



# **四川能投化学新材料有限公司**

## **生产安全事故风险辨识、评估报告**

**编制单位：四川能投化学新材料有限公司**

**编制日期：2020 年 9 月 8 日**

## 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 总则 .....                  | 1  |
| 1.1 评估目的 .....              | 1  |
| 1.2 评估原则 .....              | 1  |
| 1.3 评估依据 .....              | 1  |
| 1.4 风险评估范围 .....            | 3  |
| 1.5 评估过程 .....              | 3  |
| 1.6 评估组织 .....              | 3  |
| 2 生产经营单位概况 .....            | 4  |
| 2.1 公司简介 .....              | 4  |
| 2.2 地理位置及气象条件 .....         | 4  |
| 2.3 生产工艺流程 .....            | 5  |
| 2.4 原辅料、中间产品及产品 .....       | 14 |
| 2.4.1 主要原辅材料 .....          | 14 |
| 2.4.2 中间产物 .....            | 15 |
| 2.4.3 产品和副产品 .....          | 15 |
| 2.5 主要生产设备 .....            | 16 |
| 2.5.1 主要生产设备 .....          | 16 |
| 2.5.2 关键设备简要说明 .....        | 23 |
| 3 生产经营单位主要危险、有害因素分析 .....   | 25 |
| 3.1 物料主要危险、有害因素辨识 .....     | 25 |
| 3.2 生产过程工艺主要危险、有害因素分析 ..... | 26 |
| 3.2.1 火灾、爆炸 .....           | 26 |
| 3.2.2 中毒窒息 .....            | 30 |
| 3.2.3 灼烫 .....              | 30 |
| 3.2.4 机械伤害 .....            | 31 |
| 3.2.5 高处坠落/物体打击 .....       | 32 |
| 3.2.6 触电 .....              | 32 |
| 3.2.7 车辆伤害 .....            | 33 |
| 3.2.8 淹溺 .....              | 33 |
| 3.2.9 毒物危害 .....            | 33 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 3.2.10 噪声危害 .....              | 34 |
| 3.2.11 粉尘危害 .....              | 34 |
| 3.3 危险性较大设备设施主要危险、有害因素辨识 ..... | 34 |
| 3.3.1 压力容器和压力管道 .....          | 35 |
| 3.3.2 换热设备 .....               | 35 |
| 3.3.3 压缩机 .....                | 36 |
| 3.3.4 储罐区 .....                | 37 |
| 3.3.5 安全泄放设施 .....             | 38 |
| 3.3.6 自动控制系统 .....             | 39 |
| 3.4 自然因素条件主要危险、有害因素分析 .....    | 39 |
| 3.5 危险化学品重大危险源辨识与分级 .....      | 41 |
| 3.5.1 辨识依据及方法 .....            | 41 |
| 3.5.2 辨识单元的划分 .....            | 43 |
| 3.5.3 辨识过程 .....               | 43 |
| 3.5.4 危险化学品重大危险源分级方法 .....     | 45 |
| 3.5.5 危险化学品重大危险源分级过程及结果 .....  | 47 |
| 3.6 生产经营单位主要危险、有害因素汇总 .....    | 50 |
| 4 可能发生的事故类型、风险等级及其后果 .....     | 50 |
| 5 制定完善生产安全事故风险防控措施和应急措施 .....  | 52 |
| 5.1 火灾、爆炸事故预防控制措施 .....        | 52 |
| 5.2 中毒窒息事故预防控制措施 .....         | 54 |
| 5.3 灼烫事故预防控制措施 .....           | 54 |
| 5.4 触电事故预防控制措施 .....           | 55 |
| 5.5 机械伤害事故预防控制措施 .....         | 56 |
| 5.6 高处坠落事故预防控制措施 .....         | 57 |
| 5.7 车辆伤害事故预防控制措施 .....         | 57 |
| 5.8 物体打击事故预防控制措施 .....         | 58 |
| 5.9 淹溺事故预防控制措施 .....           | 58 |
| 5.10 噪声伤害控制措施 .....            | 59 |
| 5.11 粉尘伤害控制措施 .....            | 59 |
| 5.12 自然灾害事故控制措施 .....          | 59 |
| 5.13 检修安全管理措施 .....            | 60 |

---

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 5.14 安全管理控制措施 .....       | 62 |
| 5.15 事故应急救援预案管理对策措施 ..... | 63 |
| 6 事故风险辨识、评估结论 .....       | 66 |

# 1 总则

## 1.1 评估目的

为规范公司风险管理工作，识别和分析生产安全作业中的危险、有害因素，明确公司可能存在的各危险、有害因素的种类，风险大小，为生产安全事故应急预案编制，专项应急预案及现场处置方案提供依据。

## 1.2 评估原则

### 1、坚持客观公正原则

在组织评估和撰写评估报告等各个环节，都从思想和形式上力求做到实事求是，确保评估结果的可信、可用。

### 2、坚持发展性原则

评估不是目的，促进应急管理工作的开展和完善才是目的。评估过程中，应始终以发现问题，解决问题为主要目标，建设性的开展工作。

## 1.3 评估依据

|                  |             |
|------------------|-------------|
| 《中华人民共和国安全生产法》   | （主席令 13 号）  |
| 《中华人民共和国特种设备安全法》 | （主席令 4 号）   |
| 《中华人民共和国消防法》     | （主席令第 6 号）  |
| 《中华人民共和国职业病防治法》  | （主席令第 52 号） |
| 《中华人民共和国环境保护法》   | （主席令第 9 号）  |
| 《生产安全事故应急预案管理办法》 | （应急部令第 2 号） |

- 《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令第 69 号）
- 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号）
- 《使用有毒物质作业场所劳动保护条例》（国务院令第 352 号）
- 《四川省生产安全事故应急预案管理实施细则》（川安监〔2018〕43 号）
- 《四川省安全生产条例》（四川省第十届人大常委会公告第 90 号）
- 《四川省生产经营单位安全生产责任规定》（省政府令第 216 号）
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013）
- 《消防安全标识设置要求》（GB15630-1995）
- 《个体防护装备选用规范》（GB/T11651-2008）
- 《安全标识及其使用导则》（GB2894-2008）
- 《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ230-2010）
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- 《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB50016-2014）
- 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 《企业职工伤亡事故分类标准》（GB6441-1986）
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 《生产过程危险和危害因素分类与代码》（GB/T13861—2009）

《四川省政府安委会办公室关于印发<四川省安全风险分级管控工作指南>的通知》（川安办〔2017〕25 号）

## 1.4 风险评估范围

评估范围主要围绕生产经营活动开展，主要包括公司在生产经营过程的生产工艺装置和储存设施以及配套的公用工程系统的风险辨识和分析。

## 1.5 评估过程

- 1、成立风险评估小组。
- 2、收集分析资料、现场勘察。
- 3、组织进行风险识别和评估。
- 4、评估汇总交公司主要负责人批准。

## 1.6 评估组织

风险评价小组由公司主要负责人、安全生产管理人员以及各部门主要负责人组成。

风险评价小组组成如下：

组 长：李 枫

副组长：杨 诚、李 燕

成 员：唐 勇、朱 波、肖 云、黄德璟、李楚玉、黄 涛、曾天荣  
任永祥、杨道金、赵 辉、甘祥元、江昌城、李 勇、白春艳  
蒋文明、唐能荣、王晓萍

## 2 生产经营单位概况

### 2.1 公司简介

四川能投化学新材料有限公司是由中国成达工程有限公司和中国石油四川石化有限责任公司合资成立的一个有限责任公司，主要生产为以对二甲苯(PX)和空气为原料，以醋酸为溶剂，通过高温氧化和加氢精制生产精对苯二甲酸(PTA)，生产装置由氧化、制氢和精制三部分组成，生产规模为 100 万吨/年，项目总投资 40 亿元。

公司坚持安全第一，以质量求生存，技术改造求发展，关爱职工的身心健康，重视安全 and 环境保护工作，努力创造良好的企业文化氛围与和谐优美的工作、生活环境。上层管理人员对质量、健康、安全与环境管理工作的重视是取得成效的关键，健全的质量、健康、安全与环境管理制度是保证，机构、设备齐全和高素质的队伍是基础。工厂紧跟国际先进管理水平，坚持持续改进，建立了全面、严密的 SHE 综合管理体系网络，为广大顾客、员工和社会提供了可靠的质量、健康、安全与环境保证。

### 2.2 地理位置及气象条件

四川能投化学新材料有限公司坐落于四川省南充市经济开发区，南充市地处四川盆地东北部，嘉陵江中游西岸，地理坐标为东经  $105^{\circ}43'$  ~  $106^{\circ}08'$ ，北纬  $30^{\circ}27'$  ~  $30^{\circ}55'$  之间。幅员面积 1.25 万平方公里，辖三区（顺庆、高坪、嘉陵）、五县（南部、西充、仪陇、蓬安、营山）和阆中市，是川东北区域中心城市。南充西距成都 218 公里，南距重庆 200 公里，是国家二级交通枢纽，与成都、重

庆两大中心城市形成 2 小时三角经济区。成南、南广高速公路横贯东西，达成铁路、318 国道穿行其间，212 国道纵行南北，区域内各乡镇均有道路相通，交通运输方便。经济开发区位于南充市区南端，城市下风向及嘉陵江下游，南充市嘉陵区河西片区。用地北、东、南三面环嘉陵江，西以 212 国道为界。主要用地为兼有嘉陵江沿江平坝和丘陵。

当地气候温暖湿润，基本风压较小，地基土无冰冻现象。地震基本烈度小于六度，场地岩土属于软弱—坚硬土。

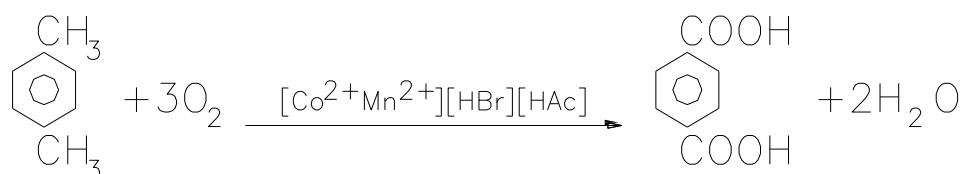
## 2.3 生产工艺流程

精对苯二甲酸主装置由氧化工序、精制工序两个生产单元制氢工序组成。

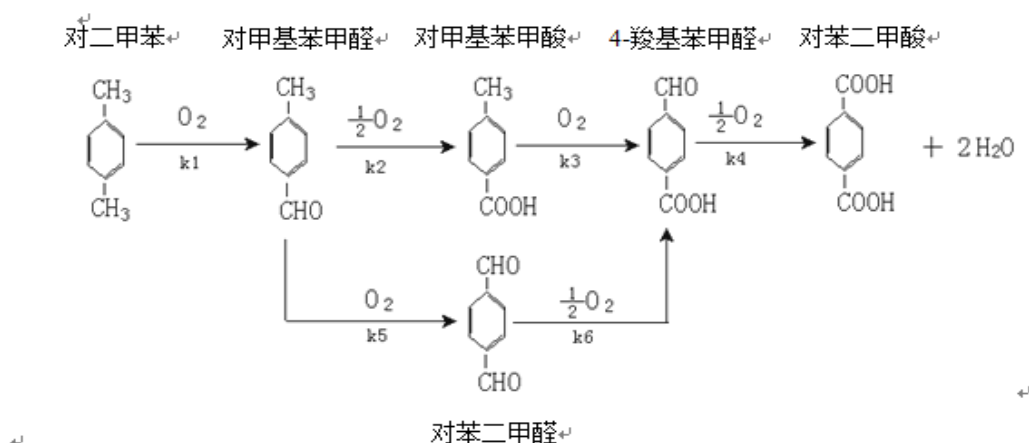
### 1、氧化工序

在氧化工序，主要以对二甲苯（PX）为原料，在醋酸溶剂中以醋酸钴和醋酸锰为催化剂，以溴化氢为促进剂，用空气将 PX 氧化成粗对苯二甲酸（CTA）。然后经结晶、分离、干燥生产粗对苯二甲酸（CTA）。

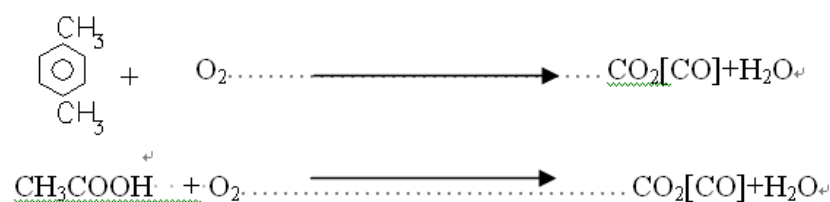
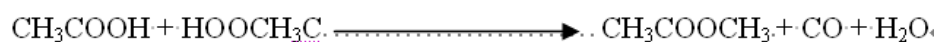
其主化学反应机理如下：



PX 氧化反应是比较复杂的化学反应，其分步反应过程见下述反应式。在反应过程中 k1 ~ k4 是主过程，k5 ~ k6 是副过程。PX 氧化反应为放热反应，反应热为 915.7kJ/mol。



PX 氧化反应的主要副反应是醋酸脱羰基缩合和生成醋酸甲酯。PX 与溶剂醋酸在氧的作用下燃烧，生成 CO、CO<sub>2</sub> 和水。反应方程式如下：



本工序由工艺空气压缩和尾气处理单元，原料进料单元，氧化反应单元，粗对苯二甲酸（CTA）结晶、分离和干燥单元，催化剂配制和回收单元，溶剂回收、母液和排气处理单元，溶剂脱水单元，醋酸甲酯回收单元、安全排放及洗涤单元组成。

### （1）工艺空气压缩和尾气处理单元

工艺空气经空气压缩机压缩并过滤后送氧化反应器为反应提供氧气。空气压缩机由蒸汽透平和尾气膨胀机组合驱动，蒸汽透平为全凝式，其蒸汽来自工艺过程副产的低压蒸汽、低低压蒸汽和超低压蒸汽；尾气膨胀机利用氧化反应器排出的绝大部分尾气膨胀做功驱动。空气压缩机还带有电动机/发电机，在开车时用电驱动压缩机，在正常运行时，发电机将多余的能量转化为电能供本装置和其他装

置使用。

从高压吸收塔顶来的尾气进入尾气气液分离罐，分离夹带的液体，然后依次进入三级催化燃烧器预热器，依次用中压蒸汽、高压蒸汽和超高压蒸汽加热，用三级预热器可用中、高压蒸汽替代部分超高压蒸汽，尽量减少超高压蒸汽消耗量。

预热后的尾气进入催化燃烧器，在燃烧器内加热器的壳程中进一步预热，然后进入催化燃烧室，通过催化燃烧除去尾气中的有机物。催化燃烧后的尾气进入燃烧器内加热器的管程加热进料尾气。从燃烧器内加热器出来的尾气，一小部分经冷却、干燥后作为惰性气体用于 CTA 和 PTA 干燥及输送；其余的尾气进入尾气膨胀机驱动空气压缩机。从尾气膨胀机出来的尾气进入尾气洗涤塔，进一步洗涤后达标排放。

