单元求取一般工艺危险系数 ( $F_1$ ) 和特殊工艺危险系数 ( $F_2$ )，并按  $F_3=F_1 \times F_2$  计算出工艺危险系数 ( $F_3$ )，然后再按火灾、爆炸指数  $F&EI=F_3 \times MF$  计算出火灾、爆炸指数。详见表 5-19。

表 5-19 单元火灾、爆炸指数 (F&amp;EI) 计算

|                                                             |             |          |
|-------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 评价单元                                                        |             | 甲基化釜     |
| 确定 MF 的物质及其 MF 值                                            |             | 甲醇 MF=16 |
| 1、一般工艺危险                                                    | 危险系数范围      | 采用危险系数   |
| 基本系数                                                        | 1.00        | 1.00     |
| A、放热化学反应                                                    | 0.3 ~ 1.25  | 0.3      |
| B、吸热反应                                                      | 0.20 ~ 0.40 |          |
| C、物料处理与输送                                                   | 0.25 ~ 1.05 | 0.5      |
| D、密闭式或室内工艺单元                                                | 0.25 ~ 0.90 | 0.3      |
| E、通道                                                        | 0.20 ~ 0.35 |          |
| F、排放和泄漏控制                                                   | 0.25 ~ 0.50 | 0.5      |
| 一般工艺危险系数 (F <sub>1</sub> )                                  |             | 2.6      |
| 2、特殊工艺系数                                                    |             |          |
| 基本系数                                                        | 1.00        | 1.00     |
| A、毒性物质                                                      | 0.20 ~ 0.80 | 0.6      |
| B、负压 (<500mmHg=66661Pa)                                     | 0.50        |          |
| C、接近易燃范围的操作：惰体化、未惰体化                                        |             |          |
| a、罐装易燃液体                                                    | 0.50        |          |
| b、过程失常或吹扫故障                                                 | 0.30        | 0.3      |
| c、一直在燃烧范围内                                                  | 0.80        |          |
| D、粉尘爆炸                                                      | 0.25 ~ 2.00 |          |
| E、压力：操作压力/Kpa，(绝对)<br>释放压力/Kpa，(绝对)                         |             | 0.35     |
| F、低温                                                        | 0.20 ~ 0.30 |          |
| G、易燃及不稳定物重量<br>物质重量 kg 物质燃烧热 Hc/J. kg <sup>-1</sup>         |             |          |
| a、工艺中的液体及气体                                                 |             | 0.14     |
| b、贮存中的液体及气体                                                 |             |          |
| c、贮存中的可燃固体及工艺中的粉尘                                           |             |          |
| H、腐蚀与磨蚀                                                     | 0.10 ~ 0.75 | 0.75     |
| I、泄漏——接头和填料                                                 | 0.10 ~ 1.50 | 0.10     |
| J、使用明火设备                                                    |             |          |
| K、热油、热交换系统                                                  | 0.15 ~ 1.15 |          |
| L、转动设备                                                      | 0.50        |          |
| 特殊工艺危险系数 (F <sub>2</sub> )                                  |             | 3.24     |
| 工艺单元危险系数 (F <sub>3</sub> = F <sub>1</sub> ×F <sub>2</sub> ) |             | 8        |
| 火灾、爆炸危险指数 ( F&EI= F <sub>3</sub> ×MF)                       |             | 100.8    |

F<sub>3</sub>取值说明：F<sub>3</sub>取值范围为 1~8，若 F<sub>3</sub>>8 则按 8 计。

根据表 5-19 计算的出的 F&EI 值，进行等级划分，结果见表 5-20。

表 5-20 各单元 F&amp;EI 值及危险等级表

| 序号 | 评价单元 | F&EI  | 危险等级 |
|----|------|-------|------|
| 1  | 甲基化釜 | 100.8 | 中等   |

## 3) 火灾、爆炸时影响区域半径（暴露半径）

暴露半径： $R = F \& EI \times 0.84 \times 0.3048m$

甲基化釜：

$$R1 = 100.8 \times 0.84 \times 0.3048 = 25.81m$$

## 4) 火灾、爆炸时影响区域半径（暴露半径）

暴露区域面积： $S = \pi R^2 (m^2)$

式中：R—暴露半径

甲基化釜：

$$S1 = 3.14 \times 25.81^2 = 2091.73 (m^2)$$

火灾、爆炸影响体积是一个围绕工艺单元的圆柱体的体积，其面积是暴露区域，高度相当于暴露半径。

## 5) 火灾、爆炸时影响区域半径（暴露半径）

为了建设单位今后进一步计算的方便和了解采用安全措施后的财产损失的变化，设定暴露区域的财产价值为A（包括容器内的物料价值），据此可以进一步计算。

$A = \text{暴露区域内财产总值} \times 0.82 \times \text{折旧（增值）系数}$

式中：0.82 是考虑了场地平整、道路、地下管线、地基等在事故发生时不会遭到损失或无更换的系数。

## 6) 危害系数的确定

危害系数是由单元危险系数（F3）和物质系数（MF）根据图或方程式来确定的，它代表了单元中物料或反应能量释放所引起的火灾、爆炸事故的综合效应。确定危害系数时，如果 F3 数值超过 8.0，按 F3=8.0 来确定。

甲基化釜的危险系数为 6.3，物质系数为 16

由单元危害系数计算图求得单元危害系数  $Y_1=0.67$

#### 7) 基本最大可能财产损失 (Base MPPD)

基本最大可能财产损失是由假定没有任何安全措施来降低财产损失的一种情况，它等于暴露区域的财产价值乘以危害系数而得。

甲基化釜火灾、爆炸基本最大可能财产损失： $0.67A_1$ 。

#### 8) 安全措施补偿系数

根据有关标准和规范及生产经验，甲基化釜在设计时应采取必要的安全措施，这些措施可以一定程度地预防重大事故的发生，降低事故发生频率，减少事故造成的损失，即降低了单元的危险性。安全措施可以分为 3 类，它们的补偿系数分别用  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  表示：

$C_1$ —工艺控制补偿系数；

$C_2$ —物质隔离补偿系数；

$C_3$ —防火范围补偿系数。

通过与企业多次沟通、确认，根据道化学公司《火灾、爆炸危险指数评价法》，对甲基化釜采取安全措施，选取补偿系数  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ ，并按式  $C = C_1 \times C_2 \times C_3$  求出单元的补偿系数，见表 5-21。

表 5-21 单元安全措施补偿系数计算

| 评价单元：                   |             | 甲基化釜   |
|-------------------------|-------------|--------|
| 项目                      | 补偿系数范围      | 采用补偿系数 |
| 1. 工艺控制安全补偿系数 ( $C_1$ ) |             |        |
| a. 应急电源                 | 0.98        | 1      |
| b. 冷却装置                 | 0.97 ~ 0.99 | 0.97   |
| c. 抑爆装置                 | 0.84 ~ 0.98 | 0.98   |
| d. 紧急切断装置               | 0.96 ~ 0.99 | 1      |
| e. 计算机控制                | 0.93 ~ 0.99 | 1      |
| f. 惰性气体保护               | 0.94 ~ 0.96 | 1      |
| g. 操作规程/程序              | 0.91 ~ 0.99 | 0.94   |
| h. 化学活泼性物质检查            | 0.91 ~ 0.98 | 1      |
| i. 其他工艺风险分析             | 0.91 ~ 0.98 | 0.93   |
| $C_1$                   |             | 0.830  |
| 2. 物质隔离安全补偿系数 ( $C_2$ ) |             |        |

| 评价单元:                                    |             | 甲基化釜   |
|------------------------------------------|-------------|--------|
| 项目                                       | 补偿系数范围      | 采用补偿系数 |
| a. 遥控阀                                   | 0.96 ~ 0.98 |        |
| b. 备用泄料装置                                | 0.96 ~ 0.98 |        |
| c. 排放系统                                  | 0.91 ~ 0.97 |        |
| d. 联锁装置                                  |             |        |
| $C_2$                                    |             | 1.00   |
| 3. 防火设施安全补偿系数 ( $C_3$ )                  |             |        |
| a. 泄漏检测装置                                | 0.94 ~ 0.98 | 0.98   |
| b. 钢质结构                                  | 0.95 ~ 0.98 |        |
| c. 消防水供应                                 | 0.94 ~ 0.97 |        |
| d. 特殊系统                                  | 0.91        |        |
| e. 喷洒系统                                  | 0.74 ~ 0.97 |        |
| f. 水幕                                    | 0.97 ~ 0.98 |        |
| g. 泡沫灭火装置                                | 0.92 ~ 0.97 |        |
| h. 手提式灭火器                                | 0.93 ~ 0.98 | 0.97   |
| i. 电缆防护                                  | 0.94 ~ 0.98 | 0.98   |
| $C_3$                                    |             | 0.90   |
| 安全措施补偿系数 $C = C_1 \times C_2 \times C_3$ |             | 0.75   |

### 9) 实际最大可能财产损失 (Actual MPPD)

实际最大可能财产损失是表示在采取适当的防护措施以后事故造成的财产损失。但是, 如果这些防护装置出现故障、失效, 则其损失值不同程度地接近于基本最大可能财产损失。

实际最大可能财产损失是由基本最大可能财产损失与安全措施补偿系数  $C$  乘积而得到。

甲基化、乙基化釜火灾、爆炸实际可能财产损失:

$$MPPD_1 = 0.67A_1 \times 0.75 = 0.50A_1$$

### 10) 单元补偿后火灾、爆炸危险指数 ( $F\&EI'$ )

$$(F\&EI)' = 100.8 \times 0.75 = 75.6$$

甲基化、乙基化釜采取安全补偿措施后的危险等级为“中等”。

### 11) 火灾、爆炸指数法评价小结

火灾爆炸指数评价法分析结果见表 5-22。

表 5-22 分析结果汇总表

| 结 果 | 内 容                 | 甲基化釜                  |
|-----|---------------------|-----------------------|
|     | 火灾、爆炸指数 (F&EI)      | 100.8                 |
|     | 危险等级                | 中等                    |
|     | 暴露半径                | 25.81m                |
|     | 暴露面积                | 2091.73m <sup>2</sup> |
|     | 暴露区内财产损失            | A <sub>2</sub>        |
|     | 危害系数                | 0.67                  |
|     | 基本最大可能财产损失          | 0.67 A <sub>2</sub>   |
|     | 安全措施补偿系数 C          | 0.75                  |
|     | 实际最大可能财产损失          | 0.50A <sub>3</sub>    |
|     | 补偿后火灾、爆炸指数 (F&EI) ' | 75.6                  |
|     | 补偿后危险等级             | 较轻                    |

由附表 5-22 评价结果可知,采用自动控制系统、保证备用电源、落实工艺操作规程、进行安全检查、加强装置的泄漏检查、配置消防水系统、可燃气体检测报警仪和配备一定数量的消防器材等安全补偿措施后,甲基化、乙基化釜的火灾、爆炸危险等级由“中等”降为“较轻”。

### 5.2.9.事故树分析

#### 1、易燃易爆物料火灾爆炸事故树

##### 1) 概述

本项目中涉及甲醇物料泄漏,其蒸汽与空气易形成爆炸性混合气体,一旦遇明火、电气火花、静电火花、雷击等激发能源,可能发生火灾、爆炸事故。因此,本节对易燃易爆物料发生火灾、爆炸事故采用“火灾、爆炸事故树”进行事故原因分析,找出导致事故发生的直接原因和间接原因,为企业今后的安全生产作参考。

##### 2) 事故树

绘制事故树见图 5-9,相应成功树见图 5-10。

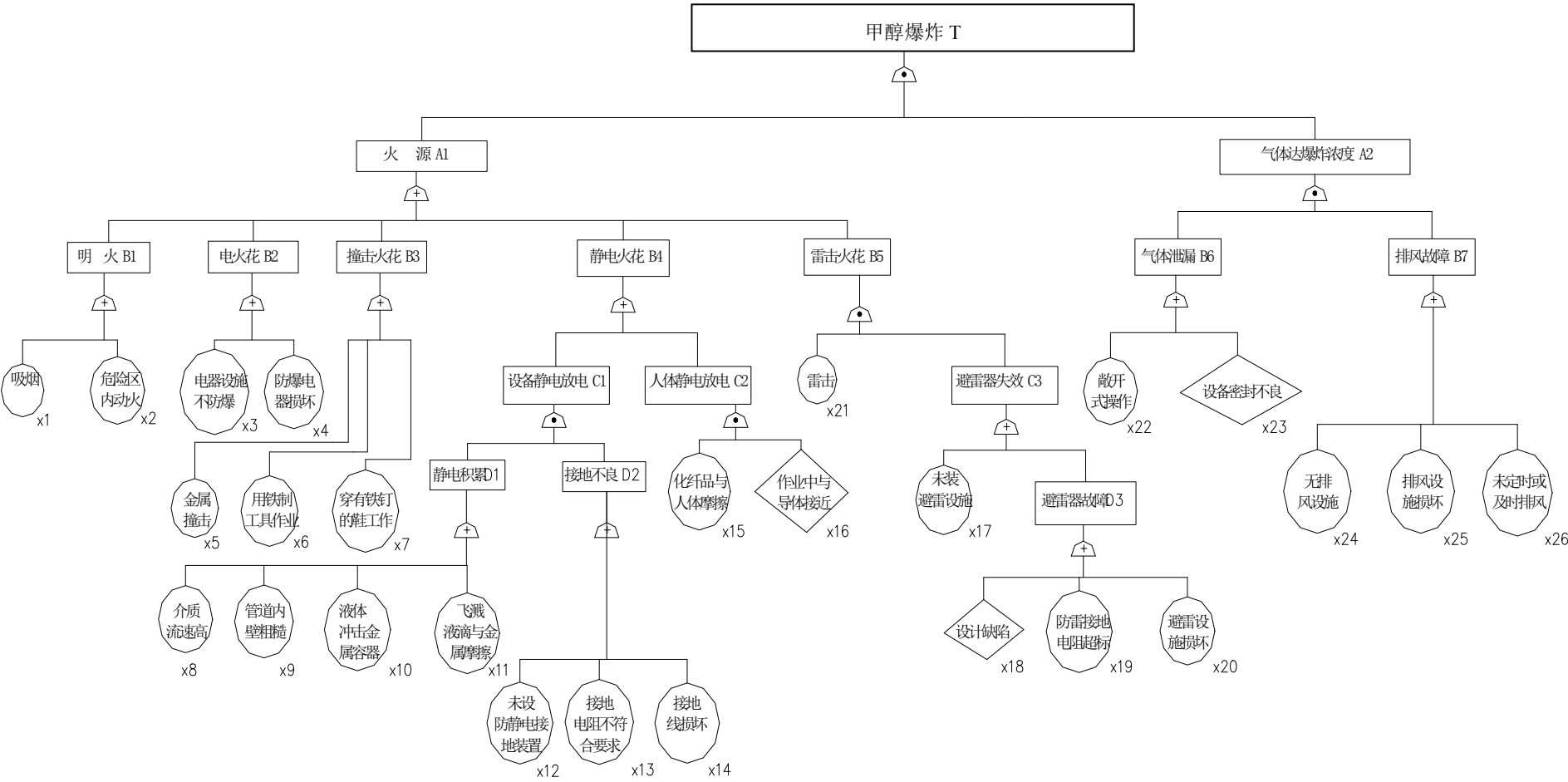


图 5-9 易燃易爆物料火灾、爆炸事故树

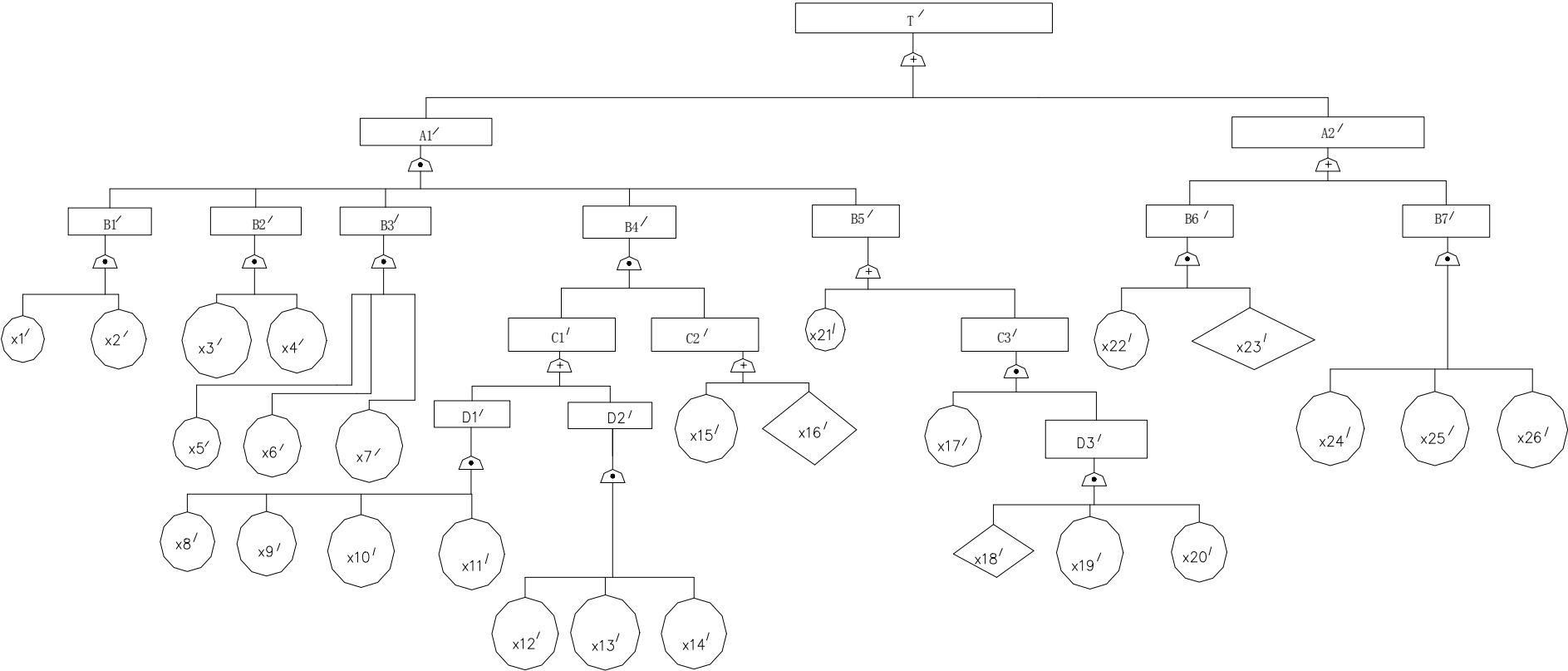


图 5-10 火灾、爆炸成功树



根据结构重要系数计算公式得到：

$$I_{\Phi(1)}=I_{\Phi(2)}=I_{\Phi(3)}=I_{\Phi(4)}=I_{\Phi(5)}=I_{\Phi(6)}=I_{\Phi(7)}=(1/2)^{15}+(1/2)^{12}+(1/2)^{15}+(1/2)^{12}+(1/2)^{14}+(1/2)^{11}+(1/2)^{14}+(1/2)^{10}=0.002167$$

$$I_{\Phi(8)}=I_{\Phi(9)}=I_{\Phi(10)}=I_{\Phi(11)}=(1/2)^{15}+(1/2)^{12}+(1/2)^{15}+(1/2)^{12}=0.0005493$$

$$I_{\Phi(12)}=I_{\Phi(13)}=I_{\Phi(14)}=(1/2)^{14}+(1/2)^{11}+(1/2)^{14}+(1/2)^{10}=0.0015869$$

$$I_{\Phi(15)}=I_{\Phi(16)}=(1/2)^{15}+(1/2)^{12}+(1/2)^{14}+(1/2)^{11}=0.00082397$$

$$I_{\Phi(17)}=I_{\Phi(18)}=I_{\Phi(19)}=I_{\Phi(20)}=(1/2)^{15}+(1/2)^{15}+(1/2)^{14}+(1/2)^{14}=0.0001831$$

$$I_{\Phi(21)}=(1/2)^{12}+(1/2)^{12}+(1/2)^{11}+(1/2)^{11}=0.0019531$$

$$I_{\Phi(22)}=I_{\Phi(23)}=(1/2)^1=0.5$$

$$I_{\Phi(24)}=I_{\Phi(25)}=I_{\Phi(26)}=(1/2)^2=0.25$$

因此，得到结构重要度顺序为：

$$I_{\Phi(22)}=I_{\Phi(23)} > I_{\Phi(24)}=I_{\Phi(25)}=I_{\Phi(26)} > I_{\Phi(1)}=I_{\Phi(2)}=I_{\Phi(3)}=I_{\Phi(4)}=I_{\Phi(5)}=I_{\Phi(6)}=I_{\Phi(7)} > I_{\Phi(21)} > I_{\Phi(12)}=I_{\Phi(13)}=I_{\Phi(14)} > I_{\Phi(15)}=I_{\Phi(16)} > I_{\Phi(8)}=I_{\Phi(9)}=I_{\Phi(10)}=I_{\Phi(11)} > I_{\Phi(17)}=I_{\Phi(18)}=I_{\Phi(19)}=I_{\Phi(20)}$$