使用燃烧器内加热器可大大减少辅助燃料的消耗量。

## （2）原料进料单元

对二甲苯在流量控制下，直接用泵从储罐打入氧化反应器；醋酸溶剂（包括回收和新鲜催化剂）从母液罐用泵打入氧化反应器。

## （3）氧化反应单元

氧化反应在设有搅拌器的氧化反应器中发生，操作压力为 1.35 ~ 1.55MPaG，温度为 200℃，氧化反应中产生的热量通过蒸发溶剂被移走。

压缩后的工艺空气经一系列的喷嘴进入氧化反应器，在氧化反应器中，对二甲苯与压缩空气中的氧气反应生成对苯二甲酸。

氧化反应器带有搅拌器，通过搅拌使反应生成的对苯二甲酸悬浮在反应液中。该氧化反应为放热反应，反应热由醋酸溶剂蒸发带走。反应产物在氧化反应器的液位控制下排入 CTA 第一结晶釜。

氧化反应器的排气经一系列换热器冷却，将蒸发的醋酸溶剂和可凝气冷凝。大部分的冷凝液直接循环到氧化反应器，而部分含水量较高的水相从高压吸收塔塔釜送入溶剂脱水塔。

从换热器出来的不凝尾气进入高压吸收塔，依次用冷的醋酸和脱盐水洗涤进一步除去可凝气体，洗涤后的醋酸通过循环加热器用脱水后的醋酸溶剂余热加热后，送入氧化反应器。洗涤后的水送入溶剂脱水塔回收溶剂。

从高压吸收塔顶排出的尾气送尾气处理单元。

氧化反应器中气相的组成同氧化反应尾气组成，其组成如下：

|      |          |      |
|------|----------|------|
| 醋酸   | 20.8     | kg/h |
| 水    | 1622.5   | kg/h |
| 氧    | 14545.2  | kg/h |
| 氮    | 339977.0 | kg/h |
| 一氧化碳 | 1586.1   | kg/h |
| 二氧化氮 | 7381.2   | kg/h |
| 甲基乙炔 | 176.9    | kg/h |
| 溴甲烷  | 23.2     | kg/h |
| PX   | 0.1      | kg/h |
| 合计   | 365333   | kg/h |

#### （4）CTA 结晶、分离和干燥单元

从氧化反应器排出的含 CTA 的浆料在三台串联的结晶釜中逐步减压，使溶解的对苯二甲酸析出。三台结晶釜均带有搅拌，连续搅拌使析出的固体裸料悬浮在液体中。

从第一结晶釜闪蒸出的醋酸和水蒸汽在换热器中用锅炉给水冷凝，同时副产低低压蒸汽，冷凝液送入溶剂脱水塔；冷凝后的不凝气用循环水进一步冷却，然后不需加压直接送入高压吸收塔。

第一结晶釜出来的浆料进入第二结晶釜继续减压，闪蒸汽直接送入溶剂脱水塔。

第二结晶釜出来的浆料进入第三结晶釜，减压后的闪蒸汽在第三结晶冷凝器中用锅炉给水冷凝，冷凝液回流到第三结晶釜，不凝的惰性气体进入喷射器和冷凝器单元。

从第三结晶釜出来的浆料送入 CTA 旋转真空过滤器，过滤器分离出的母液和气相进入母液分离器，分离出的气相经真空冷凝器冷却后进入液环式真空泵，并在真空泵气液分离罐分离出冷凝液体，冷凝液循环到旋转真空过滤器。

母液用泵送入母液罐和催化剂回收分离器。

旋转真空过滤器过滤得到的粗 CTA 饼用脱水醋酸溶剂洗涤后，用螺旋输送机送入 CTA 干燥器，通过用一股循环使用的惰性气体加热汽化除去 CTA 中残留的溶剂。干的 CTA 粉料送入 CTA 进料料仓。

干燥器排气送入干燥器洗涤器，用循环使用的冷醋酸溶剂逆流冷凝气体的醋酸蒸汽，洗涤后的气体加热后经干燥器鼓风机增压后重新进入干燥器。

### （5）催化剂配制和回收单元

母液用泵送入催化剂回收分离罐，与催化剂回收助剂混合，含有催化剂的母液密度较大，依靠催化剂回收分离罐与母液罐的位差流入母液罐。在母液罐中，补充适量的钴和锰的醋酸盐、以及溴化氢溶液。

为了节约投资，催化剂回收系统已经大大减化。

催化剂回收单元需排放的母液送入溶剂汽提塔。

#### (6) 溶剂回收、母液和排气处理单元

在溶剂汽提塔中，母液中的醋酸和水在汽提塔再沸器中汽化，在汽提塔中与母液中的不挥发物分离，塔釜浆料通过泵强制循环进入再沸器。塔釜出料进入残留物蒸发器，通过高压蒸汽加热蒸发残留物中的剩入溶剂，熔融的残留物进入残留物浆料收集罐与废水混合，然后送入催化剂回收单元回收有机酸和催化剂。回收的催化剂、对苯二甲酸和其他中间产物送回 PTA 装置，其他有机物提纯后外售。

氧化工序的母液收集在母液罐中，与回收和补充的催化剂和回收的醋酸甲酯混合，然后用泵打入氧化反应器循环使用，抑制醋酸生成醋酸甲酯。

常压排气进入常压洗涤塔，依次用冷的醋酸和脱盐水洗涤，洗涤后的气体放空；洗涤后的有机相与母液混合，水相送入溶剂汽提塔。

#### (7) 溶剂脱水单元

在溶剂脱水塔中，氧化反应生成的水以及洗涤加入的水与醋酸溶剂分离。为了减少分离所需能耗，在脱水塔中加入了一种有机共沸剂。脱水塔为填料塔。

塔顶排气在冷凝器中冷凝，凝液进入倾析器，分离出的有机相回流到脱水塔顶；水相送醋酸甲酯回收塔回收醋酸甲酯。

塔釜出料用锅炉给水冷却后分别进入高压溶剂泵和脱水溶剂泵，为装置提供高压和低压溶剂。

溶剂脱水塔有一小股侧线采出，送吹净塔以分离对苯二甲酸，同时减少共沸剂的损失。

#### (8) 醋酸甲酯回收单元

醋酸甲酯回收塔进料为溶剂脱水塔倾析器分离的废水，其塔顶物料富含醋酸甲酯，该物料在塔顶冷凝器中用循环水冷凝回收醋酸甲酯，回收的醋酸甲酯送氧化反应器。

塔釜出来的废水在废水冷却器中冷却后，送装置内的废水用户，塔釜加热方式为直接加入蒸汽，该蒸汽为 PTA 第五结晶器副产。

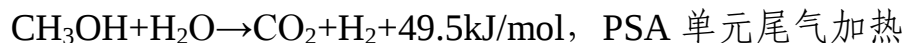
回收塔侧线采出物料中含有共沸剂，送入溶剂脱水塔倾析器。

### (9) 安全排放和洗涤

在氧化工序，所有的安全阀起跳排放均用管道送入排放洗涤塔，用工业水洗涤除去气体中的夹带的液体、固体以及可凝气体。尾气在高空排放。

## 2、制氢工序

其主化学反应机理如下：



本工序由甲醇裂解单元和 PSA 提纯单元组成。

### (1) 甲醇裂解单元

来自界区的原料甲醇与脱盐水在甲醇缓冲罐中混合，然后依次经过甲醇裂解反应器出口的原料换热器和烟气换热器进行加热，加热到指定温度后进入甲醇裂解反应器。原料甲醇在催化剂的作用下完成裂解反应，生成氢气和一氧化碳，生成的高温裂解气在原料换热器中被原料液冷却，再经水冷器冷却后进入气液分离缓冲罐，分离出的冷凝液送入甲醇缓冲罐与原料甲醇混合，循环使用。气液分离缓冲罐顶部的裂解气去 PSA 单元提纯。

### (2) PSA 提纯单元

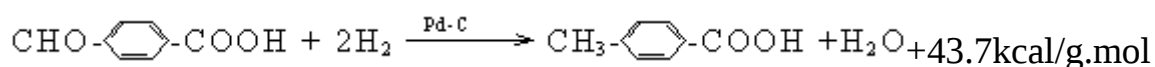
来自甲醇裂解单元的裂解气经 PSA 单元将 H<sub>2</sub> 提纯至指定的纯度，作为产品

送往加氢精制工序，PSA 单元产生的尾气送入甲醇裂解反应器作燃料。

本制氢工艺，用生产过程中产生的尾气，代替热油作为燃料提供甲醇裂解反应所需要的热量，省去了热油系统，从而避免了处理热油时所遇到的问题和麻烦，该工艺既简化了设备及其运行，又简化了生产的组织管理，经济又方便。

### 3、加氢精制工序

加氢精制过程的化学反应式如下：



从氧化工序生产的 CTA 产品中含有少量杂质，这些杂质必需除去以满足生产聚酯对原料的要求。在加氢精制工序，在高温、高压条件下，通过有选择性的液相催化加氢，将 CTA 中的主要杂质对羧基苯甲醛（4-CBA）转化为对甲基苯甲酸，由于对甲基苯甲酸比 PTA 更容易溶于水，在随后的结晶过程中，对甲基苯甲酸溶解在水中，从而与 PTA 分离。

本工序由 CTA 进料单元、加氢反应单元、PTA 结晶、分离和干燥单元、母液和排气处理单元、氢气回收和压缩单元组成。

#### （1）CTA 进料单元

干燥的 CTA 粉料计量加入进料浆料罐，与循环使用的水混合形成均匀的浆料，浆料在一系列串联加热器中预热以达到反应温度，预热后的浆料从顶部进入加氢反应器。

#### （2）加氢反应单元

加氢反应器为填料床，装填有加氢催化剂，预热后的浆料和来自制氢工序的高压氢气从顶部进入反应器，在流经催化剂床时，4-CBA 发生加氢反应转化为对甲基苯甲酸。

### （3）PTA 结晶、分离和干燥单元

PTA 结晶釜为五台串联，每台结晶釜都有连续搅拌。从加氢反应器出来的 PTA 溶液进入 PTA 第一结晶釜，减压闪蒸，然后依次进入其他结晶釜。

第一到第三结晶釜的闪蒸蒸汽用来预热 CTA 浆料，第四结晶釜的闪蒸蒸汽部分用来加热 PTA 洗涤水，剩余部分用来预热 CTA 浆料。

从第五结晶釜出来的 PTA 浆料送入带压旋转过滤器，过滤形成的湿 PTA 饼用热的脱盐水洗涤，洗涤后的 PTA 饼通过旋转阀送入 PTA 干燥器。从过滤器分离的 PTA 母液送入 PTA 母液分离罐，气体经风机送入带压旋转过滤器；母液送 PTA 母液闪蒸罐。该系统已经优化以减少操作费用。

在 PTA 干燥器中，通入热的情性气体以除去 PTA 中的水分。干燥气排气经 PTA 干燥器冷凝器用脱盐水冷却，以冷凝排气中的水蒸汽并除去固体粉尘，凝液送 CTA 进料浆料罐。

干燥后的 PTA 产品用旋转阀下料后风送到 PTA 料仓。

### （4）母液和排气处理单元

来自带压旋转过滤器的 PTA 母液在 PTA 母液闪蒸罐中闪蒸，产生的蒸汽送超低压蒸汽发生器，被冷凝同时副产超低压蒸汽，凝液送 PTA 干燥器冷凝器冷却干燥器排气。

来自不同设备的工艺凝液送入 PTA 闪蒸罐，闪蒸的蒸汽与 PTA 第五结晶釜的闪蒸蒸汽混合送超低压蒸汽发生器副产超低压蒸汽。PTA 闪蒸罐的凝液在装置内循环作为溶剂使用。

PTA 母液闪蒸罐闪蒸后的母液在排气洗涤塔中常压闪蒸，闪蒸后的浆料冷却后送 PTA 母液分离系统。分离残留物送氧化工序。

### (5) 氢气回收和压缩单元

从第一结晶釜预热器出来的排气中含有氢气和工艺蒸汽，该排气用超高压蒸汽预热后进入一氧化碳脱除反应器，反应后的气体过滤、冷却（副产低压蒸汽）后，气体中主要就是氢气，然后与外来氢混合一起进入氢气压缩机，压缩后进入加氢反应器。

## 2.4 原辅料、中间产品及产品

### 2.4.1 主要原辅材料

#### 1、项目的主要原辅材料

本项目主要原辅材料有对二甲苯、醋酸、甲醇、催化剂（四水合醋酸钴、四水合醋酸锰、钨碳催化剂等）、氢溴酸等，主要原材料使用情况见下表：

表 2.4-1 原辅材料使用情况表

| 序号        | 名称         | 单位 | 单耗 (/tPTA) | 年用量 (万吨) | 备注            |
|-----------|------------|----|------------|----------|---------------|
| 一、原材料     |            |    |            |          |               |
| 1         | 对二甲苯       | t  | 0.656      | 65.6     |               |
| 2         | 醋酸 (100%)  | kg | 33         | 3.3      |               |
| 3         | 甲醇         | kg | 0.656      | 0.0656   |               |
| 4         | 共沸剂        | kg | 0.5        | 0.05     | 保密            |
| 二、化学品和催化剂 |            |    |            |          |               |
| 1         | 钴          | kg | 0.021      | 0.0021   |               |
| 2         | 锰          | kg | 0.06       | 0.006    |               |
| 3         | HBr (100%) | kg | 0.5        | 0.05     |               |
| 4         | 加氢催化剂      | kg | 0.02       | 0.002    | 两年一换          |
| 5         | 催化剂回收剂     | kg | 0.51       | 0.051    |               |
| 6         | 催化氧化催化剂    | m3 |            |          | 16m3/次, 6 年一换 |
| 7         | 甲醇裂解制氢催化剂  | kg | 2.76       |          | 两年一换 0.3m3    |
| 三、其他辅助化学品 |            |    |            |          |               |
| 1         | 液碱 (42%)   | t  |            | 150      | 主要用于尾气洗涤和水处理  |
| 2         | 硫酸 (93%)   | t  |            | 155      | 主要用于水处理       |

项目燃料和水、电、汽（气）等用量及来源如下所示：

| 序号 | 名称        | 单位              | 小时用量      | 来源          | 备注                |
|----|-----------|-----------------|-----------|-------------|-------------------|
| 1  | 工业水       | t               | 1248      | 南充化工园区      |                   |
| 2  | 生活水       | t               | 6         | 南充化工园区      |                   |
| 3  | 电         | 度               | 16130     | 南充化工园区      | 开车最大 50000        |
| 4  | 天然气       | Nm <sup>3</sup> | 6263      | 南充化工园区      | 最大 14680（持续 9 小时） |
| 5  | 仪表空气      | Nm <sup>3</sup> | 1700      | PTA 项目自备    |                   |
| 6  | 超高压蒸汽     | t               | 92.4      | PTA 项目自备    | 最大 209（持续 9 小时）   |
| 7  | 脱盐水       | t               | 212.5     | PTA 项目自备    | 最大 500            |
| 8  | 处理后排放达标污水 | t               | 169.5     | 排至园区污水场排江管线 | 中水回用率为 60%        |
| 9  | 液氮        | m <sup>3</sup>  | 15.91（每次） | 外购          |                   |
| 10 | 循环水       | t               | 41250     | PTA 项目自备    |                   |

## 2.4.2 中间产物

本项目中间产物及副产物主要为氢气、一氧化碳、二氧化碳、醋酸甲酯、对甲基苯甲酸、羧基苯甲醛（4-CBA）等。

表 2.4-2 中间产物及副产物

| 序号 | 名称     | 主要产生环节      | 使用环节      | 备注           |
|----|--------|-------------|-----------|--------------|
| 1  | 氢气     | PSA 提纯单元    | 加氢反应单元    |              |
| 2  | 一氧化碳   | PSA 单元产生的尾气 | 甲醇裂解反应器燃料 | 尾气中，做为燃料     |
| 3  | 二氧化碳   | PSA 单元产生的尾气 | 甲醇裂解反应器燃料 | 尾气中，做为燃料的一部分 |
| 4  | 醋酸甲酯   | 氧化反应单元      | 氧化反应单元    | 醋酸甲酯回收单元浓缩回收 |
| 5  | 对甲基苯甲酸 | 母液和排气处理单元   | 氧化反应单元    |              |
| 6  | 羧基苯甲醛  | 氧化反应单元      | 加氢反应单元    |              |

## 2.4.3 产品和副产品

本项目产品主要为 PTA(精对苯二甲酸)100 万吨/年，其产品的规格见下表：

表 2.4-3 产品规格

| 序号 | 项目 | 单位       | 指标    |
|----|----|----------|-------|
| 1  | 外观 | 白色粉末     |       |
| 2  | 酸值 | mg-KOH/g | 675±2 |
| 3  | 灰分 | Wt ppm   | ≤9    |

|    |                                   |        |        |
|----|-----------------------------------|--------|--------|
| 4  | 总重金属 (Mo, Cr, Ni, Co, Ti, Mn, Fe) | Wt ppm | ≤4     |
| 5  | 对羧基苯甲醛 (4-CBA)                    | wt ppm | ≤25    |
| 6  | 对甲基苯甲酸 (PT 酸)                     | Wt ppm | ≤150   |
| 7  | 水份                                | wt%    | ≤0.2   |
| 8  | 色度 (5g/100mlDMF)                  | APHA   | ≤10    |
| 9  | b                                 | 值      | ≤1.2   |
| 10 | 典型产品平均粒度                          | μm     | 110±20 |

副产品主要是苯甲酸，苯三甲酸，邻苯二甲酸。产量总共约 4200 吨，苯甲酸约 2900 吨，苯三甲酸约 650 吨，邻苯二甲酸约 650 吨。

## 2.5 主要生产设备

### 2.5.1 主要生产设备

PTA 装置是石油化工生产中对设备要求很高的装置之一，介质有很强的腐蚀性；另外 PTA 产品有较高洁净度要求，对金属杂质特别是铁离子含量有严格的控制要求。本装置设备的选材，除了考虑满足工艺要求即考虑介质的操作温度和操作压力外，主要考虑氧化环境中高温含溴醋酸的影响。反应介质随着氧、溴、醋酸浓度、操作温度的变化，腐蚀性发生变化，所以设备材料的抗腐蚀性也相应变化，其中钛或钛/钢复合材质设备 19(套)，2205 双相不锈钢材质设备 34(套)，HASTELLOY C276 材质设备 1 台，INCOLOY800 材质设备 1 台，316H 材质设备 1 台，其余大部分设备材质为 304L 或 316L 不锈钢，还有少部分碳钢设备和混凝土设备。主要设备清单如下：

表 2.5-1 主要设备清单

| 设备名称        | 数量 | 规格                                  |
|-------------|----|-------------------------------------|
| 排放洗涤塔废水池    | 1  | Φ10000×10000×7400/740m <sup>3</sup> |
| 精制废水池       | 1  | Φ6780×6780×5000                     |
| 氧化废水池       | 1  | Φ6550×6550×5000/215m <sup>3</sup>   |
| CTA 过滤单元废水池 | 1  | Φ5650×5650×5000/160m <sup>3</sup>   |
| CTA 干燥机排气筒  | 1  | Φ2000                               |

|            |   |                                        |
|------------|---|----------------------------------------|
| PTA 干燥机排气筒 | 1 |                                        |
| 工艺空气压缩机    | 1 | 494000kg/h                             |
| 空气排放鼓风机    | 1 | 8850kg/h                               |
| CTA 干燥机鼓风机 | 2 | 9000kg/h                               |
| 催化剂抽取机     | 1 |                                        |
| 氢气压缩机      | 3 | 70kg/h                                 |
| 催化燃烧反应器    | 1 | $\Phi 3100/38\text{m}^3$               |
| 尾气洗涤塔      | 1 | $\Phi 6300$                            |
| 氧化反应器      | 1 | $\Phi 9920 \times 9800/1013\text{m}^3$ |
| 高压吸收塔      | 1 | $\Phi 3500$                            |
| 第一 CTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5800/276\text{m}^3$              |
| 第二 CTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5800/284\text{m}^3$              |
| 第三 CTA 结晶器 | 1 | $\Phi 6000/297\text{m}^3$              |
| CTA 干燥机洗涤塔 | 1 | $\Phi 2800 \times 17700$               |
| 常压洗涤塔      | 1 | $\Phi 2300 \times 1800$                |
| 溶剂汽提塔      | 1 | $\Phi 2300$                            |
| 溶剂脱水塔      | 1 | TOP: $\Phi 6900$                       |
| 回收塔        | 1 | $\Phi 3400$                            |
| 净化塔        | 1 | $\Phi 1200$                            |
| 排放洗涤塔      | 1 | $\Phi 6800$                            |
| 尾气干燥洗涤塔    | 1 | $\Phi 1500 \times 18000/33\text{m}^3$  |
| 溶解加氢反应器    | 1 | $\Phi 4000/213\text{m}^3$              |
| 一氧化碳去除反应器  | 1 | $\Phi 1200 \times 2000/2.7\text{m}^3$  |
| 第一 PTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5250/202\text{m}^3$              |
| 第二 PTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5250/181\text{m}^3$              |
| 第三 PTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5250/181\text{m}^3$              |
| 第四 PTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5250/181\text{m}^3$              |
| 第五 PTA 结晶器 | 1 | $\Phi 5250/181\text{m}^3$              |
| RPF 洗涤塔    | 1 | SUMP: $3500 \times 4000$               |
|            |   | COLUMN: $\Phi 1800$                    |
| 母液罐洗涤塔     | 1 | $\Phi 1200$                            |
| 第一燃烧器预热器   | 1 | 8.5 MW                                 |
| 第二燃烧器预热器   | 1 | 6.5 MW                                 |
| 燃烧器中间换热器   | 1 | 19MW                                   |
| 第一氧化反应器冷凝器 | 1 | 42MW $\Phi 4850$                       |
| 第二氧化反应器冷凝器 | 1 | 174MW $\Phi 5500$                      |
| 第三氧化反应器冷凝器 | 1 | 69MW $\Phi 4700$                       |
| 第四氧化反应器冷凝器 | 1 | 28MW $\Phi 4700$                       |
| 反应器冷凝器     | 1 | 10.4MW                                 |
| 反应器气体冷凝器   | 1 | 22.9MW                                 |
| 开车加热器      | 1 | 17.8MW $\Phi 850$                      |

|                   |   |                               |
|-------------------|---|-------------------------------|
| 循环加热器             | 1 | 2.4MWΦ950                     |
| 高压溶剂冷却器           | 1 | 2.0MWΦ850                     |
| 第三 CTA 结晶器冷凝器     | 1 | 19.0MWΦ1800                   |
| 喷射器冷凝器            | 1 |                               |
| CTA 真空气冷凝器        | 3 | 2.9MWΦ1200                    |
| 密封液冷却器            | 2 | 0.9MW                         |
| 第一 CTA 结晶器冷凝器     | 1 | 12.3MWΦ2700                   |
| 第一 CTA 结晶器放空冷凝器   | 1 | 3.5MWΦ840                     |
| CTA 干燥机洗涤塔冷却器     | 1 | 5.3MW                         |
| CTA 干燥机气体加热器      | 1 | 0.29MWΦ560                    |
| 常压洗涤塔塔底冷却器        | 1 | 0.4MWΦ500                     |
| 汽提塔再沸器            | 1 | 16.0MWΦ1000                   |
| 脱水塔再沸器            | 1 | 75MW                          |
| 脱水塔底部溶剂冷却器        | 1 | 5MW                           |
| 氧化母液换热器           | 1 | 5MW                           |
| 脱水塔冷凝器            | 1 | 95MW                          |
| 回收塔冷凝器            | 1 | 11MWΦ1450X7100                |
| 工艺废水冷却器           | 1 | 1.3MW                         |
| 尾气干燥器冷却器          | 1 | 0.8MW 65m <sup>2</sup>        |
| 尾气干燥洗涤塔循环冷却器      | 1 | 305m <sup>2</sup> HT Area     |
| 低压凝液再冷却器          | 1 | 5.5MW                         |
| 第三结晶器预热器          | 1 | 12.5MW                        |
| 高压凝液再冷却器          | 1 | 4MW                           |
| 第二结晶器预热器          | 1 | 21.9MW                        |
| 第一结晶器预热器          | 1 | 26MW                          |
| 高压凝液预热器           | 1 | 7.7MW                         |
| 高压蒸汽预热器           | 1 | 37.6MW                        |
| 氢气回收预热器           | 1 | 0.2MWΦ200                     |
| 氢气回收冷凝器           | 1 | 3.7MWΦ1600                    |
| 氢气回收冷却器           | 1 | 0.2MW 12m <sup>2</sup> HTArea |
| RPF BLOWER HEATER | 1 | 0.25MW                        |
| 冲洗水加热器            | 1 | 6MW                           |
| PTA 干燥机洗涤塔冷凝器     | 1 | 12MWΦ2500                     |
| 低低压蒸汽发生器          | 1 | 8.5MW                         |
| PTA 母液冷却器         | 2 | 13.2MWΦ1360                   |

|                 |   |                               |
|-----------------|---|-------------------------------|
| 放空洗涤塔冷凝器        | 1 | 7.5MW 361m <sup>2</sup> HTA   |
| 工艺水加热器          | 1 | 3.5MW HOLD                    |
| 密封水冷却器          | 1 | 1.7MW                         |
| PTA 产品冷却器       | 3 |                               |
| 锅炉进水循环冷却器       | 1 | 3.0MWΦ600                     |
| 尾气分液罐           | 1 | F4800 126.5m <sup>3</sup>     |
| 第一预热器凝液罐        | 1 | Φ1000×1500 1.44m <sup>3</sup> |
| CTA 过滤器进料罐      | 1 | Φ4400 87m <sup>3</sup>        |
| CTA 母液中间罐       | 3 | Φ3400 51m <sup>3</sup>        |
| CTA 真空泵分液罐      | 1 | Φ5000 98m <sup>3</sup>        |
| CTA 干燥机凝液罐      | 1 | VTA                           |
| 第一 CTA 结晶器放空分离罐 | 1 | Φ1900 10m <sup>3</sup>        |
| CTA 母液罐         | 1 | Φ6200 290m <sup>3</sup>       |
| 残渣蒸发器           | 1 | 1500KW                        |
| 残渣浆料接收罐         | 1 | Φ4500 113m <sup>3</sup>       |
| 脱水塔倾析器          | 1 | Φ6400                         |
| 共沸剂储罐           | 1 | Φ6400                         |
| 溴化氢储罐           | 1 | Φ2220 13.2m <sup>3</sup>      |
| 醋酸钴制备罐          | 1 | Φ3080 34.5m <sup>3</sup>      |
| 醋酸锰制备罐          | 1 | Φ3080 34.5m <sup>3</sup>      |
| 催化剂洗涤罐          | 1 |                               |
| 高压氮气缓冲罐         | 1 | 168m <sup>3</sup>             |
| 惰性气缓冲罐          | 1 | Φ3700×14600/170m <sup>3</sup> |
| CTA 料仓          | 1 | Φ12500 2650m <sup>3</sup>     |
| CTA 料仓放空空气洗涤塔   | 1 | Φ2300 17m <sup>3</sup>        |
| CTA 料仓放空空气除尘器   | 1 | Φ2300 28m <sup>3</sup>        |
| 打浆罐             | 1 | Φ5300 155m <sup>3</sup>       |
| 第四结晶器预热器凝液罐     | 1 | Φ650×1600/0.6m <sup>3</sup>   |
| 第三结晶器预热器凝液罐     | 1 | Φ950×1700/1.4m <sup>3</sup>   |
| 第二结晶器预热器凝液罐     | 1 | Φ1250×1900/2.8m <sup>3</sup>  |
| 第一结晶器预热器凝液罐     | 1 | Φ1600×2100/5.3m <sup>3</sup>  |
| 氢气回收分液罐         | 1 | Φ1000 0.12m <sup>3</sup>      |
| 第五 PTA 结晶器放空洗涤塔 | 1 | Φ1000 4.0m <sup>3</sup>       |
| RPF 进料罐         | 1 | Φ4200 81.7m <sup>3</sup>      |
| RPF 分液罐         | 1 | Φ2100 11.3m <sup>3</sup>      |
| PTA 母液闪蒸罐       | 1 | Φ3400 77.3m <sup>3</sup>      |
| PTA 闪蒸罐洗涤塔      | 1 | Φ1600 10m <sup>3</sup>        |
| PTA 干燥机凝液罐      | 1 |                               |
| PTA 干燥机洗涤塔      | 1 | Φ2300×7500/90m <sup>3</sup>   |
| PTA 闪蒸罐         | 1 | Φ2250 16.1m <sup>3</sup>      |