#### 4) 结论

由图 5-17、图 5-18 事故树分析可知，（1）火源与达到爆炸极限的混合气体构成了易燃易爆介质火灾、爆炸事故发生的要素。（2）基本事件液体泄漏和设备密闭不良是最小径集，其结构重要系数最大，是火灾爆炸事故发生的最重要条件。由此可知，生产系统的密封在防止火灾、爆炸事故中具有重要地位。就是要求我们采取针对措施，如采用气体报警器对生产现场的可燃气体浓度进行监视，一旦接近危险极限即行报警，使管理人员立刻采取预防措施，防止可燃气体达到爆炸浓度；加强安全管理及监测，严格控制火源，严禁吸烟和动用明火，防止铁器撞击及静电火花的产生，电气装置要符合防火防爆要求

等；这些都是预防措施，导致火灾、爆炸的因素虽然很多，但只要严格执行安全管理制度和安全操作规程，并采取相应技术措施，预防生产中易燃易爆介质火灾、爆炸事故是完全可以做到的。

## 2、操作人员中毒（窒息）事故树

项目生产过程中涉及到有毒有害物质：丙烯腈、苯胺、三氯氧磷、N-甲基苯胺、N-乙基苯胺、N，N-二乙基苯胺、N，N-二甲基苯胺为毒害品。作业人员防护不当、物料包装损坏、装置、设备不密闭，或生产过程中操作不当、作业场所通风不良、除尘设施缺陷等，作业人员接触或吸入有毒有害物质，发生中毒事故的可能性很大。针对操作人员中毒（窒息）事故进行事故树分析，通过分析可得到事故发生的根本原因和主要原因，为从本质安全的角度制定防范措施提供参考。

操作人员中毒事故树图 5-21。

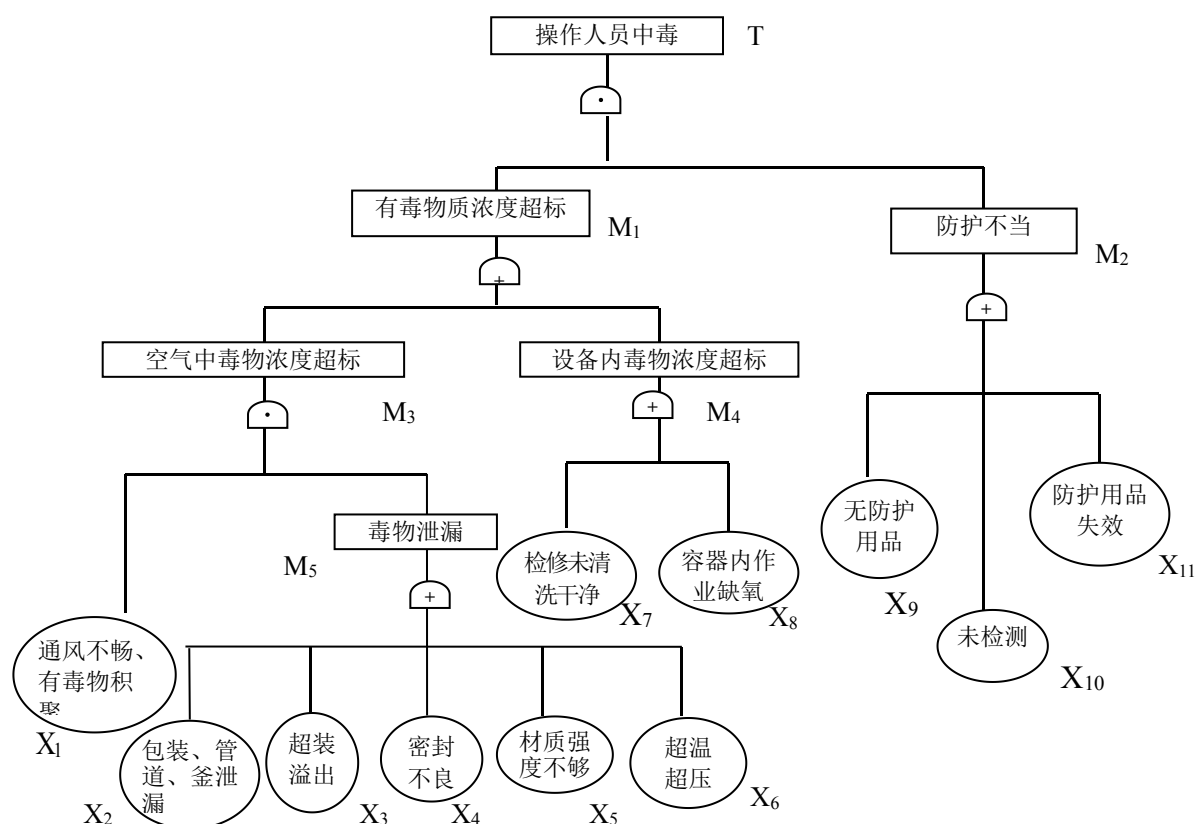


图 5-11 中毒（窒息）事故树

## 1) 求最小割集

$$\begin{aligned}
T &= M_1 M_2 = (M_3 + M_4) M_2 = (X_1 M_5 + M_4) M_2 \\
&= [X_1 (X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6) + X_7 + X_8] (X_9 + X_{10} + X_{11}) \\
&= (X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_1 X_4 + X_1 X_5 + X_1 X_6 + X_7 + X_8) (X_9 + X_{10} + X_{11}) \\
&= X_1 X_2 X_9 + X_1 X_2 X_{10} + X_1 X_2 X_{11} + X_1 X_3 X_9 + X_1 X_3 X_{10} + X_1 X_3 X_{11} + X_1 X_4 X_9 + X_1 X_4 X_{10} + X_1 X_4 X_{11} + X_1 \\
&X_5 X_9 + X_1 X_5 X_{10} + X_1 X_5 X_{11} + X_1 X_6 X_9 + X_1 X_6 X_{10} + X_1 X_6 X_{11} + X_7 X_9 + X_7 X_{10} + X_7 X_{11} + X_8 X_9 + X_8 X_{10} + X_8 X_{11}
\end{aligned}$$

得 21 个最小割集

$$\begin{aligned}
K_1 &= \{X_1, X_2, X_9\}, K_2 = \{X_1, X_2, X_{10}\}, K_3 = \{X_1, X_2, X_{11}\}, K_4 = \{X_1, X_3, X_9\}, \\
K_5 &= \{X_1, X_3, X_{10}\}, K_6 = \{X_1, X_3, X_{11}\}, K_7 = \{X_1, X_4, X_9\}, K_8 = \{X_1, X_4, X_{10}\}, \\
K_9 &= \{X_1, X_4, X_{11}\}, K_{10} = \{X_1, X_5, X_9\}, K_{11} = \{X_1, X_5, X_{10}\}, K_{12} = \{X_1, X_5, X_{11}\}, \\
K_{13} &= \{X_1, X_6, X_9\}, K_{14} = \{X_1, X_6, X_{10}\}, K_{15} = \{X_1, X_6, X_{11}\}, K_{16} = \{X_7, X_9\}, \\
K_{17} &= \{X_7, X_{10}\}, K_{18} = \{X_7, X_{11}\}, K_{19} = \{X_8, X_9\}, K_{20} = \{X_8, X_{10}\}, K_{21} = \\
&\{X_8, X_{11}\}。
\end{aligned}$$

## 2) 结构重要度分析

$X_1$  在含有三个基本事件的最小割集中出现 15 次,  $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$  在含有三个基本事件的最小割集中出现 3 次,  $X_7$ 、 $X_8$  在含有二个基本事件的最小割集中出现 3 次,  $X_9$ 、 $X_{10}$ 、 $X_{11}$  在含有三个基本事件的最小割集中出现 5 次, 在含有二个基本事件的最小割集中出现 2 次; 计算如下:

$$I_{\Phi(1)} = 15/2^{3-1} = 15/4;$$

$$I_{\Phi(2)} = I_{\Phi(3)} = I_{\Phi(4)} = I_{\Phi(5)} = I_{\Phi(6)} = 3/2^{3-1} = 3/4;$$

$$I_{\Phi(9)} = I_{\Phi(10)} = I_{\Phi(11)} = 5/2^{3-1} + 2/2^{2-1} = 5/2^2 + 1 = 5/4 + 1 = 9/4;$$

$$I_{\Phi(7)} = I_{\Phi(8)} = 3/2^{2-1} = 3/2;$$

结构重要顺序为:

$$I_{\Phi(1)} > I_{\Phi(9)} = I_{\Phi(10)} = I_{\Phi(11)} > I_{\Phi(7)} = I_{\Phi(8)} > I_{\Phi(2)} = I_{\Phi(3)} = I_{\Phi(4)} = I_{\Phi(5)} = I_{\Phi(6)}$$

防止操作人员中毒，要从防止毒物浓度超标和加强劳动防护入手，控制各基本事件的发生，尤其是结构重要度大的事件，从而达到防止人员中毒的目的。建议采取如下措施：

(1) 定期检修、维护，保持设备的完好状态。检修时，要彻底清洗干净，并检测有毒、有害物质浓度，合格后方可作业。作业时要有专人监护及有抢救后备措施，作业人员要穿戴好相应的防护用品；

(2) 谨慎进行过料、放料、投料操作，严格控制投料量及投料速度且应双人作业，一人操作，一人监控复核；

(3) 加强管理，严格工艺纪律，杜绝跑、冒、滴、漏；

(4) 加强职工教育、培训，使其掌握有关的应急处理措施；

(5) 按时发放，正确佩戴劳动防护用品及防毒防护用品；

(6) 工作场所应有良好的通风排毒装置。

### 3、储罐区火灾、爆炸事故树

#### 1) 概述

本项目涉及的甲醇、乙醇、丙烯腈等易燃易爆物质均存放在储罐区。因此，储罐、管线破裂、泄漏，储罐外溢、雷击都可能引起储罐区火灾、爆炸事故。

#### 2) 事故树

储罐区火灾、爆炸事故树的成功树见图 5-12。

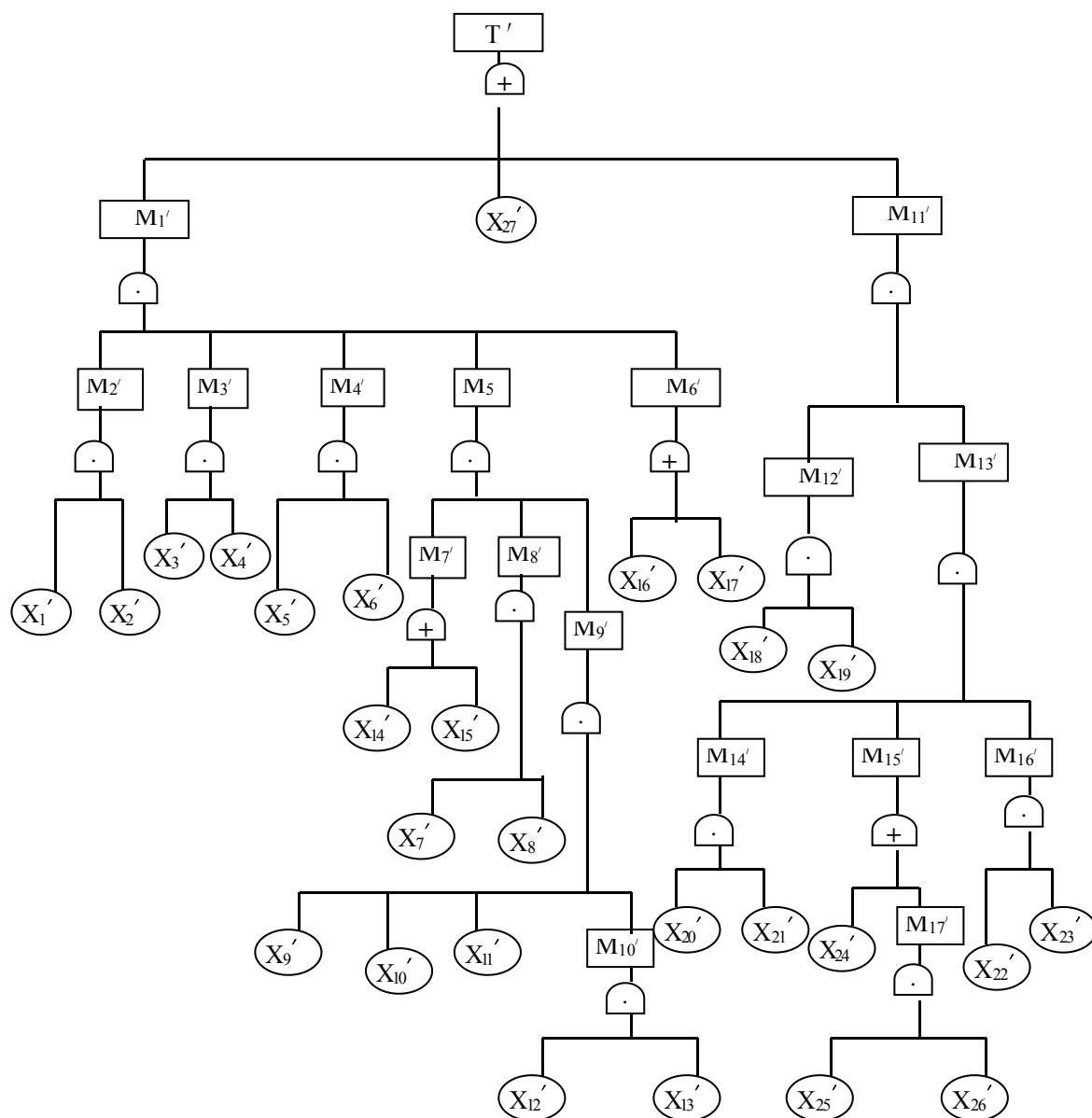


图 5-12 储罐区火灾、爆炸事故树的成功树

### 3) 定性分析

#### (1) 求最小割 (径) 集

根据事故树最小割 (径) 集最多个数的判别方法判断，图 6-5 所示事故树最小割集个数比最小径集个数多，所以从最小径集入手分析较为方便。

$$T' = M_1' + M_{11}' + X_{27}'$$

$$\begin{aligned}
&=M_2' M_3' M_4' M_5' M_6' + M_{12}' M_{13}' + X_{27}' \\
&= X_1' X_2' X_3' X_4' X_5' X_6' X_7' X_8' X_9' X_{10}' X_{11}' X_{12}' X_{13}' (X_{14}' + X_{15}') (X_{16}' + X_{17}') \\
&+ X_{18}' X_{19}' X_{20}' X_{21}' X_{22}' X_{23}' (X_{24}' + X_{25}' X_{25}') + X_{27}' \\
&= X_1' X_2' X_3' X_4' X_5' X_6' X_7' X_8' X_9' X_{10}' X_{11}' X_{12}' X_{13}' X_{14}' X_{16}' \\
&+ X_1' X_2' X_3' X_4' X_5' X_6' X_7' X_8' X_9' X_{10}' X_{11}' X_{12}' X_{13}' X_{14}' X_{17}' \\
&+ X_1' X_2' X_3' X_4' X_5' X_6' X_7' X_8' X_9' X_{10}' X_{11}' X_{12}' X_{13}' X_{15}' X_{16}' \\
&+ X_1' X_2' X_3' X_4' X_5' X_6' X_7' X_8' X_9' X_{10}' X_{11}' X_{12}' X_{13}' X_{15}' X_{17}' \\
&+ X_{18}' X_{19}' X_{20}' X_{21}' X_{22}' X_{23}' X_{24}' + X_{18}' X_{19}' X_{20}' X_{21}' X_{22}' X_{23}' X_{25}' X_{26}' + X_{27}'
\end{aligned}$$

从而得出 7 个最小径集：

$$P_1 = \{X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{10} X_{11} X_{12} X_{13} X_{14} X_{16}\}$$

$$P_2 = \{X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{10} X_{11} X_{12} X_{13} X_{14} X_{17}\}$$

$$P_3 = \{X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{10} X_{11} X_{12} X_{13} X_{15} X_{16}\}$$

$$P_4 = \{X_1 X_2 X_3 X_4 X_5 X_6 X_7 X_8 X_9 X_{10} X_{11} X_{12} X_{13} X_{15} X_{17}\}$$

$$P_5 = \{X_{18} X_{19} X_{20} X_{21} X_{22} X_{23} X_{24}\}$$

$$P_6 = \{X_{18} X_{19} X_{20} X_{21} X_{22} X_{23} X_{25} X_{26}\}$$

$$P_7 = \{X_{27}\}$$

## (2) 重要结构度分析

因为  $X_{27}$  是单事件最小径集，所以  $I_{(27)}$  最大。 $X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}$ ，同在两个最小径集中； $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}$  同在 4 个最小径集中。

根据判别结构重要度近似方法，得到：

$$\begin{aligned}
&I_{\Phi(1)} = I_{\Phi(2)} = I_{\Phi(3)} = I_{\Phi(4)} = I_{\Phi(5)} = I_{\Phi(6)} = I_{\Phi(7)} = I_{\Phi(8)} = I_{\Phi(9)} = I_{\Phi(10)} = I_{\Phi(11)} = I_{\Phi(12)} \\
&= I_{\Phi(13)}
\end{aligned}$$

$$I_{\Phi(18)} = I_{\Phi(19)} = I_{\Phi(20)} = I_{\Phi(21)} = I_{\Phi(22)} = I_{\Phi(23)}$$

$$I_{\Phi(25)} = I_{\Phi(26)}$$

$X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{24}$  与其他事件无同属关系，因此，只要判断  $I_{\Phi(1)}, I_{\Phi(18)}, I_{\Phi(14)}, I_{\Phi(15)}, I_{\Phi(16)}, I_{\Phi(17)}, I_{\Phi(24)}$  大小即可。

$$I_{(1)} = 4/2^{15-1} = 1/2^{12}$$

$$I_{(18)} = 1/2^{7-1} + 1/2^{8-1} = 3/2^7$$

$$I_{(14)} = 2/2^{15-1} = 1/2^{13}$$

$$I_{(16)} = I_{(15)} = I_{(17)} = I_{(14)} = 1/2^{13}$$

$$I_{(24)} = 1/2^{7-1} = 1/2^6$$

$$I_{(25)} = 1/2^{8-1} = 1/2^7$$

$$I_{(27)} > I_{(18)} = I_{(19)} > I_{(24)} > I_{(25)} > I_{(1)} = I_{(2)} > I_{(14)} = I_{(15)}$$

#### 4) 结论

由事故树分析可知，火源与达到爆炸极限的混合气体构成了储罐区火灾、爆炸事故发生的要素。基本事件  $X_{27}$ （达到爆炸极限）是单事件的最小径集，其结构重要系数最大，是储罐区火灾、爆炸事故发生的最重要条件。这就要求应采取各种针对措施，如采用气体报警器，对易燃、易爆混合气的浓度进行监视，一旦接近危险极限即行报警，使管理人员立即采取预防措施；如加强通风排气降低混合气浓度和储罐温度；储罐区附近应配置干粉或泡沫推车式灭火器等。其次最小径集  $X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}$  结构重要度仅次于  $X_{27}$ 。由此可知，槽车卸料时的泄漏和罐或管道的泄漏在储罐区火灾、爆炸事故中具有重要地位，要采取相应的针对措施，如卸料前要对储罐中的存料量进行监测；要对管道是否破裂、密封垫是否破损、接头紧固栓是否松动进行检查。要建立巡检制度避免人为破坏储罐，储罐和管道应按有关规定做好防腐工作，储罐或管道在新投入使用前或大修后均应按规定

做强度和气密性试验。

因此，防止易燃气体达到可燃浓度、加强对储罐区的安全管理及监测、严格控制火源、严禁吸烟和动用明火、防止铁器撞击及静电火花的产生、电气装置要符合防火防爆要求等，这些都是预防措施。

导致储罐区发生火灾、爆炸事故的因素虽然很多，但只要严格执行安全管理制度和安全操作规程，并采取相应技术措施，预防储罐区火灾、爆炸事故是完全可以做到的。

### 5.3 公用辅助工程单元

#### 5.3.1. 供配电系统

##### 1) 供配电系统预先危险性分析

本项目供电拟由厂区西侧引入，由地下管沟引至项目动力中心单体内 10kV 开闭所（总配电室），变配电设有房屋式 500kV 变压器一台，生产装置正常生产用电负荷为 350kW，电源容量及可靠性满足本项目正需工作电源的要求。根据该公司装置生产工艺要求及《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）关于负荷分级的规定，该公司 DCS 控制系统、可燃有毒气体检测报警、事故通风、应急照明用电为二级负荷，其余生产用电负荷等级为三级。我们通过预先危险性分析方法对供配电系统的危险性进行评价。

表 5-23 供配电系统预先危险性分析

| 潜在事故 | 事故原因                                                                                      | 事故后果      | 危险等级 | 措施                                                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电击伤害 | 1、同时在一个电开关插座上安装 2 个启动设备电线；<br>2、未切断电源或有漏电、绝缘损坏；<br>3、未拆开传动连接装置；<br>4、照明不良。<br>5、防漏电保护装置失效 | 设备损坏、人员伤亡 | III  | 1、安装防漏电保护器；<br>2、工作人员必须经专业培训、考核、持证上岗；<br>3、配电室地面铺设橡胶板，电器设备的金属外壳采用保护性接零；<br>4、配电室入口张贴“非工作人员禁止入内”标志；<br>5、设备工作前检查有无漏电； |

| 潜在事故 | 事故原因                                                                                                                                                                                                 | 事故后果      | 危险等级 | 措施                                                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                                      |           |      | 6、检修前切断电源；<br>7、检修时要有人配合；                                                                                                                                                                              |
| 紧急停电 | 1、发电机组出现故障<br>2、送变电设备设施损坏                                                                                                                                                                            | 设备损坏、人员伤亡 | III  | 1、除双电源外，配备紧急供电系统，能在外电源停电时启动保安电源。<br>2、设计紧急事故停车系统，用于事故时紧急切断一些关键的阀门及设备<br>4、电动开关除能远程控制外还应能就地控制。<br>5、制定紧急停电、自然灾害的应急救援预案，一旦事故发生时可以及时进行处理。                                                                 |
| 火灾   | 1、用电超负荷报警保护器失灵<br>2、电缘线路短路起火；<br>3、电缆中间头制作不良，压接头不紧、接触电阻过大，长期运行造成电缆头过热，烧穿绝缘，或长期运行，没有定期检测，导致电缆发生火灾；<br>4、电气设备选型、缆线不合理，或质量不合格<br>5、消防设备未配备或配备不足；                                                        | 设备损坏、人员伤亡 | III  | 1、应定期检查用电超负荷保护器的效能；<br>2、线路均采用电缆敷设；<br>3、各电缆出入口处待电缆敷设完后，用专用耐火堵料将所有孔洞封堵；<br>4、配备室内灭火器，设火灾自动报警装置。<br>5、设置变压器油感温装置，一旦超过设定的油温即报警。                                                                          |
| 雷击   | 1、较高建筑物和设备未装设避雷针和引下线等接地装置<br>2、避雷系统损坏或接地性能不良<br>3、架空进线上未安装避雷设施                                                                                                                                       | 设备损坏、人员伤亡 | III  | 1、配电装置的进线上应设置阀型避雷器<br>2、较高建筑及设备上应装设避雷针和引下线装置，定期检查避雷系统的效能。                                                                                                                                              |
| 触电   | 1、电气或线路绝缘损坏、老化；<br>2、保护接地、接零不当；<br>3、电气设备缺少屏护、遮拦、护网<br>4、电气开关损坏漏电<br>5、检修时，在切闸手柄上未挂警示牌，突然送电<br>6、电缆沟密封不严，窜气进水<br>7、流过人体的电流超过摆脱电流，持续时间超过心动周期<br>8、手动及其他部位手持导电体触及带电体<br>9、私自拆装电气设备及电路<br>10、电工不按操作规程操作 | 设备损坏，人员伤亡 | II   | 1、严格按操作规程作业；<br>2、检修时，应断开电源，取下熔断器，在刀闸板上挂“禁止合闸，有人工作”警示牌；<br>3、设置遮拦安全距离，并严格遵守；<br>4、停电拉闸应先拉油开关或负荷开关，后接负荷，侧刀闸及母线侧刀闸；<br>5、电气设备的外壳必须接地，接地线符合要求，有电设备不许断开外壳的接地线，电气施工应遵守电气安装规范；<br>6、工作前，穿戴好劳动保护用品，检查工具、设备完好。 |

从表可以看出，电击伤害、火灾、紧急停电的危险等级为III级，雷击、触电的危险等级为II级。

## 2) 触电事故树分析

触电伤害是较常见的易发事故，本项目的生产环境有可能积尘较多，我们此次在现场查看时，有些厂房的设备通风除尘设施还经常发生故障，出现大量烟尘逸出的情况，灰尘过多也很容易导致短路、触电事故，同时水泥尘还有一定的腐蚀性，时间长了绝缘层磨损很容易发生触电事故，另外本项目中电力设备设施较多，为了解触电伤害事故发生的原因，进而提出防范措施，我们对触电事故进一步采用事故树分析。

### (1) 画触电伤害事故树

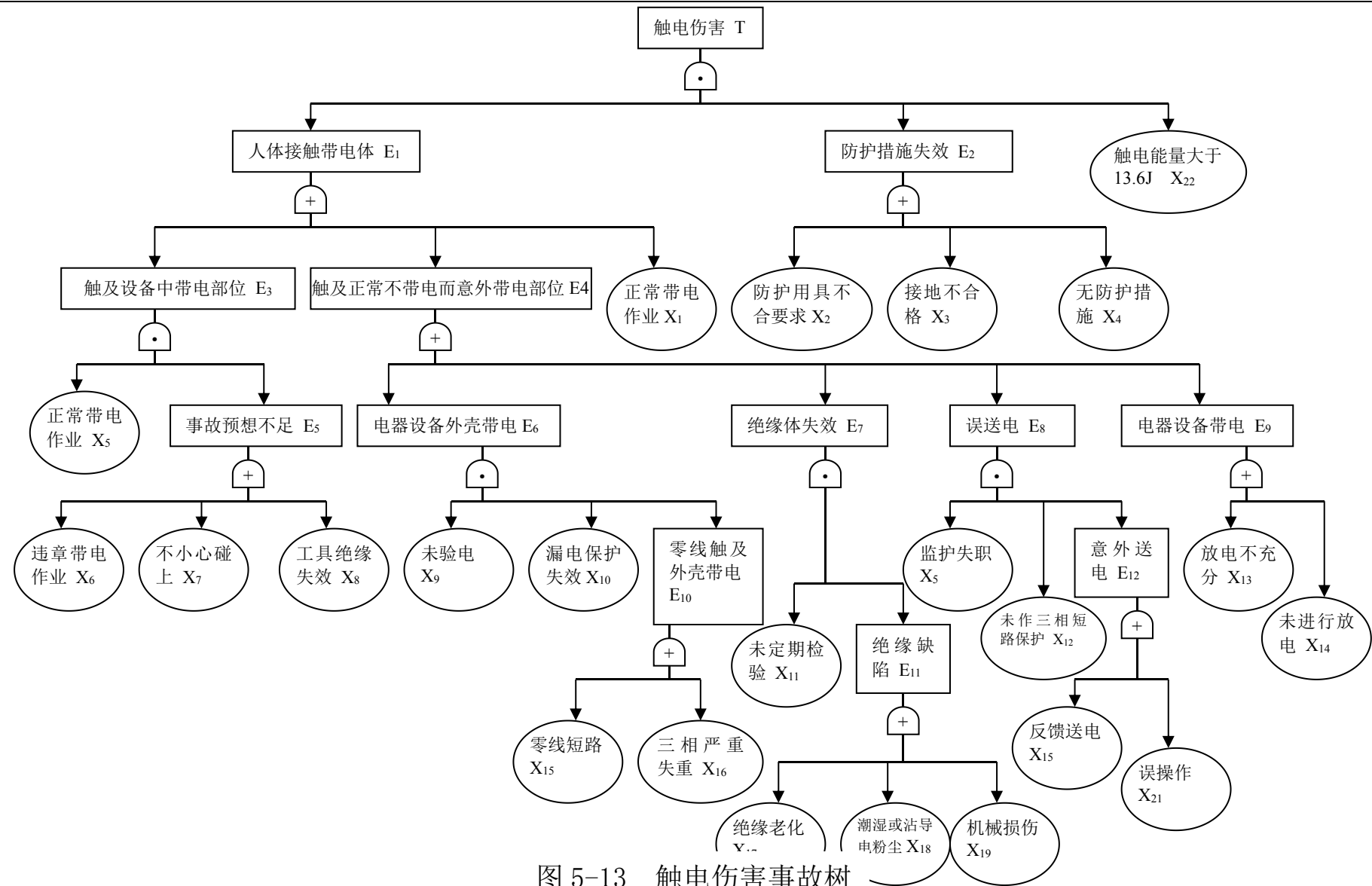


图 5-13 触电伤害事故树

## (2) 求最小割集

触电伤害事故树由 21 个基本事件构成, 根据图 5-22 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:

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

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:

|                                                 |                                                 |                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $K_1 = \{X_1, X_2, X_{22}\}$                    | $K_2 = \{X_1, X_3, X_{22}\}$                    | $K_3 = \{X_1, X_4, X_{22}\}$                    |
| $K_4 = \{X_2, X_{13}, X_{22}\}$                 | $K_5 = \{X_2, X_{14}, X_{22}\}$                 | $K_6 = \{X_3, X_{13}, X_{22}\}$                 |
| $K_7 = \{X_3, X_{14}, X_{22}\}$                 | $K_8 = \{X_4, X_{13}, X_{22}\}$                 | $K_9 = \{X_4, X_{14}, X_{22}\}$                 |
| $K_{10} = \{X_2, X_5, X_6, X_{22}\}$            | $K_{11} = \{X_2, X_5, X_7, X_{22}\}$            | $K_{12} = \{X_2, X_5, X_8, X_{22}\}$            |
| $K_{13} = \{X_2, X_{11}, X_{17}, X_{22}\}$      | $K_{14} = \{X_2, X_{11}, X_{18}, X_{22}\}$      | $K_{15} = \{X_2, X_{11}, X_{19}, X_{22}\}$      |
| $K_{16} = \{X_3, X_5, X_6, X_{22}\}$            | $K_{17} = \{X_3, X_5, X_7, X_{22}\}$            | $K_{18} = \{X_3, X_5, X_8, X_{22}\}$            |
| $K_{19} = \{X_3, X_{11}, X_{17}, X_{22}\}$      | $K_{20} = \{X_3, X_{11}, X_{18}, X_{22}\}$      | $K_{21} = \{X_3, X_{11}, X_{19}, X_{22}\}$      |
| $K_{22} = \{X_4, X_5, X_6, X_{22}\}$            | $K_{23} = \{X_4, X_5, X_7, X_{22}\}$            | $K_{24} = \{X_4, X_5, X_8, X_{22}\}$            |
| $K_{25} = \{X_4, X_{11}, X_{17}, X_{22}\}$      | $K_{26} = \{X_4, X_{11}, X_{18}, X_{22}\}$      | $K_{27} = \{X_4, X_{11}, X_{19}, X_{22}\}$      |
| $K_{28} = \{X_2, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\}$ | $K_{29} = \{X_2, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$ | $K_{30} = \{X_2, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\}$ |
| $K_{31} = \{X_2, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$ | $K_{32} = \{X_3, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\}$ | $K_{33} = \{X_3, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$ |
| $K_{34} = \{X_3, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\}$ | $K_{35} = \{X_3, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$ | $K_{36} = \{X_4, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\}$ |
| $K_{37} = \{X_4, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$ | $K_{38} = \{X_4, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\}$ | $K_{39} = \{X_4, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$ |

## (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:

$$I_{\Phi(22)} > I_{\Phi(1)} = I_{\Phi(13)} = I_{\Phi(14)} > I_{\Phi(6)} = I_{\Phi(7)} = I_{\Phi(8)} > I_{\Phi(11)} > I_{\Phi(17)} = I_{\Phi(18)} = I_{\Phi(19)} \\ > I_{\Phi(5)} > I_{\Phi(90)} = I_{\Phi(10)} > I_{\Phi(15)} = I_{\Phi(16)} > I_{\Phi(12)} > I_{\Phi(15)} = I_{\Phi(21)} > I_{\Phi(2)} = I_{\Phi(3)} = I_{\Phi(4)}$$

根据以上结果分析, 触电能量( $X_{22}$ )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”（ $X_{22}$ ），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，同时对绝缘工具应定期进行检测，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. 自动化控制系统安全评价

本项目工艺装置、储运系统及公用工程等辅助设置均采用以分散控制系统（DCS）为主体的过程控制系统。采用中心控制室和现场机柜室分离设置的方式，生产装置及储运工程的控制系统的操作站设置在中心控制室，控制站则设置在各个现场机柜室。现场仪表信号通过电缆连接到现场机柜室，从现场机柜室到中心控制室的信号传输采用冗余光缆。操作人员在中心控制室完成生产装置的控制、监测、报警及报表等操作。

表 5-24 自动化控制系统预先危险性分析

| 潜在事故     | 原因                                                               | 后果        | 等级 | 预防措施                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 自动调节装置失常 | 1、自动调节系统电源回路失电，导致自动调节失控，或调节系统无动作；<br>2、调节用一次检测装置及其接线回路损坏，或断线/短路， | 机组自动调节失控， | II | 1、加强机组自动调节电源回路（电源开关、熔断器、电缆、接插件）维护管理；<br>2、加强机组调节用一次检测装置、执行机构、调节机构、DCS通讯组件、I/O 输入/输出组件、PCU主机组件的维护管 |

| 潜在事故      | 原因                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 后果                    | 等级 | 预防措施                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <p>致使调节信号异常，导致调整门突然开大或关小；</p> <p>3、执行机构故障，或其拉杆/销子脱落，或拉杆刚性不够，弯曲变形，或调节机构卡涩不动导致自动调节无动作，或调整门突然开大/关小；</p> <p>4、双路冗余互为备用通讯环路，自动切换时瞬时故障，丢失信息导致自动调节失控；</p> <p>5、DCS 调节用 CPU 故障，或受外界干扰或 PID 运算出错，导致自动调节失控；</p> <p>6、机组调节用 DCS 的通讯组件故障，致使不能传输信息，机组自动调节失控。或调节用 I/O 组件输入/输出点及其导线回路故障，致使自动调节失控。</p> | 危及机组安全运行              |    | <p>理。对超过有效期的组件，及时更换备用件；</p> <p>3、机组重要调节系统的一次测点，采取三取中模拟采样方式。重要调节系统，应具有“当某一测点故障，自动转为取平均值，又当某二点测点故障，自动转为一取一”的功能，并发出报警信号；</p> <p>4、重要调节系统设计，应具有“当调节信号偏差大时，自动由自动调节方式转换为手动操作方式”的功能；</p> <p>5、重要调节系统，应定期进行内外扰动动作试验。</p>                                                                  |
| 分散控制系统错误  | <p>1、DCS 或 CRT 的电源回路失电，或其电源电缆及接插件故障，导致 CRT 黑屏、死机；</p> <p>2、通讯电缆或通讯接口组件故障，导致死机；</p> <p>3、通讯电缆或通讯接口过负荷，通讯堵塞死机；</p> <p>4、操作键盘(鼠标)或其电缆接插件损坏，系统不响应操作指令；</p> <p>5、CRT 操作应用软件出错，或系统侵入病毒，丢失信息，导致死机。</p>                                                                                        | 运行中对机组监控操作手段，危及机组安全运行 | II | <p>1、加强 DCS/CRT 电源回路(电源开关、熔断器、电缆、接插件)维护管理；</p> <p>2、勤维护通讯电缆及其通讯接口组件，避免外力机械损伤；</p> <p>3、合理的数据通讯总线负荷率不超过 30% (以太网不超过 20%)，注意设备选型；</p> <p>4、勤维护检查键盘(鼠标)及其电缆接插件，及时更换损坏件；</p> <p>5、非本机磁盘/光盘及无关的运算工作，不得在本机上进行操作，防病毒侵入；</p> <p>6、选用合适的应用软件。</p>                                          |
| 保护装置拒动或误动 | <p>1、机组保护电源回路失电；或其导线故障，导致机组保护拒动；</p> <p>2、机组保护用一次检测装置及其接线回路损坏或断线，导致机组保护拒动；</p> <p>3、机组保护用 DCS 的通讯组件故障，不能传输信息，致使机组保护拒动。或保护用 I/O 组件输入/输出点及其导线回路故障，致使机组保护拒动；</p> <p>4、机组保护用一次检测装置及其接线回路损坏，或短路，导致机组保护误动；</p> <p>5、基建调试不到位，逻辑设计不合理，致使保护误动；</p>                                              | 机组保护拒动，直接威胁机组安全运行     | II | <p>1、加强机组保护电源回路(电源开关、熔断器、电缆、接插件)维护管理；</p> <p>2、加强机组保护用一次检测装置、DCS 通讯组件、I/O 输入/输出组件、PCU 主机组件的维护管理。对超过有效使用期的组件，及时更换备用件；</p> <p>3、机组重要保护的一次测点，采取三取二逻辑判断方式。特别重要的机组保护(如炉膛压力保护)，应具有“当某一测点故障，自动转为二取一，又当某二点测点故障，自动转为一取一”的功能，并发出报警信号；</p> <p>4、锅炉、汽机跳闸保护系统，应具有进行在线动作试验功能，定期做机组保护在线动作试验；</p> |