|                |   |                                        |
|----------------|---|----------------------------------------|
| PTA 母液浆料接收罐    | 1 | Φ3800 73m <sup>3</sup>                 |
| PTA 母液过滤器顶部溶剂罐 | 1 | Φ2470 16.3m <sup>3</sup>               |
| PTA 母液排放接受罐    | 1 | Φ1800 14.8m <sup>3</sup>               |
| 放空洗涤塔          | 1 | Φ6600/3400/2500/1100 310m <sup>3</sup> |
| 密封水罐           | 1 | Φ2500 31.6m <sup>3</sup>               |
| PTA 产品班料仓      | 3 | Φ7600×23000/1800m <sup>3</sup>         |
| PTA 产品料仓       | 3 | 12000kg/h                              |
| 超低压蒸汽闪蒸罐       | 1 | Φ2400 26.2m <sup>3</sup>               |
| 除氧器            | 1 | Φ5400 500m <sup>3</sup>                |
| 蒸汽闪蒸罐          | 1 | Φ1600 10.3m <sup>3</sup>               |
| 低压排放罐          | 1 | Φ1400 5.6m <sup>3</sup>                |
| 中压蒸汽闪蒸罐        | 1 | Φ1300 7.0m <sup>3</sup>                |
| PX 原料储罐        | 2 | 1200m <sup>3</sup>                     |
| 醋酸原料储罐         | 2 | 250m <sup>3</sup>                      |
| 醋酸原料储罐洗涤塔      | 1 | Φ750×1800                              |
| 5%碱液储罐储罐       | 1 | 1000m <sup>3</sup>                     |
| 32%碱液排放液储罐     | 1 | Φ470 0.1m <sup>3</sup>                 |
| 32%碱液储罐储罐      | 1 | 250m <sup>3</sup>                      |
| 醋酸正丙酯原料储罐      | 1 |                                        |
| 醋酸正丙酯排放液储罐     | 1 | Φ470 0.1m <sup>3</sup>                 |
| PTA 母液储罐       | 1 | Φ12410×12410/1500m <sup>3</sup>        |
| 燃烧预热器凝液泵       | 2 | 18m <sup>3</sup> /h @40m head          |
| 尾气洗涤塔循环泵       | 2 | 200m <sup>3</sup> /h                   |
| 氧化反应器搅拌器       | 1 | 2400kw                                 |
| 高压吸收塔循环泵       | 2 | 116m <sup>3</sup> /h@57m Head          |
| 第一 CTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                        |
| 第二 CTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                        |
| 第三 CTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                        |
| 第三 CTA 结晶器输送泵  | 2 | 630m <sup>3</sup> /h@25m Head          |
| CTA 过滤机进料罐搅拌器  | 1 |                                        |
| CTA 过滤器进料泵     | 3 | 313m <sup>3</sup> /h@17m Head          |
| CTA 滤液泵        | 3 | 180m <sup>3</sup> /h@51m Head          |
| 氧化循环泵          | 1 | 230m <sup>3</sup> /h                   |
| CTA 真空泵        | 3 | 18750m <sup>3</sup> /h                 |
| CTA 密封液泵       | 2 | 115m <sup>3</sup> /h @42m head         |
| CTA 干燥机洗涤塔泵    | 2 | 296m <sup>3</sup> /h @170m head        |
| CTA 母液罐搅拌器     | 1 |                                        |
| CTA 母液泵        | 2 | 410m <sup>3</sup> /h                   |
| 汽提塔循环泵         | 1 | 950m <sup>3</sup> /h @100m head        |
| 常压洗涤塔塔底泵       | 2 | 130m <sup>3</sup> /h @19.1m head       |
| 残渣浆料接收罐搅拌器     | 1 |                                        |

|                |   |                                  |
|----------------|---|----------------------------------|
| 汽提塔混合泵         | 1 | 220m <sup>3</sup> /h @24m head   |
| 残渣浆料泵          | 2 | 20m <sup>3</sup> /h @50m head    |
| 脱水溶剂泵          | 2 | 120m <sup>3</sup> /h @50m head   |
| 高压溶剂泵          | 2 | 280m <sup>3</sup> /h @206m head  |
| 脱水塔回流泵         | 2 | 700m <sup>3</sup> /h @54m head   |
| 回收塔塔底泵         | 2 | 90m <sup>3</sup> /h @70m head    |
| 溴化氢卸料泵         | 2 |                                  |
| 溴化氢进料泵         | 2 | 2.2m <sup>3</sup> /h @12m head   |
| 醋酸锰进料泵         | 2 | 1.5m <sup>3</sup> /h @23m head   |
| 醋酸钴进料泵         | 2 | 1.5m <sup>3</sup> /h @23m head   |
| 醋酸钴制备罐搅拌器      | 1 |                                  |
| 醋酸锰制备罐搅拌器      | 1 |                                  |
| 排放洗涤塔废水池泵      | 1 | 120m <sup>3</sup> /h @57m head   |
| 精制废水泵          | 2 | 212m <sup>3</sup> /h @67m head   |
| 氧化废水泵          | 2 | 230m <sup>3</sup> /h @67m head   |
| CTA 过滤单元废水泵    | 2 | 212m <sup>3</sup> /h @67m head   |
| 尾气干燥器洗涤塔一级泵    | 2 | 125m <sup>3</sup> /h @15m head   |
| 尾气干燥器洗涤塔二级泵    | 2 | 100m <sup>3</sup> /h @16m head   |
| 打浆罐搅拌器         | 1 |                                  |
| 溶解反应器低压进料泵     | 2 | 540m <sup>3</sup> /h @130m head  |
| 溶解反应器高压进料泵     | 3 | 250m <sup>3</sup> /h @970m head  |
| 第一 PTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                  |
| 第二 PTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                  |
| 第三 PTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                  |
| 第四 PTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                  |
| 第五 PTA 结晶器搅拌器  | 1 |                                  |
| 浆料循环泵          | 2 | 560m <sup>3</sup> /h @61.5m head |
| RPF 进料罐搅拌器     | 1 |                                  |
| RPF 进料泵        | 3 | 275m <sup>3</sup> /h @23m head   |
| PTA 母液闪蒸罐搅拌器   | 1 |                                  |
| PTA 干燥机凝液泵     | 1 |                                  |
| PTA 干燥机洗涤塔塔底泵  | 2 | 275m <sup>3</sup> /h @91m head   |
| 高压冲洗水泵         | 1 | 400m <sup>3</sup> /h @170m head  |
| 工艺凝液泵          | 2 | 48m <sup>3</sup> /h @32m head    |
| PTA 母液泵        | 3 | 600m <sup>3</sup> /h @73m head   |
| PTA 母液浆料接收罐搅拌器 | 1 |                                  |
| PTA 母液浆料泵      | 2 | 18m <sup>3</sup> /h @210m head   |
| 放空洗涤塔搅拌器       | 1 |                                  |
| 高压密封水泵         | 2 | 66m <sup>3</sup> /h @690m head   |
| 低压密封水泵         | 2 | 224m <sup>3</sup> /h @111m head  |
| 低压蒸汽凝水泵        | 2 | 700m <sup>3</sup> /h @87m head   |

|                                       |   |                                 |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| 中压蒸汽冷凝水泵                              | 2 | 700m <sup>3</sup> /h @117m head |
| 凝液回流泵                                 | 2 | 510m <sup>3</sup> /h @40m head  |
| 排放凝液泵                                 | 2 | 55m <sup>3</sup> /h @38m head   |
| PX 转移泵                                | 1 | 150m <sup>3</sup> /h @280m head |
| 醋酸转移泵                                 | 1 | 10m <sup>3</sup> /h @50m head   |
| 醋酸进料泵                                 | 1 | 200m <sup>3</sup> /h @50m head  |
| 32%碱液卸料泵                              | 2 | 25m <sup>3</sup> /h @17m head   |
| 低压蒸汽泵                                 | 1 | 50m <sup>3</sup> /h @600m head  |
| 中高压蒸汽泵                                | 2 | 50m <sup>3</sup> /h @200m head  |
| 32%碱液泵                                | 2 | 20m <sup>3</sup> /h @31m head   |
| 中高压蒸汽计量泵                              | 1 | 2m <sup>3</sup> /h @200m head   |
| 醋酸正丙酯卸料泵                              | 1 |                                 |
| 醋酸正丙酯进料泵                              | 1 | 20m <sup>3</sup> /h @34m head   |
| 醋酸正丙酯制备泵                              | 1 | 1m <sup>3</sup> /h @34m head    |
| PTA 母液储罐泵                             | 1 | 240m <sup>3</sup> /h            |
| PTA 母液储存洗涤塔泵                          | 1 | 9.5m <sup>3</sup> /h            |
| 第三 CTA 结晶器喷射器                         | 1 |                                 |
| 脱盐水喷射器                                | 1 | 365te/h                         |
| 高压蒸汽降温喷射器                             | 1 |                                 |
| 碱液静态混合器                               | 1 |                                 |
| 32%碱液储罐蒸汽喷射器                          | 1 |                                 |
| 对二甲苯过滤器                               | 2 | 100750kg/h                      |
| CTA 旋转真空过滤机                           | 3 | 25.0m <sup>2</sup>              |
| CTA 干燥机系统                             | 1 | 168000kg/h                      |
| CTA ML FILTER                         | 1 | 60000 kg/hr 0.5% solids         |
| 催化剂加料系统                               |   |                                 |
| 醋酸锰过滤器                                | 1 | 3.0m <sup>3</sup> /h            |
| 醋酸钴过滤器                                | 1 | 3.0m <sup>3</sup> /h            |
| 高压氮气过滤器                               | 1 | 4000 kg/h HOLD                  |
| CTA 输送气过滤器                            | 1 | 10000kg/h Inert Gas             |
| 尾气干燥器                                 | 2 | 50000kg/h Inert Gas HOLD        |
| CTA 料仓松动气过滤器                          | 1 | 5000kg/h                        |
| 浆料进料过滤器                               | 2 |                                 |
| 氢气回收过滤器                               | 1 | 67000kg/h                       |
| 旋转压力过滤机                               | 3 | 70,000 kg/h dry solids          |
| PTA 干燥机系统                             | 1 | 168 te/h DRY PTA                |
| PTA 母液分离器系统                           | 2 | 170,000 kg/h                    |
| 低压密封水泵进口过滤器                           | 1 | 224m <sup>3</sup> /h            |
| PRODUCT BATCH TANK ROUSING GAS FILTER | 2 | 700kg/h Inert Gas               |
| 产品输送气过滤器                              | 1 | 12500kg/h                       |

|               |   |                                   |
|---------------|---|-----------------------------------|
| PTA 产品班料仓过滤器  | 3 | 8000kg/h                          |
| PTA 输送气过滤器    | 1 | 12000kg/h Inert gas               |
| PTA 产品过滤器     | 2 | 180000kg/h                        |
| PTA 产品料仓袋式过滤器 | 2 | 12000kg/h                         |
| PTA 产品料仓进气过滤器 | 2 | 4000kg/h                          |
| PTA 产品料仓袋式过滤器 | 6 | 40te/h                            |
| 锅炉进水加药系统      | 1 |                                   |
| 母液储存罐喷射混合器    | 1 | $\Phi 12410 \times 12410/1500m^3$ |
| CTA 滤饼下料螺旋    | 3 | 126000 kg/h                       |
| CTA 滤饼进料螺旋    | 1 | 252000 kg/h                       |
| CTA 滤饼输送螺旋    | 1 | 252000 kg/h                       |
| CTA 滤饼排气筒进料螺旋 | 2 | 252000kg/h                        |
| CTA 干燥机进料螺旋   | 1 | 252000 kg/h                       |
| CTA 干燥机进料传送   | 1 | 252000 kg/h                       |
| CTA 干燥机下料旋转阀  | 1 | 168000 kg/h                       |
| CTA 料仓下料旋转阀   | 3 | 85000 kg/h                        |
| RPF 下料旋转阀     | 3 | 77000 kg/h WET SOLIDS BASIS       |
| RPF 滤饼下料螺旋    | 3 | 77000 kg/h WET SOLIDS BASIS       |
| RPF 滤饼交叉螺旋    | 2 | 168000 kg/h DRY SOLIDS BASIS      |
| PTA 干燥机进料螺旋   | 1 | 168000 kg/h DRY SOLIDS BASIS      |
| PTA 干燥机下料旋转阀  | 1 | 168000 kg/h                       |
| PTA 班料仓下料旋转阀  | 2 | 168000 kg/h                       |
| 甲酸钠计量装置       | 1 |                                   |
| 液氮存储和分气包      | 1 |                                   |

其中氧化反应器、加氢反应器、溶剂脱水塔、反应器第一冷凝器、反应器第二冷凝器、CTA 干燥机、PTA 干燥机属于大型超限设备。

## 2.5.2 关键设备简要说明

### 1、D1-301 氧化反应器

氧化反应器是 PTA 装置中最重要反应设备。在氧化反应器中，对二甲苯于醋酸溶液中在催化剂作用下和空气进行氧化反应生成粗对苯二甲酸（CTA）。反应器结构型式为立式带搅拌器的反应器。设计压力为 2.09MPa/FV，设计温度为 281℃。尺寸规格为  $\Phi 9920 \times 9800$ ，壳体厚度约为 80~90+3mm，设备空重约 400

吨。因内部醋酸介质在高温下有极强的腐蚀性，故设备主体材质选用低合金钢内复合钛材，搅拌器采用全钛材。

## 2、加氢反应器（D1-1301）

氢化反应器是 PTA 装置中最重要的大型设备之一。为立式带填料床反应器，内装加氢催化剂，浆料和高压氢在其中反应，4-CBA 杂质发生加氢反应转化为对甲基苯甲酸。设计压力为 12MPa/FV，设计温度为 350℃，尺寸规格为  $\Phi 4800 \times 19000$ ，主体材质选用低合金钢内复合 304L 不锈钢，壳体厚度约为 200mm，设备空重约 390 吨。

## 3、溶剂脱水塔（D1-601）

溶剂脱水塔是本装置的大型重要设备之一。设计压力为 0.45MPa/FV，设计温度为 190℃，尺寸规格为  $\Phi 6500 \times 39000$ ，主体材质为 2205 双相钢，塔空重约 135 吨。

## 4、反应器第一冷凝器（E1-303）

反应器第一冷凝器是本装置的大型重要设备之一。设计压力：壳程为 1.5MPa/FV，管程为 2.09MPa/FV，设计温度：壳程为 230℃，管程为 281℃。结构形式为卧式釜式固定管板管壳式换热器，尺寸规格为  $\Phi 3900 / \Phi 5100 \times 14700$ ，换热面积为 1540m<sup>2</sup>，冷凝器空重约 145 吨。主体材质：壳程为碳钢，管程为碳钢复合钛，换热管为钛管，换热管长 4900mm。

## 5、反应器第二冷凝器（E1-304）

反应器第二冷凝器属本装置的大型重要设备之一。设计压力：壳程为 0.55MPa/FV，管程为 2.09MPa/FV，设计温度：壳程为 185℃，管程为 252℃。结构形式为卧式釜式固定管板管壳式换热器，尺寸规格为  $\Phi 3900 / \Phi 5100 \times 18300$ ，管

板厚约为 120mm，碳钢复合钛材，换热面积为 4500m<sup>2</sup>，冷凝器空重约 165 吨。

主体材质：壳程为碳钢，管程为碳钢复合钛，换热管为钛管，换热管长 8500mm。

#### 6、CTA 干燥机（M1-423）和 PTA 干燥机（M1-1423）

CTA 干燥机和 PTA 干燥机均为是本装置的重要大型设备。其作用是除去 CTA 和 PTA 中多余的醋酸和水分。结构形式为卧式回转圆筒形干燥机，两端中心进/出料，蒸汽走管程，物料走壳程。干燥机规格为  $\Phi 5150 \times 31500$ 。主体材质为 2205 双相不锈钢。干燥机空重约 195 吨。

#### 7、工艺空气压缩机（C-113）

工艺空气压缩机为本装置最重要的转动设备，结构也很特殊。是一成套设备包。

本设备为一台集压缩机、蒸汽透平、尾气膨胀机、电机/发电机为一体化的离心式压缩机组。本项目 PTA 装置采用单线单机。

#### 8、CTA 结晶器和 PTA 结晶器

本装置共有 4 台 CTA 结晶器和 5 台 PTA 结晶器，均带搅拌器。壳体材料分别为碳钢复合钛材、双相不锈钢以及碳钢复合 304L 不锈钢，搅拌器分别为钛材、双相不锈钢以及 304L 不锈钢。

## 3 生产经营单位主要危险、有害因素分析

### 3.1 物料主要危险、有害因素辨识

根据《危险化学品目录》(2015 年版)和《危险货物品名表》(GB12268-2012)，本项目生产储存过程中涉及的危险化学品主要包括：对苯二甲酸、对二甲苯、醋

酸、醋酸正丙脂、氢氧化钠、氢气、氢溴酸、甲醇、醋酸甲酯、醋酸钴、液氮、氮气、盐酸和硫酸等。各危险化学品的 MSDS 见附件。

上述物料在储存和使用过程中，若发生泄漏，可能发生火灾、爆炸、中毒窒息和灼烫等事故。

## 3.2 生产工艺主要危险、有害因素分析

### 3.2.1 火灾、爆炸

各生产车间的低压配电系统及其他带电及用电的设备设施。用电设施的用电负荷大，电缆表面绝缘材料为可燃物质，当电缆自身故障，老化或高温物体与电缆接触时，易引起电缆着火，且电缆着火的蔓延速度极快，易酿成火灾。同时电气设备设施及线路短路、过载、接触不良、散热不良、雷击等可引发电气火灾，且燃烧时还会产生有毒烟气。

爆炸按爆炸性质分为物理爆炸和化学爆炸。物理爆炸主要是压力容器的超压发生的爆炸。化学爆炸是可燃气体、蒸气或粉尘与空气混合易形成爆炸性混合物发生的爆炸。

本项目可能发生的爆炸事故有：压力容器爆炸、可燃性气体（氢气）与空气混合形成的爆炸、可燃性蒸汽（对二甲苯、醋酸、甲醇等）与空气混合形成的爆炸、可燃性粉尘（对苯二甲酸）与空气混合形成的爆炸等。

由于 PTA 生产过程中使用的物料对二甲苯、醋酸、氢气等都易燃易爆，对整个生产过程对各类设备特别是关键设备可靠性的要求较高，若设计中考虑不周，施工中把关不严或者运行中的管理松懈、操作不当，发生泄漏，遇明火、火花或高热物质，发生火灾和爆炸事故，爆炸产生的冲击波易造成人员伤亡和建（构）

筑物及设备损坏。

### 1、PTA 氧化反应工艺过程

氧化反应是原料对二甲苯(PX)和压缩空气中的氧气(O<sub>2</sub>)在以醋酸(HAC)为溶剂,醋酸钴和醋酸锰为催化剂,氢溴酸为促进剂的反应体系中,在一定的压力和温度条件下发生反应,生成对苯二甲酸(PTA)的过程。氧化反应的压力约1.15MPa,反应温度约187℃~189℃。反应过程中,介质腐蚀性极强,因而对接触该介质的设备材料要求极高。反应温度在醋酸、对二甲苯等易燃易爆物质的沸点以上,如果反应器腐蚀发生泄漏,在空气中遇到火源,则容易引起火灾、爆炸事故。

若人员操作失误,仪表失灵而引起泄漏;阀门、管线以及设备、阀门与管线连接处的泄漏;避雷装置或静电接地保护装置若未定期检测、失效或电阻增大;系统检修时,置换不合格或隔离不合要求,违章动火或不遵守禁烟令等可导致火灾爆炸事故的发生。

本项目氧化反应属于国家安全监管总局公布的首批重点监管的危险化工工艺,反应原料具有燃爆危险性,反应气相组成容易达到爆炸极限,具有闪爆危险。

### 2、PTA 精制反应工艺过程

氧化反应产生的粗PTA,采用在钯碳(Pd/C)催化剂的催化作用下与氢气发生还原反应将4-CBA还原为易溶于水的PT酸,从而实现去除杂质。加氢精制反应为放热反应,反应的压力为7.7~8.0MPa,温度约为286~288℃。属于高温、高压反应。若管道发生泄漏,人员操作失误,可能导致反应物料发生泄漏,PTA、氢气等与空气接触,遇到点火源可能导致发生火灾爆炸事故。

本工艺反应为放热反应,若不严格控制工艺指标、人员操作失误、仪器仪表

失灵而使反应器温度超温、超压可能导致反应容器爆炸事故。

本项目 PTA 精制反应过程主要是加氢反应，加氢反应属于国家安全监管总局公布的首批重点监管的危险化工工艺，反应物料具有燃爆危险性，氢气的爆炸极限为 4%—75%，具有高燃爆危险特性；加氢为强烈的放热反应，氢气在高温高压下与钢材接触，钢材内的碳分子易与氢气发生反应生成碳氢化合物，使钢制设备强度降低，发生氢脆；催化剂再生和活化过程中易引发爆炸；加氢反应尾气中有未完全反应的氢气和其他杂质在排放时易引发着火或爆炸。

### 3、PTA 包装车间和成品库

PTA 可燃，其粉末与空气混合后，遇到点火源可能导致发生火灾爆炸事故，如果 PTA 包装车间和成品库房电气设置未按照《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》进行设计、安装和使用，包装车间和成品库房的建筑设计不符合《粉尘防爆安全规程》、《粉尘爆炸泄压指南》的规定，可能导致发生火灾爆炸事故。

### 4、甲醇制氢

本项目 PTA 精制反应所需要的氢气，由甲醇裂解制取，如果管道、阀门发生泄漏，甲醇和氢气泄漏到空气中，遇到点火源可能导致发生火灾爆炸事故。若不严格控制工艺指标、人员操作失误、仪器仪表失灵而使反应器温度超温、超压可能导致反应容器爆炸事故。

甲醇制氢过程设置有氢气储罐，如果没有按要求设置安全阀等安全附件，操作人员未正确开关阀门，可能导致储罐超压爆炸事故。

### 5、储罐区及储运设施

罐区内的介质主要是对二甲苯、醋酸等易燃易爆物质，其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火或高热能引起燃烧爆炸。

(1) 输送管道防渗漏、防静电处理不当时，易造成管道损坏及物质泄漏等异常情况，若遇静电火花或其它点火源，可能引发火灾。

(2) 在装卸过程中，若卸车管道内的空气未排净进入储罐内，在罐体内上部与挥发的可燃蒸汽混合形成爆炸性混合气体，遇火源会发生爆炸事故。

(3) 卸车时，作业人员若未按正确操作规程开启阀门，可造成卸车泵过负荷启动，损坏电机。若较长时间不开泵出口阀，可燃物质在管内不能及时输送，压力、温度升高而造成可燃物质从法兰连接处或阀杆处，泵填料处外泄，遇点火源会引起燃烧。

(4) 灌装可燃物质时，若汽车罐车及管道未采取接地措施，物料流动产生的静电不能对地导通，静电积聚放电可能发生火灾事故。

(5) 若运输可燃物质的车辆、罐车不符合安全要求，未使用专用车辆运输，在运输途中，由于碰撞等原因造成槽罐破裂（特别是焊缝处）引起泄漏，可能发生火灾、爆炸以及中毒事故。

(6) 若运输司机、押运员未经过专业安全培训（或未配备押运员）取得相关资质，其安全知识缺乏，错误的操作可能引发事故，或在发生事故时不能及时正确地处理，引起事故扩大。

## 6、空分装置

本工艺过程涉及的主要危险化学品为液氮和压缩空气。空气中水分含量过高会造成设备管线冰堵。空气中二氧化碳含量过高会造成设备管线冰堵。空气中碳氢化合物含量过高会造成碳氢化合物液氧、氧气设备管线富集，易引发液氧、氧气设备管线化学爆炸。

上塔液氧排放不及时，排放量过小均会造成碳氢化合物含量超标；如不对液

氧中碳氢化合物含量进行监测，可能造成液氧中碳氢化合物含量超标问题；这些均可能造成化学爆炸事故。

液氧主冷器不采用全浸操作，会导致碳氢化合物壁面析出，二氧化碳颗粒堵塞等问题，特别是碳氢化合物壁面析出可能导致化学爆炸事故。

如冷箱内富氧管道轻微泄漏或外界空气进入产生冷凝作用，使得部分珠光砂带有低温液体，扒砂时与高温珠光砂混合迅速汽化产生高压从而产生破坏作用。

### 3.2.2 中毒窒息

PTA 生产工艺过程中使用到对二甲苯、醋酸、甲醇、氢溴酸等有毒有害物质，由于设备设施故障、阀门管线泄漏，物料泄漏，人员吸入高浓度的对二甲苯、醋酸、甲醇、氢溴酸等，易发生急性中毒。若在含此有毒有害物质的空气环境中长期工作，可导致慢性中毒。造成人员中毒事故的主要原因包括：

- 1、设备腐蚀、装置设备、管材有损坏、违章操作等原因造成有毒、有害气体泄漏并且浓度超标；
- 2、报警装置失效；
- 3、误食入、吸入或皮肤与有毒物质经常性接触侵入；
- 4、作业人员未戴防护用具或防护用具损坏。

### 3.2.3 灼烫

PTA 生产工艺物料和设备的温度较高，若操作不当有可能造成设备损坏，高温介质外泄，或操作人员一旦接触外露的高温设备和管线都将造成烫伤。本项目使用的高温高压的蒸汽正常或事故条件下的外泄，会造成人员烫伤。工作介质、

蒸汽等可能造成人员烫伤。

本项目使用到烧碱等腐蚀性物质，如果管线发生泄漏，人员接触到腐蚀性物质，可能发生化学灼伤。

### 3.2.4 机械伤害

1、安全操作规程不健全或管理不善，对操作人员缺乏基本训练。操作人员不按安全操作规程操作，没有穿戴合适的防护服和佩带必要的防护用具。

2、设备在非最佳状态下运转。机械设备在设计、结构和制造工艺上存在缺陷，机械设备的组成部件、附件和安全防护装置的功能失效和人为的损坏等，均可能导致机械设备伤害事故的发生。

3、工作场地环境不好也是造成伤害事故的原因之一。如工作场地照明不良、温度、噪声过高、地面或脚踏板湿滑、设备布局不合理、物品堆放不合理等。

4、工艺规程和工装不符合安全要求，采用的工艺无安全设施和措施等。

5、生产过程中，转动设备由于设计不合理、防护装置不完善、不可靠或操作、维修人员不严格执行规程，均可能对人体造成机械伤害。

6、生产装置中有泵类等转动设备，如防护措施不到位，或防护措施存在缺陷，或在事故及检修等特殊情况下，会存在机械伤害的可能性。

7、维修人员检修转动机械设备，电气开关没有挂牌“不得启动”警示或采取锁闭措施，会有作业人员误启动开关，造成检修人员受到机械伤害的危险。

8、凡在作业现场的人员均不得外露长发，工作服要做“三紧”，否则，会有局部接触机器转动部位而发生机械伤害的危险。

9、当转动部分缺少护栏护罩时，操作、擦洗时职工触及可能发生撞击，衣

物或长发被缠绕而造成的伤害。

### 3.2.5 高处坠落/物体打击

1、凡在坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）有可能坠落的高处进行的作业，均称高处作业。高处作业中发生坠落造成的伤亡事故叫高处坠落。

2、工艺操作平台以及走梯，如果没有设计安装护栏或围栏损坏、护栏高度不足 1.05m、无防滑措施、无踢脚板，或设备与操作面的间隙过大，未采取防护措施，作业人员作业时，存在发生高处坠落的危险。

3、维修人员高处作业，没有脚手架、没有佩带安全带等防护措施，有发生作业人员高处坠落的危险。

4、职工在操作及检修交叉作业中，有受到物体打击的危险。

5、进入生产区人员未戴安全帽，发生意外时有使作业人员受到物体打击的危险。

6、若设备带病运转，设备零部件脱落，可能发生物体打击事故，造成人员伤亡。

7、若从业人员在传递零部件过程中，人为乱扔、投递，可能发生物体打击事故，造成人员伤亡、财产损失。

### 3.2.6 触电

1、配电系统、电气设备、照明开关箱等，如果没有安装触电保护接地措施，设备开关、线路等出现绝缘损坏或潮湿漏电等故障，作业人员作业时，存在发生触电的危险。

2、若电气设备发生故障或电气安装不规范，缺少接地或接零，或接地接零损坏失效，则会发生触电事故。

3、沿墙壁敷设或沿地面铺设的临时线路无保护套管或绝缘损坏，接触人体也会发生触电事故。

4、若电工无证上岗或作业时违反操作规程，也会造成触电事故。阴雨天气进行电气作业，启动或停运电气设备，易遭受电击伤。

### 3.2.7 车辆伤害

车辆伤害是指机动车辆引起的伤害事故。事故的原因主要是缺乏安全知识的教育，作业人员精力不集中、麻痹大意，作业条件不符合安全要求以及运输设备和运输工具缺陷。

在原料和产品的运输过程中，若车辆故障或人员防护不当、违反操作规程等，存在受到车辆伤害的危险。

### 3.2.8 淹溺

作业人员在池边取样、巡视、维修，如无防护栏杆、防护栏杆高度强度不符合要求、无安全警示标志、人员违反操作规程等，均可能造成人员跌落水中，发生淹溺事故。

### 3.2.9 毒物危害

该项目生产中所涉及到的危险化学品具有毒性，对操作工身体能够造成健康危害。根据国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ230-2010），企业只要采取有效的对策措施，职工严格按工艺操作，佩戴好卫生防护设施，防止设备

管道“跑、冒、滴、漏”等措施，加强车间内通风，其危害程度达到可接受程度。

### 3.2.10 噪声危害

噪声的危害包括对人体的影响和对生产活动的影响，对人体的影响包括对听力的影响和对人体生理和心理的影响。

噪声可诱发事故，在高噪声环境中作业，人的心情烦躁，容易疲劳，反应迟钝，工作效率下降，工伤事故增多。强噪声还会损坏建筑物，如抹灰开裂、墙裂缝、玻璃损坏等。

### 3.2.11 粉尘危害

本项目生产过程中产生少量粉尘，若作业场所内粉尘浓度超标；操作者未按要求穿戴防尘用品或防尘用品不符合标准，且长期接触，易造成粉尘危害，严重者可引发尘肺病。

## 3.3 危险性较大设备设施主要危险、有害因素辨识

本项目使用的危险性较大设备与特种设备主要包括：氧化反应器、精制反应器、结晶器、干燥机、加热器、氢气储罐、氢气压缩机、双梁起重机、大型储罐、压力容器及压力管道等。

如这些设备装置的材质、设计、加工、制造、安装等主要环节没有严格执行有关规范、标准，设备装置的强度和密封性能不能满足工艺要求，设备设施质量因素如材质错误、品质不符、强度不足、加工焊接组装缺陷、结构缺陷、密封失效等。就会发生物料泄漏等并进一步引起火灾爆炸、中毒、化学灼伤等事故。

### 3.3.1 压力容器和压力管道

PTA 生产过程使用压力容器和压力管道，最高操作压力为 7.7 ~ 8.0MPa，最高温度为 286 ~ 288℃。若生产过程中操作不当，或压力容器和压力管道本身有缺陷，可引起系统的泄漏，而导致火灾、爆炸等事故。

造成压力容器、压力管道事故的因素有：

1、PTA 精制反应加氢为强烈的放热反应，氢气在高温高压下与钢材接触，钢材内的碳分子易与氢气发生反应生成碳氢化合物，使钢制设备强度降低，发生氢脆；

2、压力容器和压力管道超过操作压力运行；

3、压力容器和压力管道因受腐蚀、使管壁减小，强度下降；

4、安全附件，如安全阀、爆破板安装不全或失灵；

5、设计材料选择不当或施工焊接质量缺陷；

6、不同规格的压力容器通过配管、管道连接在一起，由于液位不够而存在高压串低压等现象，从而导致容器破裂、爆炸的现象发生。

### 3.3.2 换热设备

冷凝器（换热器）是化工工艺中使用比较广泛的设备，由于换热器工作的介质具一定腐蚀性等，加之生产过程处理量大，连续性强，换热器正常运行的困难较多，稍有不慎就会发生事故。据国外化工设备损坏情况统计资料介绍，换热器的损坏率在所有化工设备损坏的比例中所占比列最大，达到 27.2%。