| 潜在事故     | 原因                                                                                                                                                                                              | 后果                | 等级  | 预防措施                                                                                                                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 6、双路冗余互为备用的通讯环路，自动切换时故障，丢失信息致机组保护误动；<br>7、DCS 保护用 CPU 使用过程中失效，或受外界干扰或逻辑运算出错，导致机组保护误动。                                                                                                           |                   |     | 5、当机组运行参数超过保护定值，机组保护拒动时，运行人员应利用硬接线按钮后备操作手段，及时紧急打闸停机；<br>6、加强机组保护的设计审查与竣工验收工作。                                                                                    |
| 测压装置指示错误 | 1、压力/差压变送器电源回路失电或其导线故障，导致测量装置无输出；<br>2、测量装置内弹性元件损坏，表针不动；<br>3、传压通道(仪表管/一次或二次门/及其接头)泄漏。致使压力表无指示；差压表指最大(负压侧漏)或最小(正压侧漏)；<br>4、传压通道(仪表管/一、二次门/及其接头)被杂物堵塞，致使仪表指示停滞不动；<br>5、DCS 的 I/O 组件输入点故障，导致示值异常。 | 导致对机组运行工况判断、造成误操作 | II  | 1、加强压力/差压测量装置电源回路(电源开关、熔断器、电缆、接插件)维护管理；<br>2、更换损坏的测量装置；<br>3、消除传压通道泄漏点；<br>4、加强维护管理，定期吹扫传压通道；<br>5、勤检查 DCS 的 I/O 组件，加强维护管理；<br>6、定期核对工艺流程中各相关参数的合理性，减少误判断和人为误操作。 |
| 测温装置指示错误 | 1、测温装置电源回路失电或故障；<br>2、温度测量一次检测元件及其接线回路损坏，或断线/短路，导致测量装置指向最大值，或测量装置指示不正确、表针不动；<br>3、DCS 的 I/O 组件输入点故障，示值异常。                                                                                       | 导致对机组运行工况判断、造成误操作 | II  | 1、加强温度测量装置电源回路的维护管理；<br>2、勤维护检查温度测量一次检测元件及其接线回路；<br>3、勤检查 DCS 的 I/O 组件，加强维护管理；<br>4、定期核对工艺流程中各相关参数的合理性，减少误判断和人为误操作。                                              |
| 电源系统失电   | 1、电源电缆及其元部件受机械外伤断线。<br>2、电源电缆绝缘老化短路或接地。<br>3、电源回路过负荷熔断器熔断或熔断器容量选配不当，越级跳闸。<br>4、电源回路短路，电源开关跳闸。                                                                                                   | 导致热工系统瘫痪，危及机组安全运行 | III | 1、定期测试电源电缆绝缘电阻，更换不合格电缆；<br>2、严格检查大/小修后熔断器容量的配置，避免发生越级跳闸故障；<br>3、主控 DCS 机柜、热工保护柜、就地闸阀动力配电箱的电源，必须采用互为热备用的双路独立供电方式；<br>4、主控紧急跳闸硬操按钮与 DCS 系统电源要独立。                   |
| 通信网络回路故障 | 1、通讯回路受机械外伤断线，或机组运行中的实际通讯量超过预定规定值，或通讯接口组件损坏。                                                                                                                                                    | 可能造成人员伤亡或设备重大损坏   | II  | 1、加强各通讯环路和现场总线(同轴电缆或光纤/接插件/接口组件)维护管理工作；<br>2、重要热控系统的通讯环路和现场总线必须采取互为热备用的双路配置方式；<br>3、设计、设备选型及制造阶段，需关                                                              |

| 潜在事故 | 原因 | 后果 | 等级 | 预防措施                                                                                                                                  |
|------|----|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |    | 坏  |    | 注各控制器和现场总线的负荷分配是否均衡。DCS 系统控制器存储容量、通讯速率, 是否满足机组安全、稳发地运行需要;<br>4、机组的热控 DCS 系统通讯网络, 已不是单纯的一台机组的局部区域网络, 已成为多区域网络联网的全厂性(甚至全区域电力网络性)广义通讯网络。 |

从表 5-31 中可以看出自动化系统中电源系统失电的危险等级为 III 级, 自动调节装置失常、分散控制系统错误、保护装置拒动或误动、测压装置指示错误、测温装置指示错误、通信网络回路故障的危险等级为 II 级。

### 5.3.3.给排水系统安全评价

本项目联合生产装置给排水及消防管道依托现有管网, 共划分为: 生产消防给水管道系统、生活给水管道系统、循环冷却水管道系统、雨水及清净废水管道系统、事故水收集系统、综合污水管道系统、生产污水管道系统、生活污水管道系统等几个系统, 本报告用预先危险性评价方法对给排水系统进行分析评价。

表 5-25 给排水系统预先危险性分析

| 潜在事故  | 危险源位置      | 原因                                                                               | 后果          | 危险等级     | 安全技术对策措施                                                                                   |
|-------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中毒与窒息 | 蒸馏釜、废气处理系统 | 1、安全阀失灵造成泄漏。<br>2、操作失误, 造成泄漏。<br>3、容器腐蚀严重, 造成泄漏。<br>4、操作人员安全意识淡薄, 酸、碱泄露时未采取防护措施。 | 中毒、死亡       | II ~ III | 1、加强设备维护和巡回检查, 严防跑冒滴漏。<br>2、正确按照操作规程操作。<br>3、加强安全培训和教育, 提高安全意识。<br>4、加强事故应急预案演练, 提高应急处置能力。 |
| 火灾爆炸  | 蒸馏釜、废气处理系统 | 1、安全阀失灵造成泄漏。<br>2、操作失误, 造成泄漏。<br>3、容器腐蚀严重, 造成泄漏。4、氨气                             | 人员伤亡, 设备受损。 | II ~ III | 1、装置、建筑物之间要有足够的防火距离。<br>2、配备充足的灭火器材。<br>3、安装可燃气体报警器、火灾报警系统。<br>4、装置可靠的防雷、防静电接地。            |

| 潜在事故  | 危险源位置          | 原因                                                           | 后果           | 危险等级   | 安全技术对策措施                                                                                                            |
|-------|----------------|--------------------------------------------------------------|--------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                | 浓度达到爆炸极限。<br>5、违章动火。                                         |              |        | 5、选用合适的防爆电器。<br>6、厂区内严禁烟火，严格实行动火证制度。                                                                                |
| 机械伤害  | 运转的机泵、搅拌机、鼓风机等 | 1、操作人员无适当的个体防护用品。<br>2、设备的转动部件没有安装防护罩。<br>3、违章作业。            | 人员伤亡         | II~III | 1、设备的转动部件要设有防护罩。<br>2、设置警示标志。<br>3、操作人员要穿戴好防护用品，并按照操作规程作业。<br>4、机械设备要定期检查，保持完好状态。                                   |
| 噪声与振动 | 反应釜、鼓风机、机泵等    | 1、设备的噪声较大，无有效的减振降噪措施。<br>2、无个体防护措施。<br>3、作业人员长时间处于噪声较大的场所工作。 | 损伤听力，引发综合疾病。 | II     | 1、选用低噪声的设备，对产生较大噪声的设备设置减振装置。<br>2、有良好的减振和隔声措施。<br>3、操作、检修人员要配备合适的护耳器，并尽量减少在高噪声处的工作时间。                               |
| 触电、雷击 | 带电设备、电线电缆      | 1、设备、电缆漏电。<br>2、保护接地、保护接零装置有缺陷。<br>3、安全距离不够。<br>4、无有效的防雷措施。  | 电击、电伤        | II~III | 1、设置过电压保护、漏电保护开关。<br>2、电器设备裸露带电部分与人行道、栏杆等有足够的安全距离。<br>3、电气设备按有关规范要求接地、接零。<br>4、可采用避雷针或避雷线对直击雷进行防，对架空线侵入的雷用电避雷器进行保护。 |
| 淹溺危害  | 污水站、事故池        | 操作人员作业和巡检以及分析工取样时，由于护栏脱落，地面打滑和不小心失足落入污水中。                    | 溺水死亡         | III    | 1、加固护栏，确保牢固。<br>2、设立安全警示标识。<br>3、地面做防滑处理。                                                                           |
| 机械伤害  | 鼓风机、机泵         | 未按操作规程正确使用和防护，安装不符合要求。                                       | 人员伤亡         | II~III | 1、加强设备使用和维护知识的学习。<br>2、按操作规程操作，采取防护措施。                                                                              |
| 车辆伤害  | 厂内机动车（货车）      | 1、车辆安全装置失效。<br>2、驾驶员无证驾驶或酒后驾车。<br>3、驾驶员和行人不遵守交通规则。           | 人员伤亡         | III    | 1、加强交通安全法规和道路交通安全知识宣传。<br>2、驾驶员持证上岗。<br>3、车辆定期维护保养。<br>4、厂区道路按规定设置道路标识。                                             |
| 高处坠落  | 高处操作平台或维修平台    | 1、操作或检修过程中未采用正确的个体防护措施。<br>2、个体防护设施失效。                       | 人员伤亡         | III    | 1、高处作业场所的孔洞要封堵或加盖，临边设置合格的护栏。<br>2、钢梯要符合要求。<br>3、设置警示标志。<br>4、严格按操作规程作业，正确使用安全带。                                     |

从表 5-32 分析可见在给排水系统中毒与窒息、火灾爆炸、淹溺危害、高温灼烫、触电、雷击、机械伤害、高处坠落和车辆伤害的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级，属于危险的，可能造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取相应的防护措施以控制事故发生。噪声与振动的危险等级为Ⅱ级，属于临界的危险程度，应予以排除或采取控制措施。

#### 5.3.4.厂内运输系统子单元

本项目原料采用公路运输，产品均采用公路运输，厂内运输车辆有罐车、货运车、电动平车或叉车。本单元采用预先危险性分析法对厂内运输系统的车辆伤害、火灾、触电危害和机械伤害进行分析，详见表 5-26。

表 5-26 车辆伤害预先危险性分析

| 危险有害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 事故类型 | 事故后果     | 危险等级 | 安全措施                                                            |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|-----------------------------------------------------------------|
| 车辆伤害   | 1、违章上岗（如酒后驾车、疲劳驾车、无证驾车等）；<br>2、违章行驶（如超速行驶、争道抢行、强行超车、野蛮装卸、不按道行驶、不主动避让行人和车辆、带人行驶等）；<br>3、起步前不认真了望，运行中思想分散，有急于完成任务或图省事的不良心理活动；<br>4、不认真保养、检查叉车，安全装置（转向、制动、喇叭、照明等）不齐全有效、燃油滴漏、轮胎过度磨损，叉车带病运行；<br>5、经过视线不良、视距较路听的区域（如通道狭窄、拐弯岔路、路旁障碍物等）时驾驶员盲目自信，不按章减速，无处理紧急情况的思想准备；<br>6、下坡时，路滑处（雨天、路面沾水沾油、光滑地面、钢板上等）不减速，急打方向或紧急制动，引起侧滑甚至翻车；<br>7、电线（包括充电用的电线）的老化破皮、固定不牢、搭铁、接触不良及人离开叉车时未切 | 车辆伤害 | 人员伤亡财产损失 | Ⅱ    | 1、严格按照内燃叉车和电瓶叉车的安全操作规程进行操作；操作人员必须持证上岗；<br>2、定期对车辆进行检查，发现问题及时维修。 |

| 危险有害因素 | 触发事件                                                                                                                                                                                                            | 事故类型 | 事故后果         | 危险等级 | 安全措施                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 断电源总开关。                                                                                                                                                                                                         |      |              |      |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 火灾、爆炸  | 1、叉车上的可燃物在空气中遇到火源（如电焊、气割、吸烟、电线老化搭铁及线路接触不良产生的电火花等）而引起燃烧；<br>2、叉车充电器漏电，保护失灵短路，引发火灾或烧坏充电设施；<br>3、车辆加注燃油处和叉车充电处使用明火；<br>4、叉车充电处无消防器材；充电器积尘过多、有杂物引发火灾或造成设备短路；<br>5、电瓶充电时，未将蓄电池盖板打开，造成氢气浓度超标；<br>6、电瓶充电时产生氢气，在电瓶附近抽烟。 | 火灾   | 人员伤亡<br>财产损失 | II   | 1、加注燃油时须将发动机熄火，并禁止烟火；<br>2、检修叉车时不准用火柴、打火机等明火照明；<br>3、对叉车进行电焊、气割作业时，应视具体情况拆下或保护好燃油等，并将焊接处及旁边的油污清除干净，旁边应备有必要的灭火器<br>4、不得任意加大保险丝的规格或用其它金属丝代替保险丝；<br>5、不得用短路的方法进行划火试线或检验蓄电池的电压；<br>6、及时排除燃油滴漏、电线（包括充电用的电线）的老化破皮以及电线固定不牢受到挤压、摩擦等问题。<br>7、叉车充电区域严禁使用明火。 |
| 触电伤害   | 1、电瓶叉车充电过程中接口松动，电线老化，人员随意靠近等；<br>2、维修叉车时，违章乱接临时电源；<br>3、手带水充电时，容易产生触电；                                                                                                                                          | 触电伤害 | 人员伤亡<br>财产损失 | II   | 1、电瓶叉车应设置专用充电场所，并用护栏隔离，严禁非工作人员随意靠近和触碰；<br>2、定期检查叉车电源和充电设施是否合格，保证其安全运行；<br>3、严格按照操作规程进行充电操作。                                                                                                                                                       |
| 机械伤害   | 叉车检查维修过程中操作不当。                                                                                                                                                                                                  | 机械伤害 | 人员伤亡<br>财产损失 | II   | 1、检查维修时叉车必须停放平稳，并关闭动力设施；<br>2、严格按照叉车检查维修操作规程进行操作。                                                                                                                                                                                                 |

利用预先危险性分析法对厂内运输单元分析得出，该单元的危险程度不大，均可以通过安全技术措施的采取得到较好的控制。

### 5.3.5.消防设施

本项目的消防设施主要有：本工程各建筑物耐火等级均不低于二

级，建筑物火灾危险性类别主要为甲类和丙类，配备有消防灭火系统、火灾报警系统和装置消防设施设置。在对有火灾爆炸危险的场所设置严禁烟火的标志；建筑物设有环形消防通道；配电室设有事故排风；在相关场所配备了室内、室外消防栓，灭火器等消防措施。详细介绍见 2.8.7 节。本单元采用预先危险性分析对消防设施进行评价，具体见表 5-27。

表 5-27 消防设施预先危险性分析表

| 主要危险源或设备设施 | 事故故障类型       | 触发条件                                                                                         | 事故后果      | 危险等级 | 防范措施                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 灭火器        | 爆炸           | 1、灭火器锈蚀，底部已开裂；灭火器受潮；<br>2、泡沫、干粉、二氧化碳等灭火器内部都有一定的压力，在非正常情况下，发生物理爆炸所致；<br>3、使用不当，误操作；<br>4、管理不善 | 人身伤亡      | II   | 1、灭火器应放置在通风、干燥、阴凉并取用方便的地方，应避免高温、潮湿和有腐蚀严重的场所，以免灭火器在使用期内腐蚀严重，在检查或使用时有发生外；定期对灭火器进行维修保养。平时检查维护必须由经过培训的专人负责，灭火器修理、再充装应送有许可证的专业维修单位进行；<br>2、各类灭火器在每次充装前或使用满一定期限后必须进行水压试验；<br>3、在使用灭火器的过程中，灭火器要与身体保持一定距离并平行，盖和底部两端不得对着人体头部；<br>4、单位和个人报废灭火器要经过专业维修人员的处理后方可进行                       |
| 火灾报警系统     | 火灾报警系统瘫痪或误动作 | 1、产品硬件不合格或安装质量不合格；<br>2、连锁转换装置出现故障；<br>3、UPS电源出现故障；<br>4、管理不善                                | 财产损失、事故扩大 | II   | 1、火灾自动报警系统的设备，应采用经国家产品质量监督检测单位检验合格的产品；<br>2、①火灾自动报警系统应设专用接地线，并应从消防控制室设置专用接地板引至接地体；②火灾报警装置每个防火分区至少应设一个火灾警报装置；③请公安消防部门定期对消防设施进行检验，确保消防系统的安全可靠性；<br>3、①火灾自动报警系统的主电源应采用消防电源，直流备用电源宜采用火灾报警控制器的专用蓄电池或集中设置的蓄电池；②火灾自动报警系统中的CRT显示器、消防通讯设备等的电源，应由UPS装置供电；③火灾自动报警系统主电源的保护开关不应采用漏电保护开关； |

| 主要危险源或设备设施   | 事故故障类型          | 触发条件                                                  | 事故后果      | 危险等级 | 防范措施                                                                                                                                                        |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                 |                                                       |           |      | 4、加强管理，定期巡检。                                                                                                                                                |
| 消防水泵、喷头<br>等 | 泵不上水、流量小、扬程低或堵塞 | 1、机械故障；<br>2、连锁转换装置出现故障；<br>3、电源出现故障；<br>4、管理不善、漏水或堵塞 | 财产损失、事故扩大 | II   | 1、消防设备，应采用经国家产品质量监督检测单位检验合格的产品；<br>2、①消防泵应有备用泵；②易损件应有配件，设备加强日常维护；③请公安消防部门定期对消防设施进行检验，确保消防系统的安全可靠性；<br>3、①水泵电源应采用消防电源；②电源应能自动切换；③机械部件保持润滑正常；<br>4、加强管理，定期巡检。 |

### 5.3.6.三废处理预先危险性分析

根据前面章节中的危险、有害因素分析可看出，本项目三废处理存在的主要危险有害因素为：中毒、化学品灼烫伤、噪声与振动、触电、高处坠落、机械伤害等，工艺装置预先危险性分析表见表 5-28。