换热器管束、封头失效，管子胀口泄漏、腐蚀以及因换热器材料疲劳、零部件损坏、列管结垢换热效果差温度过高，均可能引起故障。

资料显示，热交换器的事故类型主要有严重泄漏和管束蚀穿几种。其中设计不合理、制造缺陷、材料选择不当、腐蚀严重、水垢过多、违章作业、操作失误和维护管理不善是导致事故的主要原因。

### 3.3.3 压缩机

本项目所使用的压缩机主要是氢气压缩机、空气压缩机，如产生泄漏，会造成人员窒息，散发在空气中浓度达到爆炸极限，遇火极易发生火灾、爆炸；传动部件的安全防护设施缺失，有可能对人员造成机械伤害；由于可行性研究报告中没有注明压缩机的结构型号，其危险有害因素辨识按离心式和活塞式来考虑。

1、介质输送流量过大，温度、压力急剧升高，易发生火灾、爆炸事故；

2、压缩机段间的安全阀失效；润滑系统不可靠，冷却系统发生故障，段间气体温度过高；压缩过程产生的热量没有被冷却夹套及时交换而使缸体温度急剧升高，造成缸体爆裂；

3、没有进行定期检修、维护和保养，备品备件、易损件没有及时更换；监控显示、联锁保护系统、报警系统等不全或失效；

4、平衡（离心式压缩机包括动静平衡）产生偏差，安装误差过大，振动过大，或发生共振现象；

5、复式压缩机余隙容积调整不符合要求，余隙容积过大，压缩工况产生变化，无用功增大，长期运行，压缩机的故障率加大；余隙容积过小，压缩机运行时，由于温度的升高，轴和活塞膨胀，产生顶缸现象；

6、压缩机磨损严重，滑动轴承、十字块等接触面小于 70%，没有进行研刮或重新浇注巴氏合金，油膜压力不均匀，巴氏合金可能会受损甚至烧毁；

7、往复式压缩机缸体出气阀上的弹簧断裂或导向轴卡住，缸体压力急剧升高而引起缸体爆裂；阀片没有研磨合格，气体倒流，对压缩机的对称平衡产生影响；

8、往复式压缩机一段缸进口压力过高，其他段的压力可能超过压缩机缸体承压极限，发生爆裂；

9、离心式压缩机应为多级压缩，轴比较长，转速高，如果轴的强度和刚度不够，可能产生危险；转子材料选型不当，会加快磨损；

10、离心式压缩机设计和制造缺陷，没有避开喘振区，发生喘振，管道与机器接口安装时强力配管，力量传递到机器上，使机器的安装精度发生变化；

11、运动部件如果没有防护装置（如罩、网等）极易对人身造成伤害；

12、如果没有设置紧急停车按钮。当出现紧急情况时，就不能立即断电停机，有可能发生设备损坏或人身伤害事故，或者使事故后果扩大；

13、压缩机、风机的润滑系统管道破裂，润滑油处于雾化状态，遇明火发生火灾，此情况一般出现在安装或检修期间进行润滑系统油循环作业；

### 3.3.4 储罐区

1、浮顶罐若浮盘及定位杆等密封损坏、老化，可引起储存物质泄漏，在浮顶上方与空气混合形成爆炸性混合气体，遇点火源会发生爆炸事故。

2、储罐浮顶的防静电连接线因腐蚀等原因断裂，若出现静电放电，遇泄漏至浮盘上部的可燃蒸汽可能引发爆炸事故。

3、若向浮顶罐进料时不注意液位，可能造成罐内超压引起浮盘各密封泄漏，甚至罐体变形破裂。

4、若储罐进出口管未采用柔性连接，当管道线形膨胀时可能引起设备或管道损坏，导致可燃物质泄漏，引起火灾爆炸事故。

5、若用各种设备选用的材质和制造存在缺陷，在长期使用过程中，可能出现设备变形、损坏，引起设备内物料泄漏，造成火灾、爆炸、中毒事故。

6、若所选用的设备的各种附件或安全防护装置失灵（如安全阀、压力表、温度计、液位计等）或配置不当，在运行过程中，一旦工艺操作指标出现偏差或人员操作失误，可能引起火灾爆炸事故，同时造成有毒有害物料泄漏，引起人员中毒。

7、若接触易燃易爆物品的容器、管道、泵等设施未采取防静电措施或其防静电连接不可靠，其静电积聚放电产生的电火花为易燃易爆环境提供引燃、引爆源，有可能发生火灾爆炸事故。

8、贮存设备的防火间距不符合规范要求，一旦某一台设备发生意外，发生火灾，会波及其它设备，引起事故的进一步扩大；罐区如果没有设置防火堤，一旦发生意外发生泄漏或火灾爆炸，物料和事故消防水会向外溢出，蔓延到其它界区。

### 3.3.5 安全泄放设施

涉及爆破片 + 安全阀的安全泄放装置存在如下问题：

爆破片爆破后如产生碎片会造成安全阀不能回位或开度不够。

爆破片如不能在有效期内有效抵抗氯化氢，盐酸等的腐蚀，会在腐蚀爆破片后造成爆破片低压爆破，继而腐蚀安全阀，可能造成超压后无法开启安全阀。

安全阀与吸收系统相连，如不采用爆破片隔绝，存在尾气腐蚀安全阀的危险。

爆破片和安全阀之间的空间如不设置压力表和放空阀（正常时应处于关闭状态），会形成背压，造成安全阀和爆破片不能正常作用。

如不经常检查爆破片和安全阀之间的压力表的压力，就不能及时发现爆破片的破裂情况，存在腐蚀安全阀的危险。

泄压系统的泄压能力不足可能造成超压爆炸。

排放温度高于自燃温度的安全泄放装置如不增加泄放灭火装置，会导致火灾。

### 3.3.6 自动控制系统

自动控制系统应根据系统的重要程度进行冗余设计，否则可能导致重要系统瘫痪，如消防控制系统，连锁控制系统。

各工艺装置应设置独立的防手动、自动误操作功能。

自控系统如无防黑客，防病毒功能，并适时改进，可能导致自动控制系统被外人操纵，不能正常运行。

重要数据如无适时备份，可能造成系统瘫痪后数据无法恢复，生产程序混乱；备份不分开存放可能造成事故时数据同时受损。

可燃有毒气体检测报警装置的设置如不满足 GB50493-2009《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》要求，可能造成漏检漏报。

涉及危险化工工艺的装置自动控制水平过低可能因控制不力导致严重后果。

## 3.4 自然因素条件主要危险、有害因素分析

### 1、不良地质条件

若厂区组织施工设计之前未进行岩土工程勘察，场地存在不良地质条件，施

工时未采取措施,则该项目建筑构筑物会受到不良地质条件的影响。不良的地质条件会直接影响项目的厂房建筑和室外装置的基础、设备设施基础的稳定性,若其基础发生沉降,不但会造成坍塌事故,还会造成与之连接的物料管道、电气导线的断裂,可造成物料泄漏,可导致火灾、中毒事故和其他次生灾害事故的发生。因此,建(构)筑物、设备基础等设施的施工图设计应充分考虑建设场地地质构造的特性,采取相应的安全对策措施,否则将可能发生建(构)筑物和设备、设施的变形、沉陷、倒塌,甚至影响人员的安全。

## 2、地震

强烈的地震可能造成建(构)筑物和生产设备的破坏,发生建筑、高大设备的坍塌事故,同时可能造成物料的大量泄漏,从而导致各种事故及次生灾害的发生。

## 3、雷击

雷电是大自然的一种放电现象,拥有极其巨大的能量密度,防御不当可能给企业带来事故影响。雷击可能造成脱硫装置、发电机房等建(构)筑物、供配电设施、自控设施的损坏,可造成人员的伤亡和财产的损失。

## 4、水灾

若厂区竖向布置设计不符合要求,或者所在开发区内排水设施不能满足要求,若遇较强的暴雨,可能造成水淹厂区,建筑内进水,不但会损坏设备造成停产,严重时可能造成次生灾害事故的发生。另外内涝会对场地设施造成影响,造成危险废物泄漏,污染土壤及大渡河水。

## 5、泥石流、山体滑坡和滚石

大量突发性或连续性的降水积蓄到足够引发山体滑坡、泥石流的储量或破坏

性地震引发山体断裂，都可能引起山体滑坡及泥石流灾害。

人为因素上，不合理的人类工程活动，如开挖坡脚、坡体上堆载、水路蓄泄水等都可能诱发滑坡。修建铁路、公路、依山建房时，如进行大力爆破、强行开挖，会使坡体下部失去支撑而发生滑坡、塌方。

持续降雨、差异风化、水流冲刷、冻融循环、根劈作用、地震、气温变化、人类活动等都可直接或间接地引起一个或多个石块在重力的作用下沿斜坡向下运动，致使出现滚石灾害。

## 3.5 危险化学品重大危险源辨识与分级

### 3.5.1 辨识依据及方法

#### 1、定义

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

#### 2、单元划分

根据 GB18218-2018 中单元的定义，涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

##### 生产单元

危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为隔界限划分为独立的单元。

##### 储存单元

用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独

立的单元。

### 3、临界量

根据 GB18218-2018 中临界量的定义“某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量”。

### 4、辨识依据

主要依据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 进行辨识：

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

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

$$S = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：S——辨识指标；

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

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨(t)。

危险化学品储罐以及其他容器、设备或仓库区的危险化学品的实在存在量按设计最大量确定。

对于危险化学品混合物，如果混合物及其纯物质属于相同危险类别，则视混合物为纯物质，按混合物整体进行计算。如果混合物及其纯物质不属于相同的危险类别，则应按新危险类别考虑其临界量。

### 3.5.2 辨识单元的划分

四川能投化学新材料有限公司 100 万吨/年精对苯二甲酸项目涉及危险化学品生产装置和储存装置，按照《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 单元划分如下：

#### 1、生产单元

PTA 主装置（包括氧化装置、加氢精制装置）、甲醇制氢装置。

#### 2、储存单元

原料罐区、中间罐区、甲醇原料装卸站。

### 3.5.3 辨识过程

PTA 主装置主要原材料为对二甲苯、醋酸、氢气、氢氧化钠、氢溴酸和醋酸正丙酯，原料对二甲苯、新鲜醋酸、循环醋酸和醋酸钴、醋酸锰催化剂按照一定的流量比例经过在线混合器混合均匀后进入氧化反应器（反应操作压力为 1.35 ~ 1.55MPaG，温度为 200℃），其中对二甲苯、醋酸、氢气和醋酸正丙酯的设计最大投入量为：对二甲苯 91.952t/h、醋酸 4.620t/h、氢气 0.0154t/h（来源于甲醇制氢装置）、醋酸正丙酯 0.07t/h，按照一定的流量比例经过在线混合器混合均匀后进入氧化反应器，在精制单元，将 CTA 溶解成水溶液，在一定的温度压力下，由钨-碳催化剂催化，与氢气发生加氢反应，把杂质 4-CBA 转化成易溶于水的 PT 酸，同时有机体在高温下分解，得到的 PTA 浆料经过结晶、过滤和干燥处理后，得到高纯度产品 PTA；甲醇制氢装置主要原材料为甲醇，其甲醇设计最大投入量为 0.01513t/h；原料罐区负责对二甲苯和醋酸原料的存储和输送，罐区设置储罐 4 台，2 台 20000m<sup>3</sup>内浮顶对二甲苯储罐，2 台 2000m<sup>3</sup>内浮顶醋酸储罐；甲醇装卸

站设 2 台 100m<sup>3</sup> 内浮顶甲醇储罐；PTA 中间罐区共 6 台罐，2 台 1500 m<sup>3</sup> 内浮顶对二甲苯缓冲罐，2 台 250 m<sup>3</sup> 固定顶醋酸罐，1 台 1500 m<sup>3</sup> 固定顶醋酸母液罐，1 台 180m<sup>3</sup> 内浮顶醋酸正丙酯罐。

按照《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 的规定对其进行重大危险源辨识，本项目涉及的物料为对二甲苯、醋酸、醋酸正丙酯、氢气、甲醇，各物料危险性类别及其临界量如下。

表 3.5-1 重大危险源物质危险性类别

| 序号   | 危险化学品名称 | 危险性类别                           | 临界量 (t) | 依据                   |
|------|---------|---------------------------------|---------|----------------------|
| 生产单元 |         |                                 |         |                      |
| 1    | 对二甲苯    | 易燃液体, WP5.1, 类别 3<br>(工作温度高于沸点) | 10      | GB18218-2018 表 2     |
| 2    | 醋酸      | 易燃液体, WP5.1, 类别 3<br>(工作温度高于沸点) | 10      | GB18218-2018 表 2     |
| 3    | 醋酸正丙酯   | 易燃液体, WP5.1, 类别 2<br>(工作温度高于沸点) | 10      | GB18218-2018 表 2     |
| 4    | 氢气      | 易燃气体, 类别 1                      | 5       | GB18218-2018 表 1, 51 |
| 5    | 甲醇      | 易燃液体, 类别 2                      | 500     | GB18218-2018 表 1, 65 |
| 储存单元 |         |                                 |         |                      |
| 1    | 对二甲苯    | 易燃液体, WP5.4, 类别 3               | 5000    | GB18218-2018 表 2     |
| 2    | 醋酸      | 易燃液体, WP5.4, 类别 3               | 5000    | GB18218-2018 表 2     |
| 3    | 醋酸正丙酯   | 易燃液体, WP5.3, 类别 2               | 1000    | GB18218-2018 表 2     |
| 4    | 甲醇      | 易燃液体, WP5.4, 类别 2               | 500     | GB18218-2018 表 1     |

### 1、生产单元危险化学品重大危险源辨识

表 3.5-2 生产单元的物质储存量与临界量

| 单元名称                   | 物质名称  | 设计最大投入量 (t) | 临界量 (t) | q/Q        | Σq/Q       |
|------------------------|-------|-------------|---------|------------|------------|
| PTA 主装置(包括氧化装置、加氢精制装置) | 醋酸正丙酯 | 0.07        | 10      | 0.007      | 9.67>1     |
|                        | 氢气    | 0.0154      | 5       | 0.00308    |            |
|                        | 对二甲苯  | 91.952      | 10      | 9.1952     |            |
|                        | 醋酸    | 4.62        | 10      | 0.462      |            |
| 甲醇制氢装置                 | 氢气    | 0.0154      | 5       | 0.00308    | 0.0031 < 1 |
|                        | 甲醇    | 0.01513     | 500     | 0.00003026 |            |

### 2、储存单元危险化学品重大危险源辨识

表 3.5-3 储存单元的物质储存量与临界量

| 单元名称    | 物质名称    | 设计最大量 (t) | 临界量 (t) | q/Q    | Σq/Q    |
|---------|---------|-----------|---------|--------|---------|
| 原料罐区    | 对二甲苯    | 34440     | 5000    | 6.888  | 7.728>1 |
|         | 醋酸      | 4200      | 5000    | 0.84   |         |
| 中间罐区    | 对二甲苯    | 2583      | 5000    | 0.5166 | 1.095<1 |
|         | 醋酸      | 525       | 5000    | 0.105  |         |
|         | 醋酸正丙酯   | 158.4     | 1000    | 0.1584 |         |
|         | 醋酸（母液罐） | 1575      | 5000    | 0.315  |         |
| 甲醇原料装卸站 | 甲醇      | 158.36    | 500     | 0.03   | 0.03<1  |

### 3、重大危险源辨识结果

该公司 2 个生产单元：PTA 主装置（包括氧化装置、加氢精制装置）危险化学品存在量构成危险化学品重大危险源，甲醇制氢装置未构成危险化学品重大危险源；3 个储存单元：原料罐区、中间罐区构成危险化学品重大危险源，甲醇装卸站未构成危险化学品重大危险源。

#### 3.5.4 危险化学品重大危险源分级方法

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 对危险化学品重大危险源进行分级。

##### 1、分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在（在线）量与其在《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 中规定的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和 R 作为分级指标。

##### 2、R 的计算方法

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：R——重大危险源分级指标；

α——该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数；

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ ——与每种危险化学品相对应的校正系数;

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

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与每种危险化学品相对应的临界量, 单位为吨(t)。

### 3、校正系数 $\beta$ 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同, 设定校正系数  $\beta$  值, 见以下 2 个表格:

表 3.5-4 毒性气体校正系数  $\beta$  取值表

| 毒性气体名称  | 一氧化碳 | 二氧化硫 | 氨    | 环氧乙烷 | 氯化氢 | 溴甲烷 | 氯     |
|---------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| $\beta$ | 2    | 2    | 2    | 2    | 3   | 3   | 4     |
| 毒性气体名称  | 硫化氢  | 氟化氢  | 二氧化氮 | 氰化氢  | 碳酰氯 | 磷化氢 | 异氰酸甲酯 |
| $\beta$ | 5    | 5    | 10   | 10   | 20  | 20  | 20    |

表 3.5-5 校正系数  $\beta$  取值表

| 危险化学品类别   | 符号   | $\beta$ 校正系数 |
|-----------|------|--------------|
| 急性毒性      | J1   | 4            |
|           | J2   | 1            |
|           | J3   | 2            |
|           | J4   | 2            |
|           | J5   | 1            |
| 爆炸物       | W1.1 | 2            |
|           | W1.2 | 2            |
|           | W1.3 | 2            |
| 易燃气体      | W2   | 1.5          |
| 气溶胶       | W3   | 1            |
| 氧化性气体     | W4   | 1            |
| 易燃液体      | W5.1 | 1.5          |
|           | W5.2 | 1            |
|           | W5.3 | 1            |
|           | W5.4 | 1            |
| 自反应物质和混合物 | W6.1 | 1.5          |
|           | W6.2 | 1            |
| 有机过氧化物    | W7.1 | 1.5          |
|           | W7.2 | 1            |
| 自燃液体和自燃固体 | W8   | 1            |
| 氧化性固体和液体  | W9.1 | 1            |
|           | W9.2 | 1            |
| 易燃固体      | W10  | 1            |

|                 |     |   |
|-----------------|-----|---|
| 遇水放出易燃气体的物质和混合物 | W11 | 1 |
|-----------------|-----|---|

#### 4、校正系数 $\alpha$ 的取值

根据危险化学品重大危险源的厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数  $\alpha$  值，见下表：

表 3.5-6 校正系数  $\alpha$  取值表

| 厂外可能暴露人员数量  | $\alpha$ |
|-------------|----------|
| 100 人以上     | 2.0      |
| 50 人 ~ 99 人 | 1.5      |
| 30 人 ~ 49 人 | 1.2      |
| 1 ~ 29 人    | 1.0      |
| 0 人         | 0.5      |

#### 5、分级标准

根据计算出来的 R 值，按下表确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3.5-7 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

| 危险化学品重大危险源级别 | R 值               |
|--------------|-------------------|
| 一级           | $R \geq 100$      |
| 二级           | $100 > R \geq 50$ |
| 三级           | $50 > R \geq 10$  |
| 四级           | $R < 10$          |

### 3.5.5 危险化学品重大危险源分级过程及结果

#### 3.5.5.1 分级计算过程

储存单元涉及 GB18218-2018 中规定的危险化学品主要为对二甲苯、醋酸、甲醇、氢气、醋酸正丙酯，根据重大危险源分级辨识方法：

(1) 校正系数  $\beta$  取值见下表：

表 3.5-8 本项目涉及危险品的校正系数  $\beta$  取值表

| 序号   | 危险化学品名称 | 危险性类别 | 校正系数 $\beta$ 取值 |
|------|---------|-------|-----------------|
| 生产单元 |         |       |                 |

|      |       |                 |     |
|------|-------|-----------------|-----|
| 1    | 对二甲苯  | 易燃液体，WP5.1，类别 3 | 1.5 |
| 2    | 醋酸    | 易燃液体，WP5.1,类别 3 | 1.5 |
| 3    | 醋酸正丙酯 | 易燃液体，WP5.1,类别 2 | 1.5 |
| 4    | 氢气    | 易燃气体，类别 1       | 1.5 |
| 储存单元 |       |                 |     |
| 1    | 对二甲苯  | 易燃液体，WP5.4，类别 3 | 1   |
| 2    | 醋酸    | 易燃液体，WP5.4,类别 3 | 1   |
| 3    | 醋酸正丙酯 | 易燃液体，WP5.3,类别 2 | 1   |
| 4    | 甲醇    | 易燃液体，WP5.4,类别 2 | 1   |

## (2) 校正系数 $\alpha$ 取值:

四川能投化学新材料有限公司厂区周围均为南充化学园区拟建和待建企业，用地北、东、南三面环嘉陵江。本项目环评以项目氧化装置、原料罐区、及项目污水处理站分别划定了 900m、100m 和 500m 的卫生防护距离，项目厂址占地及卫生防护距离内住户已完成搬迁工作，现卫生防护距离内无其他民用建筑和保护设施，主要为在建或拟建企业。故校正系数  $\alpha$  取值为 1。

## (3) 故 R 值的计算结果如下:

### ①PTA PTA 主装置（包括氧化装置、加氢精制装置）

结合物质重大危险源辨识结果汇总表，本项目 PTA 生产装置 R 值的计算结果如下:

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

$$= 1 \times (1.5 \times 0.007 + 1.5 \times 0.00308 + 1.5 \times 9.1952 + 1.5 \times 0.462)$$

$$= 14.5$$

R 属于  $10 < R < 50$  范围。因此，该公司 PTA 生产装置（包括氧化单元、加氢精制单元）的危险化学品的存在量构成三级危险化学品重大危险源。

### ②原料罐区

结合物质重大危险源辨识结果汇总表，本项目原料罐区 R 值的计算结果如下:

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

$$= 1 \times (1 \times 6.888 + 1 \times 0.84)$$

$$= 7.728$$

R 属于  $R < 10$  范围。因此，该公司原料罐区的危险化学品的储存量构成四级危险化学品重大危险源。

### ③中间罐区

结合物质重大危险源辨识结果汇总表，本项目中间罐区 R 值的计算结果如下：

$$R = \alpha \left( \beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

$$= 1 \times (1 \times 0.5166 + 1 \times 0.105 + 1 \times 0.315 + 1 \times 0.1584)$$

$$= 1.095$$

R 属于  $R < 10$  范围。因此，该公司中间罐区的危险化学品的储存量构成四级危险化学品重大危险源。

### 3.5.5.2 分级结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018 对四川能投化学新材料有限公司危险化学品重大危险源进行分级，得出：

该公司 2 个生产单元：PTA 主装置（包括氧化装置、加氢精制装置）危险化学品存在量构成三级危险化学品重大危险源，甲醇制氢装置未构成危险化学品重大危险源；3 个储存单元：原料罐区、中间罐区构成四级危险化学品重大危险源，甲醇原料装卸站未构成为危险化学品重大危险源。

表 3.5-9 重大危险源分级结果

| 单元                    | R 值   | 重大危险源级别 |
|-----------------------|-------|---------|
| 原料罐区                  | 7.728 | 四级      |
| 中间罐区                  | 1.095 | 四级      |
| PTA 主装置（含氧化单元、加氢精制单元） | 14.5  | 三级      |

### 3.6 生产经营单位主要危险、有害因素汇总

根据以上分析可知，公司生产过程中的主要危险有害因素有：火灾、爆炸、灼烫、中毒窒息、机械伤害、触电、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺、其他伤害（粉尘、噪声和毒物危害）等。

## 4 可能发生的事故类型、风险等级及其后果

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2009）及以往相关事故统计和分析，按照生产系统和公辅系统中各个相对独立的工序或工艺，辨识与分析生产过程中的危险、有害因素，并根据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986），对能造成人身伤亡的危险因素进行事故分类。公司经营过程中可能发生的事故有：火灾、爆炸、灼烫、中毒窒息、机械伤害、触电、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺、其他伤害（粉尘、噪声和毒物危害）等。

采用作业条件危险性评价来确定事故的风险等级（D），作业条件危险性评价法是一种简单易行的评价操作人员在具有危险性环境中作业时的危险性的半定量评价方法，它是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繁程度）和 C（一旦发生事故可能造成的后果），即： $D=LEC$

#### 1、评价过程：

(1) 以类比作业条件比较为基础，由熟悉作业条件的人员组成评价小组。  
评价小组成员见附件。

(2) 由评价小组成员按照规定标准给 L、E、C 分别打分，取三组分值的平均值作为 L、E、C 值的计算分值，用计算的危险性分值 (D) 来划分作业条件的危险性等级。三个主要因素的评价方法如下表 4.1、表 4.2、表 4.3 和表 4.4 所示。

表 4.1 发生事故的可能性大小 L

| 分数值 | 事故发生的可能性  |
|-----|-----------|
| 10  | 完全可以预料    |
| 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      |

表 4.2 人体暴露在这种危险环境中的频繁程度 E

| 分数值 | 暴露于危险环境的频繁程度 |
|-----|--------------|
| 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 | 非常罕见地暴露      |

表 4.3 发生事故产生的后果 C

| 分数值 | 发生事故产生的后果 |
|-----|-----------|
| 100 | 大灾难，许多人死亡 |
| 40  | 灾难，数人死亡   |
| 15  | 非常严重，一人死亡 |
| 7   | 严重，重伤     |
| 3   | 重大，致残     |
| 1   | 引人注目，需要救护 |

表 4.4 危险性分值 D

| D 值     | 危险程度 | 事故风险等级 |
|---------|------|--------|
| >320    | 极其危险 | 5      |
| 160-320 | 高度危险 | 4      |

|        |      |   |
|--------|------|---|
| 70-160 | 显著危险 | 3 |
| 20-70  | 一般危险 | 2 |
| <20    | 稍有危险 | 1 |

## 2、危险性等级划分：

表 4.5 事故风险等级

| 序号 | 事故类型  | L   | E | C  | D   | 风险程度 | 风险等级 |
|----|-------|-----|---|----|-----|------|------|
| 1  | 火灾、爆炸 | 1   | 6 | 40 | 240 | 高度危险 | 4    |
| 2  | 灼烫    | 3   | 6 | 7  | 126 | 显著危险 | 3    |
| 3  | 中毒窒息  | 1   | 6 | 15 | 90  | 显著危险 | 3    |
| 4  | 触电    | 1   | 6 | 15 | 90  | 显著危险 | 3    |
| 5  | 机械伤害  | 1   | 6 | 7  | 42  | 一般危险 | 2    |
| 6  | 高处坠落  | 1   | 3 | 7  | 21  | 一般危险 | 2    |
| 7  | 物体打击  | 1   | 6 | 7  | 42  | 一般危险 | 2    |
| 8  | 车辆伤害  | 3   | 6 | 3  | 54  | 一般危险 | 2    |
| 9  | 淹溺    | 1   | 6 | 7  | 42  | 一般危险 | 2    |
| 10 | 其他伤害  | 0.5 | 6 | 3  | 9   | 稍有危险 | 1    |

通过对我单位可能发生的事故进行风险分析和事故风险等级划分，我单位可能发生的火灾爆炸事故类型风险等级较高，其次为灼烫、中毒窒息和触电事故，其他伤害事故为最低。

# 5 制定完善生产安全事故风险防控措施和应急措施

## 5.1 火灾、爆炸事故预防控制措施

1、为了预防火灾和爆炸，要严格管理危险物质和点火源。在生产中，引起火灾爆炸的点火源有以下八种：明火、高热物及高温表面、电火花、静电火花、摩擦与撞击、自行发热、绝热压缩、化学反应热及光线和射线等。

2、防止可燃燃爆介质的积聚。一是避免和控制可燃介质的泄露，危险化学品储存区和产生易燃气体区域应安装可燃气体泄漏报警器；二是可以用通风的办法来降低燃爆物质的浓度，使它不达到爆炸极限。

3、防止产生着火源，使火灾、爆炸不具备发生的条件。应严格控制以下火源，即冲击摩擦、明火、高温表面、自燃发热、绝热压缩、电火花、静电火花、光热射线等。

4、安装防火防爆安全装置。例如阻火器、防爆片以及安全阀等，以防止发生火灾和爆炸。

5、加强对防火防爆工作的领导，建立健全防火防爆制度，例如防火防爆责任制度等。

6、开展经常性防火防爆安全教育和安全大检查，提高人们的警惕性，及时发现和整改不安全的隐患。

7、厂区内、厂房内的一切出入和通往消防设施的通道，不得占用和堵塞。

8、应建立义务消防组织，并配备有针对性和足够数量的消防器材。

9、操作人员应应具有一定的防火防爆知识，严格贯彻执行防火防爆规章制度，禁止违章作业。

10、严禁在工作现场和厂区内吸烟。

11、要严格遵守安全操作规程。严格执行《动火审批制度》，动火作业必须严格办理《动火许可证》，采取切实有效的防范措施后方可作业，并且在作业现场设置专人监护。

12、工作现场动用明火，必须报请主管部门批准，并做好安全防范工作。

13、使用的电气设施，不符合防火防爆要求时，应停止使用，防止发生火灾、爆炸事故。

14、应学会使用一般的灭火工具和器材，对于本岗位配备的防火防爆工具、器材等，应该爱护，不得随便挪用。

## 5.2 中毒窒息事故预防控制措施

1、对从事有毒作业、有窒息危险作业人员，必须进行防毒急救安全知识教育，其内容应包括所从事作业的安全知识、有毒有害气体的危害性、紧急情况下的处理和救护方法等。

2、进入受限空间作业，必须对作业环境的氧含量、可燃气体含量、有毒气体含量进行分析。

3、在有毒场所作业时，必须佩戴防护用具，必须有人监护。

4、进入缺氧或有毒气体设备内作业时，应切实做好工艺处理工作，将受限空间吹扫、蒸煮、置换合格；对所有与其相连且可能存在可燃可爆、有毒有害物料的管线、阀门加盲板隔离，不得以关闭阀门代替安装盲板。盲板处应挂标识牌。