表 5-28 三废处理系统预先危险性分析表

| 潜在事故 | 危险源位置           | 触发条件 1                                                                                              | 触发条件 2                                            | 事故后果      | 危险等级     | 安全技术措施                                                                                                                                                            |
|------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中毒   | 盛装有毒介质的储罐、设备或管道 | 1、装卸、输送、盛装、产生上述有毒有害危险品的容器、管道或设备泄漏；<br>2、槽车卸料时发生泄漏事故<br>3、检修中毒<br>①检修设备转换不完全<br>②检修中从其他设备中逸出有毒危险物至现场 | 1、未戴面具等防护用品；<br>2、防护用品；<br>3、在现场停留时间过长；<br>4、违规操作 | 中毒、甚至死亡   | II ~ III | 1、生产设备要采用合格产品，并保证安全质量，经试压合格后才能投入使用；<br>2、设备、管路、泵阀等要按操作规程定期进行检修；<br>3、检修设备时，首先认真清洗设备，并对残留的毒物进行检测，然后才能进行作业；<br>4、特殊情况下，要穿适当的防护用具；<br>5、设立应急救援点，配备必要的淋浴和洗眼设施，备有必要的药品 |
| 机械伤害 | 运转的泵、排风机        | 1、人员附近有运动的部件；<br>2、人员在无防护时和运动的部件接触                                                                  | 1、操作人员无适当的个体防护，工作时不小心；<br>2、设备的转动部件没有安装防护罩；       | 职工身体伤害、死亡 | II ~ III | 1、设备的转动部件要设有防护罩；<br>2、往复式（传动式）运动部件要设有防护栏；<br>3、设置警示标志；<br>4、操作人员要穿戴好防护用品，并按照操作规                                                                                   |

| 潜在事故  | 危险源位置                | 触发条件 1                                                     | 触发条件 2                                                                | 事故后果                      | 危险等级     | 安全技术措施                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                      |                                                            | 3、违章作业                                                                |                           |          | 程作业；<br>5、机械设备要定期检查，保持完好状态                                                                                                                                   |
| 高处坠落  | 高处的操作平台或维修平台，如管道检修作业 | 1、操作时从高处坠落；<br>2、检修时从高处坠落                                  | 1、操作或检修过程中未采用完善的防护措施；<br>2、个体防护设施失效                                   | 职工身体伤害、伤亡                 | II ~ III | 1、高处的作业场所所有孔洞要封堵或加盖，临边设置合格的护栏；2、钢梯要符合要求；3、设置警示标志；4、严格按作业规程作业                                                                                                 |
| 噪声与振动 | 机泵、管道内介质的流动噪声与振动     | 1、设备管道的噪声较大，无有效的减振措施；<br>2、个体防护措施效果不好                      | 1、作业人员处于噪声较大的场所；<br>2、长时间工作                                           | 1、听力损失；<br>2、生理和心理造成一定的影响 | II       | 1、应选低噪声的设备，对产生较大噪声的设备设置减振装置；<br>2、操作时要有良好的减振和隔声措施；<br>3、操作、检修人员要配备合适的护耳器，并尽量减少在高噪声出的工作时间                                                                     |
| 触电、雷击 | 带电设备、电线电缆            | 1、设备、电缆漏电；<br>2、保护接地、保护接零装置有缺陷；<br>3、安全距离不够；<br>4、无有效的防雷措施 | 1、人体触及带电体或与高压带电体距离过小；<br>2、电器设备漏电、绝缘损坏、接地(零)电阻过大等；<br>3、雷击(包括直接雷、感应雷) | 电击、电伤                     | II ~ III | 1、设置过电压保护、漏电保护开关；<br>2、电器设备裸露带电部分与人行道、栏杆等有足够的安全距离；<br>3、标称电压超过交流 25V 容易被触及的裸露电器必须设置遮盖物或外罩；<br>4、电气设备按有关规范要求接地、接零；<br>5、可采用避雷针或避雷线对直击雷进行防护，对架空线侵入的雷用电避雷器进行保护； |

从以上分析可见本项目三废处理系统中中毒、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害的危险等级为 II ~ III 级，属于危险的，可能造成人员伤亡和系统损坏的等级，要立即采取相应的防护措施以控制事故发生；噪声与振动、化学灼伤危险等级为 II 级，属于危险的。

## 5.4 施工期评价

### 5.4.1 施工期预先危险性分析

本项目施工期情况复杂，起吊作业较多，容易发生事故，因此针

对施工期用预先危险性分析方法进行评价。

表 5-29 施工期间预先危险性分析

| 危险有害因素 | 原因                                                                                                                  | 事故后果                       | 危险等级     | 对策措施                                                                                                                                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 高处坠落   | 1、维护、检修、操作起重机械时不慎，人员从高处坠落<br>2、人员站在高处施工时掉落                                                                          | 人员伤害，停工，造成经济损失             | II ~ III | 1、在安装锅炉等设备等高处作业时要集中注意力，不能开小差；<br>2、按安全操作规程进行高处作业。<br>3、尽量设防护栏杆或安全保护带；<br>4、佩带安全帽、安全带或使用移动平台作业；<br>5、有恐高症的不要安排高处作业。<br>6、作业下方必须有人看守并挂有警示牌。                                    |
| 车辆运输伤害 | 1、车辆有故障，如刹车、阻火器不灵，无效等；<br>2、地形起伏较大，急转弯等危险部位未设置安全标识或缺少标识；<br>3、车速太快或超载驾驶室；<br>4、设备大件运输的司机没有资质和经验；<br>5、驾驶员违章行驶，酒后驾车等 | 人员伤害，停工，造成经济损失             | II ~ III | 1、工程开工前做好准备工作，对施工道路进行专项设计，确认道路符合相关规范的要求。增设交通标志。<br>2、特种设备应交由有资质有经验的企业进行运输。<br>3、进场前对车辆进行检查，确保车辆处于完好状态；<br>4、在存在行车危险的部位设立安全标识，保持路面状态良好；<br>5、对驾驶员进行教育和管理，不允许违章行驶。             |
| 起重伤害   | 1、起重设备操作系统失灵<br>2、违章作业<br>3、超载、出轨、倾翻<br>4、钢丝绳被拉断<br>5、滑轮损坏                                                          | 1、起重伤害<br>2、重物坠落<br>3、重物脱钩 | III      | 1、建立健全作业指导书；<br>2、定期进行安全检查、安全检测；<br>3、加强作业人员作业技能与安全生产技能培训；<br>4、及时对起重设备维修维护，保证起重机械工作时完好，每次使用前对吊索吊具进行安全检查，发现磨损及时更换。<br>5、制定并执行《大型机械设备防风安全管理规定》；<br>6、制定大型起重机械事故应急救援预案，定期组织演练。 |
| 机械伤害   | 1、操作人员不按安全操作规程进行操作，监护不力，导致伤手伤脚；<br>2、操作时注意力不集中受到机械伤害；                                                               | 人员伤害                       | III      | 1、配带个体防护用品；<br>2、更换机械设备配件时集中注意力，并有人监护，同时应关闭电源；<br>3、按操作规程进行操作                                                                                                                |
| 触电     | 1、工作时带电体绝缘不良<br>2、设备损坏没有及时修理<br>3、没有按操作规程进行操作<br>4、移动电动工具没有安                                                        | 人员伤害                       | II ~ III | 1、按操作规程进行操作。<br>2、及时修理损坏设备，不能让设备外壳带电工作。<br>3、电缆线等带电体一旦发现漏电要及时修补，更换，电工、焊工操作时要穿绝缘底的鞋子。<br>4、移动设备必须安装漏电保护器。                                                                     |

| 危险有害因素                  | 原因                                                                                                                                                                                                     | 事故后果                              | 危险等级 | 对策措施                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 装漏电保护器                                                                                                                                                                                                 |                                   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 粉尘<br>噪声                | 1、施工期扬尘过多；<br>2、焊接切割过程中有粉尘噪声                                                                                                                                                                           | 人员伤害                              | II   | 1、焊接时工作配戴个体防护用品。<br>2、车辆扬尘过大时，喷水淋湿地面。                                                                                                                                                                                                                           |
| 可燃、<br>易燃物<br>燃烧、<br>爆炸 | 1、焊接用乙炔发生燃爆；<br>2、油品仓库内通风设施不良，有油气积聚；<br>3、有火花产生，其原因有：<br>①有人穿带钉皮鞋进入码头；<br>②用钢制工具敲打设备、管道产生撞击火花；<br>③电器火花；<br>④电气线路陈旧老化或受到损坏产生短跑火花；<br>⑤静电放电；<br>⑥雷击（直接雷击、雷电二次作用，沿着电气线路、金属管道侵入）；<br>⑦油气积聚区内有人打手机。<br>⑧明火 | 财产损失，<br>人员伤亡，<br>停工，<br>造成严重经济损失 | III  | 1、采取防止成品油泄漏的措施；<br>2、油品库房内必须安装防爆型机械通风装置；<br>3、控制与消除火源，主要措施有：<br>①严禁吸烟、携带火种、穿带钉皮鞋等进入易燃易爆区；<br>②动火必须严格按动火手续办理动火证，并采取有效防范措施；<br>③仓库内使用防爆型电器及灯具；<br>④在油品仓库内使用不起火花的工具，严禁钢制工具敲打、撞击、抛掷；<br>⑤按规定要求采取防静电措施，安装避雷装置；<br>⑥加强管理，严禁机动车辆进入火灾、爆炸危险区，在危险区内设置警示标志；<br>⑦仓库内不允许打手机。 |

通过表5-29预先危险性分析可知：

本项目存在着高处坠落、车辆运输伤害、起重伤害、机械伤害、触电、粉尘噪音危害、可燃物火灾爆炸等危险有害因素。

其中：高处坠落、车辆运输伤害、起重伤害、机械伤害、触电、粉尘噪音危害、可燃物火灾爆炸等危险等级为II～III或III级，会造成人员伤亡和系统损坏，要采取严格防范措施。

粉尘、噪声危害的危险等级为II级，属于临界的、处于事故边缘状态的危险等级，应予以排除或采取相应措施。

#### 5.4.2.施工期间重大危险源

根据《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（住建部建质（2009）87号）、湖南省建设厅关于印发《湖南省建设工程项目施工安全重大危险源识别和控制管理暂行办法》的通知（湘建建〔2006〕

354号)、《湖南省建筑工程施工安全重大危险源安全管理实施细则》(湘建建(2009)303号)文件规定,符合下列条件的应当确定为工程项目施工安全重大危险源:

1) 基坑(槽)开挖与支护、降水工程

开挖深度超过2.5m(含2.5m)的基坑、1.5m(含1.5m)的基槽(沟);或基坑开挖深度未超过2.5m、基槽开挖深度未超过1.5m,但因地质水文条件或周边环境复杂,需要对基坑(槽)进行支护和降水的基坑(槽);采用爆破方式开挖的基坑(槽)。

2) 人工挖孔桩;沉井、沉箱;地下暗挖工程

3) 模板工程

各类工具式模板工程,包括滑模、爬模、大模板等;水平混凝土构件模板支撑系统及特殊结构模板工程。

4) 起重机械、吊装工程

物料提升设备(包括各类扒杆、卷扬机、井架等)、塔吊、施工电梯、架桥机等建筑施工起重设备的安装、检测、顶升、拆卸工程;各类吊装工程。

5) 脚手架工程

落地式钢管脚手架;木脚手架;附着式升降脚手架,包括整体提升与分片式提升;悬挑式脚手架;门型脚手架;挂脚手架;吊篮脚手架;卸料平台。

6) 拆除工程

7) 施工现场临时用电工程

8) 其他危险性较大的专项工程:建筑幕墙(含石材)的安装工程;预应力结构张拉工程;隧道工程,围堰工程,架桥工程;电梯、

物料提升等特种设备安装；网架、索膜及跨度超过5m的结构安装；2.5m（含2.5m）以上边坡的开挖、支护；较为复杂的线路、管道工程；采用新技术、新工艺、新材料对施工安全有影响的工程。

施工单位应对工程项目施工安全重大危险源进行辨识，构成重大危险源的应当编制详细的名录，经企业审查和工程监理单位确认后，与工程项目开工安全生产条件审查资料一并报送建设行政主管部门或其委托的建设工程安全生产监督机构。

施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前编制专项方案；对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织专家对专项方案进行论证。

## 5.5 事故案例分析

### 5.5.1 典型事故案例分析

#### [案例 1] 一起甲醇着火事故的分析与防范

2002 年 5 月下旬，某化工企业停车大检修过程中，在易燃品罐区发生一起甲醇着火事故，对其它危险化学品的安全储存构成极大威胁，所幸扑救及时，才未酿成大祸。

##### 1) 事故发生前的工艺情况

甲醇为无色、易燃、极易挥发的液体，闪点只有 11℃，主要用于合成氨系统 16 工段的甲醇洗涤。企业建成之初，在易燃品罐区建有 1 个容积为 300m<sup>3</sup> 的甲醇储罐，后来根据生产需要，在距离此罐 15m 处新建 1 个容积为 200m<sup>3</sup> 的甲醇储罐。新罐建成后需要对工艺管线进行碰头焊接，使得 1 个储罐能通过管道连为一体。设备分布如图所示。

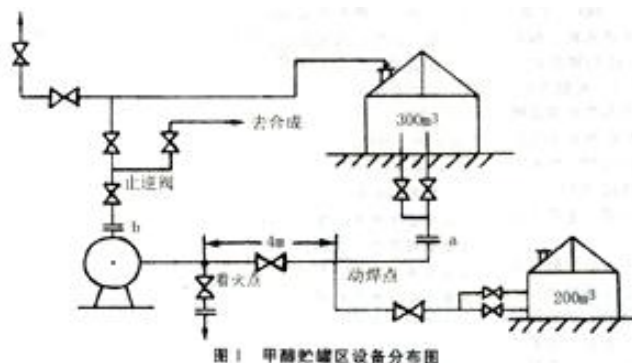


图1 甲醇贮罐区设备分布图

## 2) 事故经过

### (1) 检修安排

200m<sup>3</sup>新甲醇储罐出口管线与300m<sup>3</sup>旧甲醇储罐出口管线的碰头作业，需用电焊进行焊接，并安排在这次停车大检修中。

### (2) 工作前的准备

200m<sup>3</sup>储罐建成还未投用，为一空罐。300m<sup>3</sup>储罐内存有近150t甲醇，检修前已将出口阀门关闭，并加装了盲板。甲醇输出泵的出口阀关闭，从储罐出口到泵进口之间的管道内物料放净，并用大量水长时间冲洗。在管道低点排污口取样分析合格，并办理了动火安全作业证。

### (3) 事故发生过程

事故发生前，整套生产装置全部停车，焊接作业进行1h左右，12时停下休息。14时30分继续作业，但焊接不到10min，即在泵入口管线低点排污口及地面发生大火，并伴有“噼啪”爆鸣声。所幸扑救及时，未造成大的损失。

## 3) 事故原因分析

### (1) 可燃液体的来源

后经现场勘察、分析，确定燃烧介质为甲醇，而且甲醇来自动焊点左侧。从图1中可以看到，甲醇输出泵的出口有一段垂直管道，其

上部为数百米长的平管，一直通往合成氨系统。停泵后，管道内必然留有一定量的甲醇液体，虽然两道阀门均已关闭，但未加装盲板，没有进行有效隔绝，仍无法保证甲醇液体不渗入动火管线。动焊点左侧的低点排污阀，在动焊前冲洗管道时已被拆除，渗入管道的甲醇积聚于此，并流淌至地面，其周围弥漫甲醇蒸气，遇明火即被引燃。幸亏扑救及时，若火焰快速沿管道引起爆燃，后果将不堪设想。

## （2）火源的判定

易燃品罐区当天除此有动火作业外，无任何其它动火作业。系统停车，溶液不流动，不可能产生静电；管道上无检修作业，无碰撞和敲击产生火花的可能；当天为艳阳天，排除雷击的可能。经调查，检修工在焊接作业时未进行有效遮挡，焊花四溅，可以断定火源来自动焊点。

## 3）防范措施

（1）动火作业前虽然进行了动火分析，分析结果也合格，但与系统隔绝这项工作却做得不彻底，a处加了盲板（见图1），b处却未加。今后要严格执行动火安全禁令，坚持“信盲板，不信阀门”，“信科学处理，不信主观推断”的原则，检修中不采取有效安全措施，绝不能贸然行事。

（2）有关安全规程明确规定，动火作业中断时间超过30min时，必须重新取样分析。而该动火作业中断时间长达2.5h，却没有重新取样分析，仅凭主观经验贸然行事。今后对易燃品罐区的动火作业要给予高度重视，安排有经验、懂技术、熟悉工艺、原则性强的专业人员现场监护，严格执行动火作业安全规定。

（3）易燃品罐区动火前要事先由专业技术人员绘制出与系统和

设备隔绝的盲板位置图，并制定周密的置换处理动火方案，经相关人员确认，审批后执行。

(4) 加强技术学习，尽快掌握改造后的工艺生产特点，提高判断、处理各类事故的能力，杜绝类似事故的发生。

(5) 做好安全工作的关键是提高相关人员的安全防范意识，提高应对突发事件的处理能力。要做到这“两个提高”，就要在平时的工作中，加强业务培训和学习，有针对性地从别人已经发生过的事故中举一反三，真正吸取教训。在具体工作中，若在每个环节都做到认真确认，认真对待，即使出现点意外，由于有了充分的思想准备，也能把大事化小，小事化了，把危险或损失减少到最低程度。

### **[案例 2]触电事故案例**

#### **1) 事故概况及经过**

1979 年 7 月 22 日上午 6 时，徐某同刘某在去接班的路上，遇下晚班的电工黄某、齐某，得知二车间发酵楼 303 搅拌罐控制失灵，需要检修。于是，徐、刘、黄、齐四人一同上楼检查，但未找到故障点。此时夜班锅炉电工刘某某正好路过，四人让刘某某帮忙。经刘某某检查，初步判定是中间继电器损坏，需要调换，查明原因后，上晚班的黄某、齐某、刘某某当即下班。徐某、刘某感到自己难以修理，便去找下班休息的班长熊某。7 点 10 分，当徐某、刘某找熊某时，二车间当班操作工刘某来到车间，按正常工作程序对 303 罐进行检修，同时让发酵工郑某卸下 303 罐的保险。郑某卸下保险，放在 303 罐配电盘前的地上，因事离开。7 点 40 分，徐某和刘某找到熊某，三人一齐来到配电盘前，见地上放着一对保险，未引起注意。熊某认为这是开始检修时徐某、刘某摘下的，即按顺序旋好，然后用电笔测试电路。

刘某发现有电，即喊：“有电”。徐某立即说：“有电就好，试吧”。熊某未作出任何表示，徐某以为熊某已同意，立即按下“启动”按钮，搅拌机起动旋转，将在消毒的刘某打成重伤，经抢救无效死亡。

## 2) 事故原因分析

忽视安全，违章操作。徐某身为电工，却不顾安全，违反“在设备维修改进后，须向运行人员交底并与运行人员共同启动试运”的规定，擅自按下启动按钮，导致刘某重伤死亡，是事故发生决定性原因。

### 5.5.2.案例分析结论

通过对上述典型事故案例的分析，可以归纳总结一些有规律的东西，供建设单位借鉴，以防止同类事故的发生。

事故之所以发生，是因为在生产过程中，客观上存在不安全因素，此外还有众多的社会因素和环境条件。

事故的直接原因是人的不安全行为和物的不安全状态。然而，人的失误和物的故障的这一直接原因往往是管理上的缺陷，后者虽然是间接原因，但它却是背景因素，而又常是事故的本质因素。人的不安全行为可以促成物的不安全状态，物的不安全状态也是客观上造成人的不安全行为的环境条件。

客观上一旦出现隐患，主观上人又有不安全行为，就会直接导致伤亡事故，甚至火灾、爆炸等恶性事故的发生。因此，实现安全生产必须抓好人、机、物、管理和环境五个方面，他们之间的相互作用，见图 5-22，人、物、环境、管理——事故的相互作用。

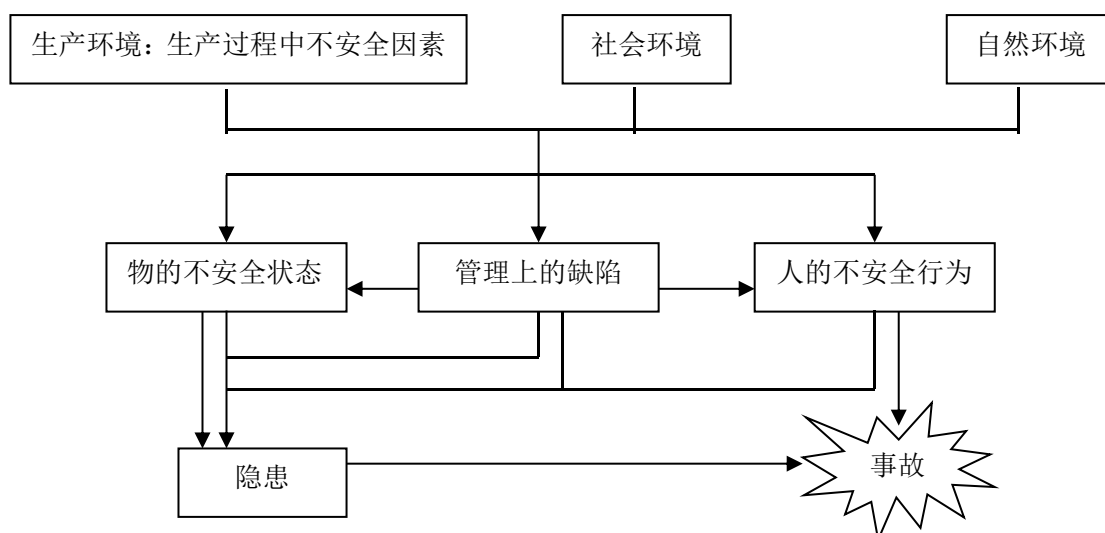


图 5-14 人、物、环境、管理-事故的相互作用

杜绝人的失误应注意下列几方面：

- 1) 建立安全组织、管理网络；
- 2) 建立健全安全生产责任制和各项安全规章制度；
- 3) 加强对职工培训教育，增强安全意识、安全知识，提高自救互救能力；加强检查考核、防止人为事故的发生；
- 4) 要注意环境影响，如冬寒、暑热、噪声、恶臭、狭窄环境、有毒有害物质等，另需加强人与人之间的信息交流，包括安全信息的交流，如安全标志、安全色、声光信息；
- 5) 劳动组织要合理，不能违章指挥，工作前要进行检查设备、仪器、仪表工具是否完好。

通过事故案例分析可知，建设项目一旦发生火灾、爆炸、窒息、烫伤等事故，将造成严重的人员伤亡、财产损失等。因此，恒联化工本期专项调整项目必须设置完善可靠的安全设施，安全设施必须正常运行；严格执行工艺操作规程，杜绝违章指挥、违章作业、违反劳动纪律；重视安全生产，防止麻痹大意、盲干、蛮干，检维修动火前一定要办理动火作业证，防止造成更大事故；加强厂内各级人员的安全教育，克服松懈，忽视安全的思想；并通过这些案例类比能够举一反三，

切实落实安全生产责任制和具体安全防范措施，更好地做好安全工作。

## 第6章 安全对策措施及建议

### 6.1 在可行性报告中提出拟采取的职业安全卫生技术措施

#### 1) 主要技术、工艺和装置、设备、设施对策措施

(1) 项目的设计、施工必须请有资质的单位进行设计、施工；设备的选型应由设计单位根据工艺参数、腐蚀裕度、物质的危险特性等确定；工艺管线应严格按标准、规范进行配管。其主要技术、工艺要确保先进性；装置、设备、设施要确保安全可靠、可操作。

(2) 建设单位必须依据相关的法律、标准科学制定相应合理的各储罐区的《工艺技术规程》、《工艺操作法》和《安全技术规程》，加强培训，增强职工的熟练操作程度。在制定的操作法中，应包含以下内容：开车、一般停车、紧急停车、停车及短时间内再开车，包括批准手续系统、系统清洗、消除污染的保养维修等程序，维修之后的装置再开车，可能预见的异常失误状况，变更装置设备或配管管理顺序，变更后需要对危险性研究重新探讨等。

(3) 生产装置、设备应具有承受超压性能和完善的生产工艺控制手段，设置可靠的温度、压力、液面等工艺参数的控制仪表和控制系统，并设置必要的超温、超压的报警、泄压、抑制爆炸和紧急安全排放装置，以提高系统安全的可靠性。

(4) 重要的阀、泵要有旁通，设计布局要有利于操作、检修。在生产过程中应加强对各类阀门的日常检查和维修保养，保证阀门严密不渗不漏、开关灵活。

(5) 工艺管线的设计应考虑抗震和管线的振动，脆性破裂、温度、压力，失稳、高温蠕变、腐蚀及密封因素，应采取相应的防范措施；设计中所用的管材、管线、管件及阀门必须足够的机械强度及使

用期限，并应考虑防雷、静电安全措施；管线上安装的安全附件应合理可靠；工艺管线上的取样、废液排放等设计必须安全可靠，且应设置有效的安全设施；工艺管线的绝热保温、保冷设计应符合设计规范的要求。

（6）本建设项目工艺控制中应具有报警系统和连锁系统，生产运行操作及工艺安全保障及监测参数应进行严格控制，工艺要求的工艺参数必须连续检测。确保在误操作或非正常状况下，物料始终处于安全控制中。

（7）为保证设备的安全运行和监控，生产装置中所配备的各种压力表、流量计、温度计、液位计、安全阀、可燃气体、报警器等仪表必须齐全。

## 2) 防火、防爆技术措施

（1）生产厂区严禁烟火，禁止带入火种，禁止穿带钉的皮鞋，杜绝跑、冒、滴、漏，动火必须严格按照动火程序办理动火证，并采取有效防范措施，使用不产生火花的工具，严禁钢质工具敲打、撞击、抛掷。

（2）对设备、仪表进行不定期检查、保养和维修，确保设备处于完好状态；加强特种设备的管理，严格按规程操作，每处定期检查，凭使用证使用，设备装置的安全附件要完好、有效并定期检验，如液压计、压力表、泄压装置、报警装置等。

（3）易燃易爆及毒性化学品的设备及管道在设备布置设计和管道布置设计中尽量采用重力出料，尽量减少输送设备及管道连接面。

（4）涉及到易燃、易爆、有毒、高温及腐蚀性物料的生产 and 使用的反应器如：反应釜、蒸馏釜及储存等设备、管道及配件选型、材

质选择应符合防火、防爆、防毒、防腐、适高温等要求。

(5) 对工艺参数控制要求严格的, 应设置必要的超温超压的报警、监视、泄压和防止高低压窜气(液)、紧急安全排放装置。对工艺过程中各种具有燃烧、爆炸危险特性的物质的危险性(爆炸性、着火性、混合危险性等)和高温、腐蚀特点, 在设计时应采取有效措施加以控制。

(6) 生产运转严格实行密闭, 加强设备、管道气密性检查, 减少泄漏发生的可能性, 防止有害气体外溢。

(7) 按规范安装电器线路, 并要不定期检查、保养、维修, 确保电器线路处于完好状态, 各种避雷装置, 必须定期检测。

(8) 加强门卫管理, 进出车辆要带好阻火器, 正确行驶, 避免事故和车祸。

(9) 制定火灾、爆炸事故应急救援预案, 报上级有关部门备案, 并定期组织演练。

### 3) 防电气伤害措施

(1) 厂房内所有生产设备全部采用密闭式和防爆式。

(2) 电气设备全部实行保护接地或接零。

(3) 使用低压行灯应有绝缘手柄和金属防护罩, 在主厂房内均应选用防爆低压行灯。

(4) 采取有效的防静电措施, 各种易燃液体的贮存容器均需接地, 输送管道连成一体并接地。接地电阻不超过 100 欧。

(5) 本项目应设有防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入的措施。主要有: 装设避雷针, 接地装置单设, 接地电阻不超过 4 欧, 对厂房内的金属设备、管道和结构钢筋等给以接地。

(6) 车间内电气设备应有防腐措施。

#### 4) 防烫伤、防冻伤措施

(1) 卸料、过料、投料时，必须严格按操作规程正确操作，做好设备管线的维护保养工作，杜绝各类泄漏。

(2) 正确配备、发放、穿戴劳保用品；加强预防灼烫、冻伤知识的学习，掌握预防措施和急救措施。

(3) 选用技术可靠的设备和管件，对高温设备及管道采取保温防烫措施，严格控制保温层外壁温度低于 60℃。

(4) 对高温设备、管道、阀门等定期检查不出现泄漏。

(5) 对冷机设备定期检查，保证不出现冻裂而泄漏。

#### 5) 防毒技术措施

(1) 对有毒类化学品，必须单独存贮，采取有效的防范管理措施，加强计量，防止泄漏，操作场所应采取行之有效的泄漏处置和急救措施。

(2) 设立防毒监测点，建立定期对操作场所空气中有毒危害物质的检测制度，超标时必须采取有效安全措施。

(3) 加强对职工的安全意识教育，正确操作，接触该类化学品时，必须佩带防毒面具、化学安全防护眼睛和手套等，严禁在生产岗位上抽烟、喝水、吃饭等。

(4) 生产车间应通风，车间设置冲洗水龙头和洗刷等安全防护设施。工作服不得带出厂，车间内应有淋浴设施。女职工在怀孕哺乳期间，不安排从事有毒岗位工作。

(5) 配备中毒急救设施及制定中毒急救方案。紧急情况时，应及时将中毒者送医院急救处置。同时企业应配备必要的急救药品器

材，培训救护人员，使员工及有关人员掌握有毒物质的理化物性及中毒事故的处理方法。

(6) 设置有毒物质警示标志、标识，定期请专业机构对作业环境有毒物浓度进行检测，加强设备的维护保养。

#### 6) 防噪声危害措施

选购设备时要注意噪音；对部分高声功率设备，要购置专用的减振、消噪设备；对于短时需接近噪音设备的，应配戴相应的劳动保护器具；对产生噪声的设备应采取消音隔音措施。

#### 7) 防腐蚀措施

(1) 对腐蚀物品加强管理，严格按工艺指标和操作规程进行操作，杜绝腐蚀性物料的泄漏。

(2) 选用耐腐蚀的设备材料，定期检查、检测建筑物和设备腐蚀情况，对建筑物和设备进行有效的防腐。

(3) 加强对职工的宣传教育，掌握防腐知识。

#### 8) 防机械伤害措施

对可能造成事故的机械传动部位，设置安全护罩，对危险因素设置警示标志，还要加强职工的自我安全保护意识，防止意外事故的发生。

#### 9) 其它安全措施

(1) 操作通道、楼梯拐角，设置照明设施和安全护栏，设置危险警示标志，确保操作人员的安全，各岗位依其不同特点，配备适宜的劳动保护用品的器具。

(2) 各岗位制定严格的操作规程及维修制度，建立有效的检查制度，要求工人必须严格按规定进行操作。

(3) 上岗工人必须经过严格的安全教育，考核合格后方可上岗。

(4) 在车间设置更衣室，穿工作服，戴工作帽，办好浴室，进一步提高职工的卫生条件。

## 6.2 《反应安全风险评估报告》的安全对策措施采纳情况

常德常联化工有限公司 N-甲基苯胺合成工艺烷基化反应风险, 参照湖南安全生产科学研究所有限公司编制的《常德常联化工有限公司 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应反应安全风险评估报告》。根据湖南安全生产科学研究所有限公司编制的《常德常联化工有限公司 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应反应安全风险评估报告》中提出的安全对策措施, 本报告对其落实情况进行检查。

表 6-1 反应风险评估报告中的安全对策措施落实情况

| 序号              | 报告中拟采取的安全对策措施                                                                                                            | 对策措施落实情况                                                                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应 |                                                                                                                          |                                                                                                           |
| 1               | 反应工艺危险度评估等级为 2, 在配置常规自动控制系统, 对主要反应参数进行集中监控及自动调节的基础上, 要设置偏离正常值的报警和联锁控制。                                                   | 生产装置、设备具有承受超压性能和完善的生产工艺控制手段, 设置有可靠的温度、压力、液面等工艺参数的控制仪表和控制系统, 并设置必要的超温、超压的报警、泄压、抑制爆炸和紧急安全排放装置, 以提高系统安全的可靠性。 |
| 2               | 反应工艺温度达到 230℃, 建议定期对设备强度进行检测, 以保证装置安全运行。                                                                                 | 企业对设备、仪表进行不定期检查、保养和维修, 确保设备处于完好状态; 严格按照规程操作, 每处定期检查, 设备装置的安全附件要完好、有效并定期检验, 如液压计、压力表、报警装置等。                |
| 4               | 反应过程涉及使用多种危险化学品(甲醇、苯胺等), 因此在工艺操作和物料储存过程中应对物料的危害性要有充分的认识, 建议建立严格的化学品分类储运和操作规程制度, 加强对现场操作人员的培训和防护, 确保反应、运输、储存等各个工序物料的安全可控。 | 企业依据相关的法律、标准科学制定相应合理的《工艺技术规程》、《工艺操作法》和《安全技术规程》, 要求工人必须严格按照规程进行操作。上岗工人必须经过严格的安全教育, 考核合格后方可上岗。              |
| 5               | 对装置区进行重点监控, 确保安全生产。日常运行时仍应加强对管理人员和作业人员的相关安全培训, 使其掌握本工艺岗位的安全操作技能, 具备安全事故的预防和在紧急情况下的应急处理能力。                                | 公司各岗位制定严格的操作规程及维修制度, 建立有效的检查制度, 要求工人必须严格按照规程进行操作。上岗工人必须经过严格的安全教育, 考核合格后方可上岗。                              |
| 6               | 科学制定工艺规程、操作规程和安全规程, 并严格执行。                                                                                               | 企业依据相关的法律、标准科学制定相应合理的《工艺技术规程》、《工艺操                                                                        |

| 序号 | 报告中拟采取的安全对策措施 | 对策措施落实情况                                                                                                                                                |
|----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |               | 作法》和《安全技术规程》，加强培训，增强职工的熟练操作程度。在制定的操作法中，包含以下内容：开车、一般停车、紧急停车、停车及短时间内再开车，包括批准手续系统、系统清洗、消除污染的保养维修等程序，维修之后的装置再开车，可能预见的异常失误状况，变更装置设备或配管管理顺序，变更后需要对危险性研究重新探讨等。 |

## 6.3 补充的安全对策措施及建议

### 6.3.1. 总图布置和建筑方面安全对策措施

1) 新建的建（构）筑物的耐火等级及间距应符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）、《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）、《石油化工企业防火设计规范（2018年版）》（GB50160-2008）、《工业企业总平面布置规范》（GB50010-2010）、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）的规定。

2) 生产装置其设备、建筑物的防火间距应按相邻设备、建筑物的防火间距确定，其防火间距应符合《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）、《石油化工企业防火设计规范（2018年版）》（GB50160-2008）表 5.2.1 及《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）的规定。

3) 产生强烈振动的生产设施，应避开对防振要求较高的建筑物、构筑物布置，其与有防振要求较高的仪器、设备的防振间距应符合相关规定。（《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.2.4 条）

4) 产生高噪声的生产设施，总图宜符合下列要求：宜相对集中布置在远离人员集中和有安静要求的场所；产生高噪声的车间应与低噪声的车间分开布置；产生声生产设施的周围宜布置对噪声较不敏

感、高大、朝向有利于隔声的建筑物、构筑物 and 堆场等；产生高噪声的生产设施与相邻设施的防噪声间距，应符合国家现行的有关噪声卫生防护距离的规定；厂区内各类地点及厂界处的噪声限制值和总平面布置中的噪声控制，尚应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。（《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 5.2.5 条）

5) 车间内发热设备相对于操作岗位应设计安置在夏季最小风向频率上风侧，车间天窗下方的部位。

### 6.3.2. 工艺和设备、装置方面安全对策措施

1) 工艺设计与安装请有相关资质的单位来承担，其设计应严格按照《建筑设计防火规范》、《石油化工企业设计防火规范》等国家标准、规范的要求进行。

2) 为防止电气火灾发生，必须选用合格的电气产品，绝缘性能优良的阻燃电线和电缆。在易燃易爆场所采用相适应的防爆型电气设备和照明装置；火灾爆炸危险环境场所的电器和仪表设备均应选用隔爆型或本质安全型设备；

3) 输送少量与皮肤接触即可产生严重生理反应或致命危险的介质，其管道和设备垫片周围应设置安全防护罩，防止介质泄漏伤人。

4) 装置内有发生坠落危险的操作岗位时应按规定设计便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏等附属设施。

5) 甲类生产车间和罐区等对于可能散发有可燃有毒有害气体场所，应该按《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》的要求设置报警探测头，使用防爆型的通风系统和设备。该排风管道，严禁穿过防火墙和有爆炸危险的房间隔墙。

6) 储罐等容器和设备应设置压力表、液位计、温度计, 并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置。

7) 在爆炸危险区范围内的转动设备若必须使用皮带传动, 应采用防静电皮带。

8) 为了防止储罐区的储罐夏天气温高的时候, 减少储罐的呼吸损耗, 宜在储罐上方增加喷淋设施, 不断均匀地进行喷淋水冷却。

9) 可燃液体输送设备在应考虑突然停电或操作不正常情况下, 若存在介质倒流造成事故的可能, 有必要的其出口管道上可安装止回阀。

10) 为了防止储罐区的储罐夏天气温高的时候, 减少储罐的呼吸损耗, 宜在储罐上方增加喷淋设施, 不断均匀地进行喷淋水冷却。

11) 易燃易爆工艺装置的放空出口处应设置阻火器。

12) 向具有相应制造许可证的厂家采购质量合格的各类设备; 加强设备的管理与维护, 严格按安全操作规程进行操作, 杜绝跑、冒、滴、漏。

13) 工艺操作尽量采取远距离操作, 产品的包装应采用自动化包装机。

14) 泵的出入口均应设置切断阀; 为防止离心泵未启动是物料倒流, 在其出口处应安装止回阀

15) 工艺装置内生产污水系统的可燃液体分离池, 必须设非燃烧材料的盖板。

16) 本项目烷基化工艺属于危险化工工艺, 应设置 SIS 系统, 监测生产过程中出现的或者潜伏的危险, 发出告警信息或直接执行预定程序, 立即进入操作, 防止事故的发生、降低事故带来的危害及其影

响，建议在下一步设计过程中进行完善。

### 6.3.3.防火、防爆安全对策措施

1) 生产过程中的防火、防爆设计和生产装置内的设备、管道、建筑(构)筑物之间防火距离应符合《石油化工企业防火设计规范(2018年版)》(GB50160-2008)和《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)等规范。

2) 爆炸或火灾危险环境内电气设备和仪表等的电力设计应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014)的要求。