5、在有毒或有窒息危险的岗位，要制定应急救援预案，配备相应的防护器具。

6、对有毒、有害场所的有毒介质浓度，要定期检测，确保符合国家标准。

7、对各类有毒物品和防毒器具必须有专人管理，并定期检查；涉及和检测毒害物质的设备、仪器要定期检查，保持完好。

8、健全有毒有害物质管理制度，并严格执行。长期达不到规定卫生标准的作业场所，应停止作业。浓度超过国家职业接触限值或曾发生中毒的作业场所，应作为重点隐患点进行整改或监控。

## 5.3 灼烫事故预防控制措施

1、作业岗位人员应严格执行安全技术操作规程，远离危险区域。

2、作业人员必须熟悉操作规程、安全注意事项，了解所接触化学物品的物

理和化学特性，了解化学物品与人体接触可能造成的灼伤和灼伤后的处理方法。

3、加强对腐蚀性危险化学品等容器的日常检查，及时淘汰不合格的贮存装置。

4、带电作业时必须采取保证安全的技术措施，如穿戴好绝缘服和防弧面罩等。

5、强化灼烫危险源的辨识工作，制定可靠的作业指导书，提高从业人员面对突发事件的应急处置能力。

6、容器检修前，确保系统内所存的介质已放尽、压力到零；检修高温设备时，应待设备冷却后再作业；必须抢修时，应戴手套和穿专用防护服。

7、加强设备管理。分析所发生的灼烫事故，由于设备故障，导致介质泄漏对人造成灼伤占有很大的比例，加强设备管理，减少泄漏的发生，是避免灼烫事故的重要预防措施。企业应对设备的设计、制造、采购和施工安装全过程实施严格的质量保证措施，确保产品生产的全过程设备质量处于受控状态。另外，日常的检查和维护也同样重要，企业要建立设备使用保养责任制，制定安全操作规程，以确保设备的安全正常运行。

## 5.4 触电事故预防控制措施

为保证电气设备安全可靠地运行和操作人员的人身安全，遵守国家有关规范，设有防雷、防爆、防触电、防静电装置。

1、供配电接地系统采用三相五线制。

2、工程使用的各类低压用电设备、插座安装漏电保护器。

3、使用自带漏电保护器的配电柜。

4、电气设备一般按照不同的使用环境、运行条件和对触电防护的要求，采用不同的绝缘结构。

5、进行低压操作，人体或其携带的工具与带电体的最小距离小于 0.1m；在高压线路上工作时，人体或其携带的工具与临近带电线路的最小距离，10kV 及以下为 1m；35kV 为 2.5m。

6、电缆等导线在给定的工作条件和环境条件下，严禁超负荷和带故障运行，导致绝缘损坏、漏电和发生火灾。

7、电气设备设置醒目的、明确的、准确的、统一的图形标志和文字标志。

8、电气设备或线路上安装必要的保护装置，如过载保护、短路保护、熔断器保护等。

9、电气工作人员配备必要的电气安全用具和劳动保护用品，如绝缘棒、绝缘夹钳、绝缘胶鞋等，防止人员触电。

10、建立健全了电气操作安全制度、用电安全规程及岗位责任制。

## 5.5 机械伤害事故预防控制措施

1、投入使用的机械设备必须完好，安全防护措施齐全，大型设备有生产许可证、出厂合格证。

2、作业人员必须佩戴好劳动保护用品，严格按说明书及安全操作规程进行操作。

3、对机械设备的维护、保养、必须在停机状态下进行。

4、加强对机械设备的维修保养，保持机械设备处于良好的技术状态，各种安全防护设施齐全可靠。

## 5.6 高处坠落事故预防控制措施

- 1、具有坠落危险的场所、高度超过坠落基准面 2m 的操作平台要设供站立的平台和防坠落栏杆、安全盖板、防护板等。
- 2、梯子、平台和易滑倒的操作通道地面应有防滑措施。
- 3、梯子、平台和栏杆的设计，应按《固定式钢梯及平台安全要求》（GB4053-2009）等有关要求执行。
- 4、为了防止高处作业事故的发生，应严格执行下列规定：a）高处作业人员必须符合身体要求，同时必须正确穿戴个体防护用品（如安全带、安全帽、安全手套等）；b）设置安全网、安全距离、安全信号和标志；c）遇 6 级以上（含 6 级）强风、雷暴等恶劣气候，露天场所不能进行高处作业；d）夜间进行高处作业，必须有足够照明；e)作业前，应严格检查登高用具的安全可靠性。
- 5、在进行高处作业时，应进行危险作业审批，严格作业规程操作。

## 5.7 车辆伤害事故预防控制措施

- 1、厂内道路上应在显眼、清晰的位置按规定设置限速交通标志，必要时设置减速带，实行强制性减速。
- 2、严禁酒后驾驶、无证驾驶、超速行驶和驾驶无牌照机动车辆。
- 3、机动车行驶至交叉路口、装卸作业、人行稠密地段、设有警告标志处或转弯、调头时时速不得超过 15km/h。
- 4、在限制货运车辆在厂区内的行驶区域和装卸货时间段，避免人流高峰期和物流高峰期发生交叉。在人流和物流交叉口设置“小心过往车辆”、“注意行人”、“减速慢行”等警示标志，保证物流过程的安全。

- 5、在厂区出入口设置限速标志，限制车辆在厂区内的行驶速度。
- 6、设专门卸货点用于装卸车，在装卸点外设置警示标志限制非工作人员进入。
- 7、叉车工必须取得特种作业操作资格证书，才能上岗。
- 8、应按要求定期委托相应机构对公司特种设备进行了检测。

## 5.8 物体打击事故预防控制措施

- 1、必须认真贯彻有关安全规程，克服麻痹思想，人人有责消除物体打击伤害事故，牢固树立不伤害他人和自我保护的安全意识。
- 2、作业时，禁止投掷物料。
- 3、吊运大件要使用有防止脱勾装置的吊勾或卡环，吊运小件要使用吊笼或吊斗，吊运物件要绑牢。
- 4、高空作业中，对斜道、过桥、跳板要明确有人负责维修、清理，不得存放杂物。
- 5、操作使用的机器设备，必须符合质量要求，带“病”设备未修复达标前严禁使用。
- 6、使用设备的操作人员，必须熟知设备特性、掌握操作要领，经过内部培训考试合格后上岗。
- 7、排除设备故障或清理卡料前，必须停机。

## 5.9 淹溺事故预防控制措施

- 1、完善易造成溺水区域的安全设施，并应全面达到或超过国家标准，消除

作业现场的安全隐患。

2、操作人员应严格按照规程操作，避免不良的环境导致的强迫体位。

3、作业前应做好信息沟通工作，并设有专人监护，防止因误动作而引发的溺水事故。

### 5.10 噪声伤害控制措施

1. 根据《工业企业噪声控制设计规范》、《工业企业设计卫生标准》的规定，采用低噪声工艺及设备，合理平面布置，采取隔声、消声、吸声等综合技术措施，控制噪声危害。

2. 采取噪声控制措施后，工作场所的噪声级仍不能达到标准要求，则采取个人防护措施和减少接触噪声时间。

### 5.11 粉尘伤害控制措施

1. 加强厂房内通风，必要时可采取局部抽风。

2. 加强职工职业病教育，作业时佩戴好个人防护用品。

3.存在或可能产生职业病危害的生产车间、设备应按照 GBZ158 设置职业病危害警示标识。

4、粉尘主要产生点，应设置粉尘收集装置。

### 5.12 自然灾害事故控制措施

1、加强对工人的思想教育，经常对工人的安全生产的培训和安全生产重要性的教育。

2、随时掌握自然灾害预报，及时搞好防范措施，疏散工人和转移材料和设

备。

3、时时掌握天气预报，作好防暑降温除湿工作，现场应存有常用药品和设一名医护人员。

4、经常组织工人观看有关自然灾害的录像片。

5、防汛防洪物资的储备。

### 5.13 检修安全管理措施

#### 1、检修组织与管理

(1) 一切检修项目均在检修前办理检修任务书。明确检修项目负责人，并履行检修手续。

(2) 检修项目负责人与公司安全管理部门配合，编制检修过程安全管理制度和事故应急措施。

(3) 检修项目负责人必须按检修任务书要求，组织有关技术人员到现场向检修人员交底，并落实有关安全技术措施。

(4) 检修项目负责人与公司安全管理部门配合，对参与检修所有人员进行检修前安全培训，明确检修过程中可能发生事故及采取的安全措施。

(5) 检修项目负责人对检修工作实行统一指挥、调度，确保检修过程安全。

(6) 根据检修任务书，划定检修区域，无关人员和车辆一律不准进入检修区域。

(7) 建立健全检修消防安全制度，如：各项动火、检修、现场监护等管理制度，严格审批手续。

#### 2、检修安全通则

(1) 检修前，检修项目负责人详细检查并确认工艺处理合格，隔断措施准确等情况。每次作业前，按要求对现场进行检查，经检修分管负责人签字后方可作业。

(2) 从事危险作业前（如起重作业、临时用电作业、动火作业等），按规定办理作业许可，经批准后方可作业。

(3) 一切检修作业严格执行公司的检修安全技术规程，检修人员认真遵守本工种安全技术操作规程的各项规定。

(4) 检修的设备、管道与非检修区域的设施、管道有连通时，中间必须隔绝。

(5) 在检修区域内，对各种机动车辆要求进行严格管理。

(6) 在检修时，设置监护人员，当发生事故时，停止作业，迅速撤离现场并报警。

### 3、检修现场安全管理

(1) 在检修现场设置安全界标或栅栏，并有专人监护，非检修有关人员禁止入内。

(2) 动火区与生产区要采取防火分隔措施，配备必要的消防器材和保护措施。

(3) 严格规章办事，检修人员着防静电工作服及不带铁钉的鞋，使用不发火工具。

(4) 检修中经常清理现场，正确堆放材料和工具，保证消防通道畅通。

### 4、现场清理

(1) 检修完毕，检修人员首先要检查自己的工作有无遗漏，要清理现场，

将检修后出现的铁角火种、油渍垃圾全部扫除，不得在现场遗留任何材料、器具和废物。

(2) 大修完毕后，施工单位在撤离现场前，也要做到“三清”，检修工具不得遗忘在设备管道内。

## 5.14 安全管理控制措施

1、健全安全生产管理制度，建立完整的安全管理体制。应当有包括从业人员的安全教育、培训、劳动防护用具（品）、保健，安全设施、设备，作业场所防火、防爆、职业卫生，仓库，安全检修、作业，安全检查、隐患整改，危险化学品，事故处理，厂区道路交通等内容的安全生产规章制度。

2、完善安全操作规程。规程应符合其生产工艺、技术、设备的特点和原材料、辅助材料、产品的危险性以及相应的法律法规及标准。

3、对制定的安全管理制度及事故应急救援预案必须落实到各岗位，并加强检查，及时整改存在问题，作好检查整改记录。定期进行事故应急救援演练，且记录。

4、岗位安全操作规程及事故应急救援预案应上墙。

5、企业制定的各项安全操作规程及安全管理制度，应严格执行。

6、加强从业人员培训、教育。

(1) 员工应树立高度的安全责任心，须严格执行厂制定的安全管理制度，严格按照操作规程作业。

(2) 作业人员必须具备相关专业知知识，要求持证上岗，新进员工必须经过相关部门（或本单位）进行专业上岗培训和定期强化培训，并考核合格后方可上

岗。对调换工种的人员，应进行新岗位安全操作教育。采用新工艺，应对有关人员进行培训。

(3) 开展经常性的安全教育，教育员工树立“安全第一，预防为主、综合治理”的思想，严禁违章作业、违章指挥。

(4) 严格工艺纪律，做好各项工艺记录，交接班必须交接安全生产情况。

(5) 定期开展安全知识教育，安全技术培训和组织消防训练，提高员工安全意识、工作责任心，使其熟练掌握消防知识和器材的使用。

7、对违反相关规定的人员，应根据情节轻重，分别给予批评教育、罚款、行政处分，直至追究刑事责任。

8、必须认真执行安全大检查，对查出的问题，应责成有关部门或人员限期解决。

## 5.15 事故应急救援预案管理对策措施

1、单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责；各分管负责人应当按照职责分工落实应急预案规定的职责。

2、单位应当根据有关法律、法规、规章和相关标准，结合本单位组织管理体系、生产规模和可能发生的事故特点，确立本单位的应急预案体系，编制相应的应急预案，并体现自救互救和先期处置等特点。

3、对于危险性较大的场所、装置或者设施，生产经营单位应当编制现场处置方案。现场处置方案应当规定应急工作职责、应急处置措施和注意事项等内容。

4、单位应急预案应当包括向上级应急管理机构报告的内容、应急组织机构

和人员的联系方式、应急物资储备清单等附件信息。附件信息发生变化时，应当及时更新，确保准确有效。

5、单位应当在编制应急预案的基础上，针对工作场所、岗位的特点，编制简明、实用、有效的应急处置卡。应急处置卡应当规定重点岗位、人员的应急处置程序和措施，以及相关联络人员和联系方式，便于从业人员携带。

6、单位应当对本单位编制的应急预案进行评审，由本单位主要负责人签署公布，并及时发放到本单位有关部门、岗位和相关应急救援队伍。事故风险可能影响周边其他单位、人员的，生产经营单位应当将有关事故风险的性质、影响范围和应急防范措施告知周边的其他单位和人员。

7、单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。应急预案演练结束后，应急预案演练组织单位应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，并对应急预案提出修订意见。

8、单位应当采取多种形式开展应急预案的宣传教育，普及生产安全事故避险、自救和互救知识，提高从业人员和社会公众的安全意识与应急处置技能。

9、单位应当建立应急预案定期评估制度，对预案内容的针对性和实用性进行分析，并对应急预案是否需要修订作出结论。应急预案评估可以邀请相关专业机构或者有关专家、有实际应急救援工作经验的人员参加，必要时可以委托安全生产技术服务机构实施。

10、应急预案修订涉及组织指挥体系与职责、应急处置程序、主要处置措施、应急响应分级等内容变更的，修订工作应当参照应急预案编制程序进行，并按照

有关应急预案报备程序重新备案。

11、单位应当按照应急预案的规定，落实应急指挥体系、应急救援队伍、应急物资及装备，建立应急物资、装备配备及其使用档案，并对应急物资、装备进行定期检测和维护，使其处于适用状态。

12、单位发生事故时，应当第一时间启动应急响应，组织有关力量进行救援，并按照规定将事故信息及应急响应启动情况报告安全生产监督管理部门和其他负有安全生产监督管理职责的部门。生产安全事故应急处置和应急救援结束后，事故发生单位应当对应急预案实施情况进行总结评估。

## 6 事故风险辨识、评估结论

公司经营过程中可能发生的事故有：火灾、爆炸、灼烫、中毒窒息、机械伤害、触电、物体打击、高处坠落、车辆伤害、淹溺、其他伤害（粉尘、噪声和毒物危害）等。

公司危险化学品重大危险源属于危险化学品三、四级重大危险源。

我单位可能发生的火灾爆炸事故类型风险等级较高，其次为灼烫、中毒窒息和触电事故，其他伤害事故为最低。

根据上述评估结论，公司应制定生产安全事故综合应急预案，针对性的制定完善危险化学品重大危险源、火灾、爆炸、中毒窒息等专项应急预案及相应的现场应急处置方案，形成可靠、实用、可操作的三级生产安全事故应急预案体系及四级应急响应机制，把事故损失和人员伤亡降致最低，确保公司安全生产。