3) 装置内可能泄漏或聚集可燃性气体的地方区域，应设有可燃性气体传感变送器，现场检测信号应送到 DCS 系统进行指示和报警。

4) 易燃易爆工艺装置必须设置超温、超压、流量检测仪表和报警安全连锁装置，在装有自动控制系统的同时设置手动控制系统。在采用 DCS 自动控制系统时加装报警联锁装置、紧急泄压装置、紧急停车系统等安全设施。在 DCS 系统的设计、设备选用、安装施工方面均应保证 DCS 自动控制系统有较强的抗干扰性能。DCS 自动控制系统应采用本质安全型电动仪表。控制仪表及控制回路必须可靠，保证质量符合要求。

5) 重大危险场所、危险设备或设施，应设有危险标志牌或警告标志牌。

### 6.3.4.防中毒、窒息安全对策措施

1) 产生毒物的生产过程和设备，应尽量考虑机械化和自动化，加强密闭，避免直接操作，并结合生产、储存工艺采取通风。

2) 厂房内的设备、管道、容器必须采取有效的密封措施，防止物料跑、冒、滴、漏，杜绝无组织排放。

3) 从事有毒有害作业应按规定穿戴好个人防护用品。

4) 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。操作时人员必须站在上风向；

5) 严加密闭，防止泄漏：（1）提供充分的局部排风和全面通风或采用露天设置；（2）提供安全淋浴和洗眼设备；（3）作业现场应设置有毒气体检测报警仪。配备两套以上重型防护服；（4）穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套，工作场所浓度超标的，操作人员应该佩戴自吸过滤式防毒面具。宜采用隔离式、机械化、自动化操作。避免产生酸雾。

6) 避免与氧化剂、酸类、碱类接触。

7) 生产、储存区域应设置安全警示标志。

8) 经常有人来往的通道，应有自然通风或机械通风，并不得敷设有毒液体或有毒气体的管道。机械通风装置的进风口位置，应设于室外空气比较洁净的地方。

9) 经局部排气装置排出的有害物质必须通过净化设备处理后，才能排入大气，保证进入大气的有害物质浓度不超过国家排放标准规定的限值。

10) 在生产中可能突然逸出大量有害物质或易造成急性中毒或易燃易爆的化学物质的作业场所，必须设计自动报警装置、事故通风设施，其通风换气次数不小于 12 次/h 事故排风装置的排出口，应避免对居民和行人的影响。

11) 局部机械排风系统各类型排气罩罩口风速或控制点风速应足以将发生源产生的尘、毒吸入罩内，确保达到高捕集效率。

12) 厂房内的设备和管道必须采取有效的密封措施，防止物料跑、

冒、滴、漏，杜绝无组织排放。

13) 设备、管道法兰用四氟垫进行密封。

14) 定期更换阀门、反应釜搅拌等易腐蚀设备及管件。如：常开的阀门三个月更换一次，不常开的阀门半年更换。

15) 污水管道需检测合格，污水排放流量要进行在线监测，事故池及时收容事故污水，防止污水流量异常，压力过大，发生污水泄漏和爆管事故。

16) 污水管道和附属构筑物应保证严密性，防止污水外渗和地下水入渗。

17) 污水在线仪表检测和控制内容应根据原水水质、采用的工艺和处理后的水质，并结合当地生产运行管理要求和投资情况确定。

#### 6.3.5.消防安全对策措施

1) 生产厂房中钢结构的梁、柱均应刷防火涂料，使车间钢柱、钢梁的耐火极限和厂房的非承重外墙部分的耐火极限达到《建筑设计防火规范（2018 年版）》GB50016-2014 表 3.2.1 的相关规定要求。

2) 按照《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）要求，生产现场建筑内手提灭火器采用二氧化碳、泡沫灭火器，并严格配备灭火器数量。

3) 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。

4) 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。

5) 一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具。每个设置

点的灭火器数量不宜多于 5 具。

6) 室外消火栓应环状布置，环状管网的输水干管以及向环状管网输水的输水管不应少于两条；环状管网应用阀门分割成若干独立管段，每段内消火栓的数量不超过 5 个；室外消火栓沿道路布置；消火栓距离路边不超过 2m，距房屋外墙不宜小于 5m。室外消火栓的间距不应超过 120m；室外地下式消火栓应有直径为 100mm 和 65mm 的栓口各一个，并有明显的标志。

7) 室内消火栓应设置在明显易于取用的地点，栓口距地面的高度为 1.1m，其出水方向宜向下或者与消火栓的墙面成 90° 角；厂房内消火栓的间距不应超过 50m。同一厂房应采用统一规格的消火栓、水带和水枪。每根水带的长度不应超过 25m。

8) 必须保证消防给水系统完好可靠，消防设计时应应对消防用水量、水压进行核算，确定消防水池的储水量能够满《建筑设计防火规范（2018 年版）》GB50016-2014 的相关规定要求，必要时应增设加压泵。消防水池与循环冷却水共用一个水池，应采取确保消防水量不做他用的技术措施，其设置应符合《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 的要求。

9) 消防用电设备应采用单独的供电回路，并当发生火灾时切断生产、生活用电时，应仍能保证消防用电，其配电设备应有明显标志。

10) 当发生火灾，正常照明电源中断的情况下，应在 5s 内自动切换成应急照明电源，由应急照明灯具照明，标志表面的最低平均照度和照度均匀度应满足要求。

11) 事故照明灯和疏散指示标志，应设玻璃或其他非燃烧材料制作的保护罩。

12) 设置明显的防火标志, 实行动火证制度。

13) 对员工加强安全教育和训练, 增强防火意识, 掌握防火知识和要求, 熟练使用消防器材, 具备一定的消防技能。

14) 工程的消防设计应报当地消防部门审批后实施; 消防设施竣工后经消防主管部门验收合格后方能投运。

#### 6.3.6. 噪声与振动控制安全对策措施

1) 项目设计与厂区噪声控制标准应符合《工业企业噪声控制设计规范》。

2) 噪声(或振动)控制设计应根据生产工艺特点和设备性质, 采取综合防治措施, 采用新工艺、新技术、新设备以及生产过程机械化、自动化和密闭化, 实现远距离或隔离操作。

3) 设计中选定的各类机械设备应有噪声(必要时加振动)指标, 设计中应选用低噪声的机械设备, 对单机超标的噪声源, 在设计中应根据噪声源特性采取有效的防治措施, 使噪声(和振动)符合国家标准和有关规定。

4) 噪声与振动强度较大的生产设备应安装在单层厂房或多层厂房的底层; 对振幅、功率大的设备应设计减振基础。

5) 管道设计与调节阀的选型应做到防止振动和噪声, 管道截面不宜突变; 管道与强烈振动的设备连接处应具有一定的柔性。对辐射强噪声的管道, 应采取隔声、消声措施。对噪声超标的放空口应设置消声器。

6) 在高噪声作业区工作的操作人员必须配备必要的个人噪声防护用具, 必要时应设置隔音操作室。

### 6.3.7.电气安全对策措施

1) 按《剩余电流动作保护器安装运行》GB/T13955-2017 的要求,在电源中性点直接接地的 TN, TT 保护系统中,在规定的设备、场所范围内必须安装漏电保护器(也即剩余电流动作保护器)和实现漏电保护器的分级保护。一旦发生漏电,切断电源时会造成事故和重大经济损失的装置和场所,应安装报警式漏电保护器。

2) 金属屏护装置必须接零或接地。屏护的高度、最小安全距离、网眼直径和栅栏间距应满足《机械安全防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB/T8196-2018 中的规定。

3) 在易燃烧爆炸危险场所,不准任意设置临时开关、按钮和电气设备,不准乱拉临时接线。甲类生产场所严禁设置移动式电器插座,其他生产场所设置移动式电源插座时,必须安装漏电保护装置。

4) 电缆接头及电缆沟内电缆应涂阻火涂料,电缆沟应在两端设防护网,防止鼠害。

5) 在有关工作场所应设置事故照明,如主要通道及出入口,疏散通道、操作室、配电所等场所。

6) 为防止电气设备、线路因过载、短路引起电气火灾,应设置过载、过电流、短路的电气保护装置和漏电流超过预定值的声光报警装置。

7) 使用的电气设备必须具有国家指定机构的安全认证标志。

8) 设备及输送管道实行防静电跨接,易燃液体设备加料管应插入容器内,出口离容器壁底部 20 厘米以防产生静电。

9) 在带电的导线、设备、开关附近,不应有损坏电气绝缘或引起电气火灾的热源。要根据爆炸性危险区域的等级及爆炸性气体混合

物的级别组别，正确选择相应类型的级别和组别的电气设备。电气设备的组级别只能高于环境组级别，不能随意降低标准。

10) GB50054 第 4.4.5 条规定：当电气装置或电气装置某一部分的接地故障保护不能满足切断故障回路的时间要求时，尚应在局部范围内作辅助等电位连接。

11) GB50054 第 4.4.4 条规定总等电位连接的导体有：PE、PEN 干线；电气装置接地极的接地干线；建筑物内的水管，采暖和空调管道等金属管道，条件许可的建筑物金属构件等导体。上述导体宜在进入建筑物处接向总等电位连接端子。等电位连接中金属管道连接处应可靠地连通导电。

12) 高低压电气设备在正常条件下与带电部分，绝缘的外露金属部分及安全的金属支架均应进行保护接地(PE 线)。低压系统中，10/0.4kV 变压器中性点直接和车间联合接地，接地电阻不大于  $1\Omega$ ，电缆在引入建筑物处应按规范做重复接地。低压配电系统采用 TN-S 制保护接地系统。

13) 为了安全与节约，车间内尽量采用建、构筑物的基础，梁、柱、屋面板等在内的主钢筋或金属构架作为接地装置。

14) 车间内移动式用电设备和生活间的插座采用三相五线或单相三线制，其保护零线与工业零线不得混接。

15) 采用双回路电源供电，确保关键设备、仪表等的不间断供电，尤其是在事故状态下需要用电的电源一定要确保双回路供电。

16) 生产装置内潮湿和高湿等危害环境以及特殊作业区配置的易触及和无防触电措施的固定式或移动式局部照明，应采用安全电压，安全电压标准按《安全电压》。

17) 电气作业人员作业时,应穿戴好防护用品和使用防护用具;爆炸场所禁止使用便携式灯具。

### 6.3.8.防机械伤害、防高处坠落安全对策措施

1) 设备裸露的转动部分或快速移动部分,应设有结构可靠的安全防护罩、防护栏杆或防护挡板。

2) 在阀门或其他需要拆卸、维修或操作的设备设备部件周围,应留有足够的空间,如在高处应设作业平台,平台周围应设防护栏杆,同时应设供作业人员上下的固定钢梯。

3) 有发生坠落危险的操作岗位应按照《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯》(GB4053.1-2009)、《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯》(GB4053.2-2009)、《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)、要求设计便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏等附属设施。

4) 埋设于建(构)筑物上的安装检修设备或运送物料用吊钩、吊梁等,设计时应考虑必要的安全系数,并在醒目处标出许吊的极限荷载量。具体应包括:

(1) 加强对设备的维护保养,确保安全防护装置完好有效。

(2) 检查设备吊钩、钢丝绳等安全附件的完好情况,防止吊物坠落伤人。

(3) 所有的平台、楼梯、钢梯、走台、坑池和吊装孔周围均应设置1m高的栏杆和盖板,楼梯、钢梯、平台、走台均采取防护措施。在钢直梯和需操作平台上操作的要悬挂警示标志。

5) 禁非操作人员进入生产操作的场地,应划出非操作人员行走的安全线路,其宽度不应小于1.5m。

6) 机泵等转动设备应采用防护罩、防护屏、挡板等固定、半固定安全防护装置,防止操作人员身体接近运动部件的危险区域。

7) 有发生坠落、淹溺危险的操作岗位应按规定设计便于操作、巡检和维修作业的扶梯、平台、围栏等附属设施,并设置相应的安全标志、警示牌及事故照明设施。

8) 高处作业必须佩戴安全帽、安全带或使用移动平台等安全设施;作业下方设置安全网、安全信号或挂有警示牌,并有现场监护人。

19) 作业人员应定期体检。患有眩晕症、高血压、心脏病、贫血症、癫痫病以及其它不适于高处作业者,不应从事高处作业。饮酒后或情绪不稳定时,禁止高处作业,禁止疲劳作业。

#### **6.3.9.防车辆伤害、防物体打击安全对策措施**

1) 应根据工艺流程、运输量和物料性质,选用适当的运输方式,合理地组织车流、人流,从设计上保证运输、装卸作业安全。(《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-2008 第 4.1 条)

2) 厂内道路应根据交通量设置交通标志,其设置、位置、形式、尺寸、图案和颜色等必须符合 GB5768 的规定。(《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-2008 第 6.1.3 条)

3) 厂内道路在弯道的横净距和交叉口的视距三角形范围内,不得有妨碍驾驶员视线的障碍物。(《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-2008 第 6.1.10 条)

4) 机动车在下列地点、路段或遇到特殊情况时限速要求应符合规定。(《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-2008 第 6.4.2 条)

5) 严格车辆运输管理,并采取以下措施确保运输安全:作业人

员执证上岗；设定专门的作业区域与作业路线，设专人监护，非作业人员禁止入内；设置必要的信号灯、警示标志、护桩等；夜间设置足够的照明；室外作业时，遇大风、大雪等恶劣天气，应停止作业；运输作业时必须按额定负荷降低 20%进行；需上高程的重物尽量使用吊具搬运，并扎牢固定或使用吊架，以防滑脱。

6) 高处作业使用的工具应放在工具箱或工具袋内，并系在身上；所需材料或其它工具，应用牢固结实的绳索传递，禁止来回抛掷，以防掉落伤人损物。

7) 物料的搬运应运用机械化手段。

8) 车间临时存放部件的场所应有足够的空间。

9) 防止交叉作业。

#### 6.3.10.有限空间作业安全对策措施

1) 在有限空间外面醒目处设置警示标识，未经许可，不得入内。

2) 有限空间人孔必须有井字罩并加盖，因操作原因不便加盖的要设防护栅栏。

3) 对有限空间作业场所应做到先检测后监护再进入的原则。先检测确认有限空间内有害物质浓度，作业前 30 分钟，应再次对有限空间有害物质浓度采样，分析合格后方可进入有限空间。

4) 进入自然通风换气效果不良的有限空间，作业前 30 分钟应采用机械通风，通风换气次数每小时不能少于 3 次。

5) 建立有限空间作业审批制度，明确管理、作业负责人、监护、作业、检测人员的岗位安全职责。

6) 作业前，对从事有限空间危险作业的人员进行作业内容、职业危害等教育，对紧急情况下的个人避险常识、中毒窒息和其他伤害

的应急救援措施教育。

7) 有限空间作业现场应明确监护人员和作业人员。监护人员不得进入有限空间。

8) 有限空间作业人员应遵守有限空间作业安全操作规程，正确使用有限空间作业安全设施与个人防护用具；应与监护人员进行有效的安全、报警、撤离等双向信息交流，作业人员意识到身体出现危险异常症状时，应及时向监护者报告或自行撤离有限空间。

9) 提供符合要求的检测、通风、照明、个人防护用具和应急救援设备，并保证所有设备设施的正常运行和作业人员能够正常使用。

10) 当有限空间作业过程中发生急性中毒和窒息事故时，应急救援人员应用安全绳拉起作业人员，必要时应急救援人员应在做好个人防护并配戴应急救援设备的前提下，才能进行救援。其他作业人员千万不要贸然施救，以免造成不必要的伤亡。

11) 当有限空间停用前应认真清洗净，不留残糟、残酒，严禁在未使用的有限空间内倾到有机物。

12) 结合本公司的实际空情况制定应急救援预案。

#### 6.3.11.防高温安全对策措施

1) 高温作业车间应设有工间休息室，休息室内气温不应高于室外气温；设有空调的休息室室内气温应保持在 25~27℃。

2) 在炎热季节对高温作业工种的工人应供应含盐清凉饮料(含盐量为 0.1%~0.2%)，饮料水温不宜高于 15℃。

3) 车间办公室宜靠近厂房布置，应满足采光、通风、隔声等要求。应根据车间的卫生特征设置浴室、存衣室、盥洗室。

4) 因生产事故可能发生经皮肤吸收引起急性中毒的工作地点或

车间，应设事故淋浴，并应设置不断水的供水设备。

### 6.3.12.安全管理对策措施

安全管理对策措施主要包括建立健全的安全管理体系（机构、人员），制定和落实各级各部门及人员的安全生产责任制，制定完善的安全管理制度和安全操作规程，配备安全管理工具、设备和安全教育培训场所，编制事故应急预案并配备必要的训练、急救、抢险设备和设施。具体应包括：

1) 健全安全生产管理机构和配备人员，企业要设置配备与企业发展相适应的安全管理机构和人员，不少于 2%的比例配备专职安全生产管理人员。

2) 管理人员应经相应的安全生产监管监察部门对其安全生产知识和管理能力考核，并合格。

3) 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业；特种作业人员（厂内机动车辆操作工、电工等）持特种作业操作证上岗。

4) 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、健全安全生产责任制度，完善安全生产条件，确保安全生产。

5) 建设单位应按照《建设工程安全生产管理条例》的规定要求，选择具有相应资质证书的勘测、设计、施工、监理、检测单位参与本工程建设。

6) 按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的规定，按

时提取安全生产费用，并用于安全生产管理和安全设施的检测等，作好职工的工伤保险；生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。

7) 按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)和《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部 2019 年第 2 号令修订)的相关要求编制事故应急救援预案，在上级主管部门备案，并配备必要的训练、急救、抢险设备和设施，同时设置事故应急救援风向标志。

8) 建立职工健康监护档案，按国家法律法规定期进行体检。建议企业对新工人进行就业前健康检查，定期进行健康检查，按《职业病防治法》规定对检查发现有职业禁忌症或可疑职业病的人员，应即时调换工作岗位或严禁招收入厂。

9) 加强安全教育培训，使职工养成良好的职业卫生习惯，提高职工自我保护意识以及提高职工安全意识和异常情况下的应变能力，自觉正确地使用劳动保护用品，遵章守纪，减少职业伤害事故发生，以促进企安全生产和经济效益持续发展。

10) 单位从业人员上岗前必须进行入厂三级安全教育，特种作业人员必须持证上岗。

11) 应加强对职工有关安全卫生知识的宣传、教育培训，使职工养成良好的职业卫生习惯，提高职工自我保护意识以及提高职工安全意识和异常情况下的应变能力，自觉正确地使用劳动防护用品，遵章守纪，减少职业伤害事故发生，以促进企安全生产和经济效益持续发

展。建立安全教育室，并配备必要的宣传教育设备。

12) 应全面开展以班组危险控制为重点的危险预测预控活动，逐步普及事故树分析方法的知识，使每个职工都能熟悉本岗位可能发生事故的逻辑关系。提高岗位操作人员的安全素质，控制人为失误。

13) 应建立义务消防队伍，并定期组织消防演练使每个职工都会正确使用消防器材，这对扑救初期火灾具有重要作用。

14) 应强化隐患整改的管理，注重设备抢修、检修安全。系统存在的危险因素和事故隐患，是导致事故的重要原因，消除隐患，提高设备本质安全状况是有效预防事故的根本途径。应建立科学的隐患传递网络，根据隐患整改的难易程度、轻重缓急分级进行。对于不能及时整改的重大隐患，在整改前要制定可靠的临时措施。

15) 本项目建成试运行 3 至 6 个月后，应委托具有资质的安全评价单位进行安全验收评价。

### 6.3.13. 施工安全管理注意事项

在项目建设期间，必须遵守“生产经管单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”三同时的安全规定。

建设单位应认真学习，严格贯彻执行《建设工程安全生产管理条例》（国务院 393 号令，2004 年 2 月 1 日施行），并对设计单位、施工单位、监理单位加强安全生产管理，按相关资质、条件和程度进行审查，明确安全生产责任，制定相应的施工安全管理方案，责成施工单位制定应急预案。

项目的施工、安装、检修单位必须具有设备、设施的施工、安装、检修资格的认可手续，经上级主管部门批准，取得相应的有关合格证

书。在项目施工前，施工安装单位应根据有关标准、规程、法规编制施工组织设计，并报技监部门审查批准后，按施工组织设计严格执行，严格把好建筑施工、安装质量关。施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接。施工单位应按图施工，遇有变更，应由设计、施工安装及生产单位三方商定。重要变更，须报有关部门批准。

建设单位与施工单位应签订施工期间安全生产责任书。

施工期中主要的危险、有害因素有高处坠落、起重伤害、车辆伤害、物体打击、机械伤害、坍塌、灼烫、触电及火灾等危险因素和毒物、噪声等危害因素，下面就主要危险、危害因素提出施工过程中的主要措施：

1) 认真贯彻执行“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针。

2) 施工人员必须严格遵守三大纪律：进现场戴好安全帽，上高空系好安全带，严禁高空落物。

3) 特种作业必须持证上岗。

4) 施工过程必须选用质量合格的施工机械（具）。

5) 施工场所应符合施工现场的一般规定：施工总平面布置应符合国家防火、工业卫生等有关规定；施工现场排水设施应全面规划，以保证施工期场地排水需要；施工场所应做到整洁、规整。垃圾，废料应及时清除，做到“工完、料尽、场地清”，坚持文明施工。在高处清扫的垃圾和废料，不得向下抛掷，进入施工现场的人员必须正确佩戴安全帽，严禁酒后进入施工现场。

6) 起重作业应符合起重工作的一般规定：起重作业的指挥和操作人员必须由专业人员担任，起重设备在使用前应对其安全装置进行

检查，保证其灵敏有效：起重机吊运重物时一般应走吊运通道：不明重量、埋在地下的物料不得起吊；禁止重物在空中长时间停留：风力六级及六级以上时，不得进行起重作业：大雪、大雾、雷雨等恶劣天气或照明不足导致信号不明时，不得进行起重作业。

7) 施工现场的道路应坚实、平坦，并应尽量避免与铁路交叉，双车道宽度不得小于 6m，单车道宽度不得小于 3.5m，载重汽车的弯道半径一般不得小于 15m。

8) 施工期用电应符合施工用电的一般规定：施工用电的布设应按已批准的施工组织设计进行，并符合当地供电局的有关规定，不得任意接线、施工用电设施竣工后应该经过验收合格后方可投入使用。施工用电应明确管理机构并由专业班组负责运行及维护：严禁非电工拆装施工用电设施：施工用电设施投入使用前，应制定运行、维护、使用、检修等管理制度。

9) 对带电移动施工设备应装设漏电保护器，确保施工人员的安全。

10) 高处作业人员应进行体格检查，体检合格者方可从事高处作业；高处作业平台、走道、斜道等应按国家标准的要求设立防护栏杆、高挡脚板或防护立网；高处作业使用的脚手架，梯子及安全防护网应符合相应的规定，在恶劣天气时应停止室外高处作业，高处作业必须系好安全带，安全带应挂在上方的牢固可靠处。

11) 为防止物体打击，进入施工现场必须佩戴安全帽，高处禁止倾倒垃圾，废物等，在通道上方应加装硬制防护顶，通道应避开上方有作业区。

12) 施工过程中工程运输量大，周围道路交通繁忙，施工单位应

充分考虑运输对施工进度和安全的影响，设置安全标志，合理安排工作时间和任务。

13) 施工场地在夜间施工或光线不好的地方应加装照明设施。

14) 各种机械设备应定期进行检查，发现问题及时解决，机械设备在使用时严格遵照操作规程操作，尽量减少误操作以防止机械伤害的发生，另外，各种机械设备的安全防护装置应做到灵敏有效。

15) 做好现场的防火工作，配备必要的消防器材，如干粉灭火器、CO<sub>2</sub>灭火器、泡沫灭火器等，保证施工现场消防通道畅通无阻。保温材料、各种油类、氧气、乙炔钢瓶等现场严禁吸烟，应设立禁烟区标志。非火警严禁动用拆除现场消防器材。用电焊机等设备时，要带好防护眼镜，周围严禁火种或可燃物，防止火花飞溅，防止火灾发生，及时关闭氧气、乙炔阀门或电源。

16) 在地面以下施工的场所作好支扩，防止坍塌事故的发生。

17) 施工过程中所有孔、洞、井、池等均应加盖或设防护栏杆。

18) 在有害场所进行施工作业时，应做好个体防护，对在有害场所工作的施工人员定期进行体检。

19) 加强对施工人员的安全教育，尤其对从未参加施工的新工人、农民工更要加强培训：在施工工地若有不同的施工单位，更要强调相互协作，互通情况，步调一致地搞好施工安全工作。

20) 施工总包单位、分包单位应当分别建立工程项目施工安全重大危险源的管理台帐，建立健全重大危险源的控制与管理制度。

21) 建立建筑工地重大危险源的公示和跟踪整改制度。加强现场巡视，对可能影响安全生产的重大危险源进行辨识，并进行登记，掌握重大危险源的数量和分布状况，经常性地公示重大危险源名录、整

改措施及治理情况。重大危险源登记的主要内容应包括：工程名称、危险源类别、地段部位、联系人、联系方式、重大危险源可能造成的危害、施工安全主要措施和应急预案。

22) 对人的不安全行为，要严禁“三违”，加强教育，搞好传、帮、带，加强现场巡视，严格检查处罚，使作业人员懂安全、会安全。

23) 淘汰落后的技术、工艺，适度提高工程施工安全设防标准，提升施工安全技术与管理水平，降低施工安全风险。如过街人行通道、大型地下管沟可采用顶管技术等。

24) 制订和实行施工现场大型施工机械安装、运行、拆卸和外架工程安装的检验检测、维护保养、验收制度。

25) 对不良自然环境条件中的危险源，要制订有针对性的应急预案，并选定适当时机进行演练，做到人人心中有数，遇变不惊，从容应对。

26) 制订和实施项目施工安全承诺和现场安全管理绩效考评制度，确保安全投入，形成施工安全长效机制。

#### 6.3.14.属于重点监管危险化学品的技术要求

##### 甲醇技术要求

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 特别警示 | 有毒液体，可引起失明、死亡。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 理化特性 | <p>无色透明的易挥发液体，有刺激性气味。溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、酮类、苯等有机溶剂。分子量 32.04，熔点-97.8℃，沸点 64.7℃，相对密度（水=1）0.79，相对蒸气密度（空气=1）1.1，临界压力 7.95MPa，临界温度 240℃，饱和蒸气压 12.26kPa(20℃)，折射率 1.3288，闪点 11℃，爆炸极限 5.5%~44.0%（体积比），自燃温度 464℃，最小点火能 0.215mJ。</p> <p>主要用途：主要用于制甲醛、香精、染料、医药、火药、防冻剂、溶剂等。</p> |
| 危害信息 | <p>【燃烧和爆炸危险性】</p> <p>高度易燃，蒸气与空气能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃和爆炸。</p> <p>【健康危害】</p> <p>易经胃肠道、呼吸道和皮肤吸收。</p> <p>急性中毒：表现为头痛、眩晕、乏力、嗜睡和轻度意识障碍等，重者出现昏迷和癫痫样抽搐，直至死亡。引起代谢性酸中毒。甲醇可致视神经损害，重者引起失</p>                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>明。</p> <p>慢性影响：主要为神经系统症状，有头晕、无力、眩晕、震颤性麻痹及视觉损害。皮肤反复接触甲醇溶液，可引起局部脱脂和皮炎。</p> <p>解毒剂：口服乙醇或静脉输乙醇、碳酸氢钠、叶酸、4-甲基吡唑。</p> <p>职业接触限值：PC-TWA(时间加权平均容许浓度)(<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>)，25(皮)；PC-STEL(短时间接触容许浓度)(<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>)：50(皮)。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 安全措施 | <p><b>【一般要求】</b></p> <p>操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。</p> <p>密闭操作，防止泄漏，加强通风。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。戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴橡胶手套，建议操作人员佩戴过滤式防毒面具（半面罩）。</p> <p>储罐等压力设备应设置压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，</p> <p>避免与氧化剂、酸类、碱金属接触。</p> <p>生产、储存区域应设置安全警示标志。灌装时应控制流速，且有接地装置，防止静电积聚。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p> <p><b>【特殊要求】</b></p> <p><b>【操作安全】</b></p> <p>(1) 打开甲醇容器前，应确定工作区通风良好且无火花或引火源存在；避免让释出的蒸气进入工作区的空气中。生产、贮存甲醇的车间要有可靠的防火、防爆措施。一旦发生物品着火，应用干粉灭火器、二氧化碳灭火器、砂土灭火。</p> <p>(2) 设备罐内作业时注意以下事项：</p> <p>——进入设备内作业，必须办理罐内作业许可证。入罐作业前必须严格执行安全隔离、清洗、置换的规定。做到物料不切断不进入；清洗置换不合格不进入；行灯不符合规定不进入；没有监护人员不进入；没有事故抢救后备措施不进入；</p> <p>——入罐作业前 30 分钟取样分析，易燃易爆、有毒有害物质浓度及氧含量合格方可进入作业。视具体条件加强罐内通风；对通风不良环境，应采取间歇作业；</p> <p>——在罐内动火作业，除了执行动火规定外，还必须符合罐内作业条件，有毒气体浓度低于国家规定值，严禁向罐内充氧。焊工离开作业罐时不准将焊（割）具留在罐内。</p> <p>(3) 生产设备的清洗污水及生产车间内部地坪的冲洗水须收入应急池，经处理合格后才可排放。</p> <p><b>【储存安全】</b></p> <p>(1) 储存于阴凉、通风良好的专用库房或储罐内，远离火种、热源。库房温度不宜超过 37℃，保持容器密封。</p> <p>(2) 应与氧化剂、酸类、碱金属等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。在甲醇储罐四周设置围堰，围堰的容积等于储罐的容积。储存区应有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p> <p>(3) 注意防雷、防静电，厂(车间)内的储罐应按《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)的规定设置防雷防静电设施。</p> <p><b>【运输安全】</b></p> <p>(1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。</p> <p>(2) 甲醇装于专用的槽车(船)内运输，槽车(船)应定期清理；用其他包装容器运输时，容器须用盖密封。严禁与氧化剂、酸类、碱金属等混装混运。运输时运输车辆应配备 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具。运输途中应防曝晒、防雨淋、防高温。不准在有明火地点或人多地段停车，高温季节应早晚运输。</p> <p>(3) 在使用汽车、手推车运输甲醇容器时，应轻装轻卸。严禁抛、滑、滚、碰。严禁用电磁起重机和链绳吊装搬运。装运时，应妥善固定。</p> <p>(4) 甲醇管道输送时，注意以下事项：</p> |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>——甲醇管道架空敷设时，甲醇管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上；在已敷设的甲醇管道下面，不得修建与甲醇管道无关的建筑物和堆放易燃物品；</p> <p>——管道消除静电接地装置和防雷接地线，单独接地。防雷的接地电阻值不大于 <math>10\ \Omega</math>，防静电的接地电阻值不大于 <math>100\ \Omega</math>；</p> <p>——甲醇管道不应靠近热源敷设；</p> <p>——管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；</p> <p>——甲醇管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB 7231）的规定；</p> <p>——室内管道不应敷设在地沟中或直接埋地，室外地沟敷设的管道，应有防止泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 应急处置原则 | <p><b>【急救措施】</b></p> <p>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，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>食入：饮足量温水，催吐。用清水或 1% 硫代硫酸钠溶液洗胃。就医。</p> <p>皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。</p> <p>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。</p> <p><b>【灭火方法】</b></p> <p>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。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。</p> <p>灭火剂：抗溶性泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。</p> <p><b>【泄漏应急处置】</b></p> <p>消除所有点火源。根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防毒、防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭性空间。小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸收。使用洁净的无火花工具收集吸收材料。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用抗溶性泡沫覆盖，减少蒸发。喷水雾能减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内。喷雾状水驱散蒸气、稀释液体泄漏物。</p> <p>作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 50m。如果为大量泄漏，在初始隔离距离的基础上加大下风向的疏散距离。</p> |

## 第7章 评价结论

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目位于湖南省常德经济技术开发区民建路42号。根据该公司提供的技术资料和现场调查，该项目在常德常联化工有限公司已建成的化工基地，化工基地项目2019年已在常德经济技术开发区产业发展局备案，并取得常德市规划局德山分局的项目选址批复，项目建设符合常德经开区总体规划要求。在目前国家政策下，属于鼓励类项目，符合国家的产业政策。

本报告通过对主要危险有害因素分析，采用安全检查表法、危险度评价法、作业条件危险性分析、预先危险性分析法、事故后果模拟分析法、“多米诺”效应分析法、道化学火灾爆炸危险指数法、事故树分析法、故障类型和影响分析法等方法，依据国家相关法规标准，得出评价结论。

### 7.1 本项目的主要危险有害因素

1) 通过类比工程的分析，确定本项目生产过程中主要存在火灾爆炸、中毒与窒息、高温灼烫、电气伤害、机械伤害、高处坠落、车辆伤害、淹溺危害、物体打击、有限空间作业危害、噪声、振动、自控系统危害、人的生理、心理性、行为性危害、管理危害、自然灾害等。

2) 本项目涉及的原辅材料中甲醇、间甲苯胺、对甲苯胺、氮气属于危险化学品；涉及的成品不属于危险化学品。

3) 本项目涉及的危险化学品中，甲醇属于国家重点监管的危险化学品。

4) 本项目生产工艺中的烷基化生产工艺，属于国家重点监管的

危险工艺。

5) 根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 辨识, 本项目生产和储存单元均未构成重大危险源。

6) 本项目涉及的原辅材料和成品中无易制爆危险化学品。

7) 本项目涉及的原辅材料和成品中无易制毒危险化学品。

8) 本项目涉及的原辅材料和成品中无监控化学品和剧毒化学品。

## 7.2 安全评价单元评价结论

1) 通过对本项目选择及周边环境单元的安全检查表分析: 本工程建设地点为湖南省常德经济技术开发区民建路 42 号, 该项目在常德常联化工有限公司已建成的化工基地生产二车间, 外部安全距离满足安全要求, 选址符合要求。总平面布局工艺流程合理, 生产区功能分区明确, 布置紧凑, 物流顺畅。

2) 通过对本项目生产单元的分析:

(1) 通过生产工艺技术安全可靠分析:

N-甲基间甲苯胺、N,N-二甲基间甲苯胺、N-甲基对甲苯胺、N,N-二甲基对甲苯胺生产属于烷基化, 参照该公司 N-乙基苯胺合成工艺烷基化反应进行反应安全风险评估, 结果表明, 反应失控严重程度等级为 1, 反应失控发生的可能性等级为 1, 反应的失控反应安全风险等级为 I, 属于可接受风险, 生产过程中可以采取常规的控制措施, 并适当提高安全管理和装备水平。

(2) 通过各单元危险度评价结果可知: N-甲基苯胺系列产品中甲基化子单元、丙类罐区子单元、丙类仓库 1 子单元、丙类仓库 2 子单元为中度危险(II), 其余单元为低度危险(III)。

(3) 通过各评价单元中的工艺控制、设备维修等作业所具有的

潜在危险性列表进行作业条件危险性分析可知：N-甲基苯胺系列产品甲基化子单元作业为显著危险作业；N-甲基苯胺系列产品中的汽化子单元作业、精馏子单元作业、储存单元中的丙类罐区、丙类仓库 1 和丙类仓库 2 的作业为比较危险作业、其余的为稍有危险作业。

（4）通过生产系统的预先危险性分析：生产装置中火灾爆炸事故的危险等级为Ⅲ～Ⅳ级，中毒与窒息、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害、高温危害、物体打击的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级，噪声与振动危险等级为Ⅱ级；储运系统中火灾爆炸事故的危险等级为Ⅲ～Ⅳ级，中毒、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级。

（5）通过事故后果模拟分析法、“多米诺”效应分析法、道化学火灾爆炸危险指数法等方法的分析：当本项目采用自动控制系统、保证备用电源、落实工艺操作规程、进行安全检查、加强装置的泄漏检查、配置消防水系统、可燃气体检测报警仪和配备一定数量的消防器材等安全补偿措施后，甲基化釜的火灾、爆炸危险等级由“中等”降为“较轻”。而甲基化釜一旦发生事故，与周边区域的影响较小；甲醇储罐一旦发生事故，与周边区域的影响主要是对常德市大度新材料有限公司和鸿仁源油脂有限公司的影响较大，有多米诺效应的相互影响，应重点防范。

3）通过辅助系统单元的预先危险性分析：供配电系统中电击伤害、火灾、紧急停电的危险等级为Ⅲ级，雷击、触电的危险等级为Ⅱ级；自动化系统中电源系统失电的危险等级为Ⅲ级，自动调节装置失常、分散控制系统错误、保护装置拒动或误动、测压装置指示错误、测温装置指示错误、通信网络回路故障的危险等级为Ⅱ级；给排水系统中中毒与窒息、火灾爆炸、淹溺危害、高温灼烫、触电、雷击、机

械伤害、高处坠落和车辆伤害的危险等级为Ⅱ～Ⅲ级，噪声与振动的危险等级为Ⅱ级；厂内运输系统中的事故类型危险程度不大，危险等级均为Ⅱ级。

4) 通过预先危险性分析本项目施工期间机械伤害、起重伤害、可燃物火灾爆炸危害属于Ⅲ级，高处坠落、车辆运输伤害、触电、粉尘、噪声危害的危险等级为Ⅱ级。

### 7.3综合评价结论

该项目建在已建成的常德常联化工有限公司化工基地生产二车间，位于常德经济技术开发区化工园区内，符合城市规划和国家法律、法规的要求；生产工艺成熟，生产过程采用先进的自动控制系统，能满足安全要求。在采取设计文件及本预评价报告提出的各项安全措施和事故预防手段后，本项目将能提高项目生产的安全管理水平，其安全风险程度是可以接受的，因此：

常德常联化工有限公司生产二车间新建生产线项目从安全生产的角度符合国家有关法律、法规、标准、规章、规范的要求。

湖南佳铂安全技术咨询有限公司

2024年10月10日

（正文完）

## 附件目录

- 1、委托书
- 2、企业营业执照复印件
- 3、项目备案证明
- 4、项目选址的批复
- 5、常德常联化工有限公司用地红线图
- 6、可行性研究报告封面、目录
- 7、反应风险评估报告封面及结论
- 8、区域位置图及卫星图
- 9、总平面布置图