

鞍山盛盟 110 万吨/年 焦炉烟气脱硫脱硝项目

安全预评价报告



设计团队：

团队成员：

指导教师：



目录

第一章 安全评价概述.....	5
1.1 安全预评价的目的与遵循原则.....	5
1.1.1 安全预评价目的.....	5
1.1.2 安全预评价范围.....	5
1.1.3 安全预评价工作程序与重点.....	6
1.2 安全预评依据.....	7
1.2.1 国家法律法规依据.....	7
1.2.2 技术规范与标准依据.....	8
第二章 厂址环境概况.....	10
2.1 自然环境概况.....	10
2.1.1 地理位置.....	10
2.1.2 地貌地形.....	10
2.1.3 水文地质.....	10
2.1.4 气象条件.....	10
2.2 社会环境概况.....	11
2.2.1 行政区划与人口.....	11
2.2.2 交通概况.....	12
第三章 项目概况.....	13
3.1 总图及平面布置.....	13
3.2 项目涉及的原料及产品.....	17
3.3 工艺流程.....	17
第四章 主要危险、有害因素分析.....	21
4.1 主要危险、有害物质的理化性质有害因素分析.....	21
4.2 主要工业生产过程危险、有害因素分析.....	21
4.2.1 火灾、爆炸危险因素分析.....	21
4.2.2 中毒窒息危险因素分析.....	21

4.2.3 物理爆炸(容器爆炸)危险性分析	22
4.2.4 中毒及窒息危险性分析	22
4.2.5 灼烫危险性分析	23
4.2.6 噪声危害因素分析	23
4.2.7 开停车、检维修危险性分析	23
4.2.8 厂内车辆运输危险因素分析	24
4.2.9 高处作业危险因素分析	25
4.2.10 电气伤害危险因素分析	25
4.2.12 自动控制系统故障	26
4.2.13 人员及管理	26
4.3 工艺过程中的危险、有害因素分析	27
4.3.1 温度失控	27
4.3.2 压力失控	28
4.3.3 流量失控	29
4.3.4 液位失控	29
第五章 评价方法简介和评价方法确定	31
5.1 评价方法简介	31
5.1.1 安全检查表法(SCL)	31
5.1.2 预先危险性分析法(PHA)	31
5.1.3 事故树分析法(FTA)	33
5.1.4 危险度评价法	33
5.1.5 道化学火灾、爆炸指数法(DOW)	34
5.1.6 危险性分析与可操作性研究(HAZOP)	34
5.2 评价单元的划分	35
5.2.1 评价单元划分原则	35
5.2.2 评价单元划分	36
5.3 评价方法的选择	36
第六章 定性定量评价分析	37

6.1 周边环境	37
6.1.1 周边环境条件	37
6.3 生产内部	39
6.3.1 安全检查表	39
6.3.2 HAZOP 法	45
1.8 安全生产责任制度	59
6.3.3 事故树分析	59
6.3.4 预先危险性分析	61
第七章 安全对策措施与建议	65
7.1 概述	65
7.2 总图布置和建筑方面的安全措施	65
7.3 工艺及设备等方面的对策措施	66
7.4 管理方面的对策措施	68
7.5 安全工程设计方面安全对策措施	70
7.6 职业安全卫生与常规防护安全对策措施	70
7.7 对自然危害因素的防范措施	71
第八章 预评价结论	72

第一章 安全评价概述

1.1 安全预评价的目的与遵循原则

1.1.1 安全预评价目的

安全预评价是在建设项目可行性研究阶段、工业园区规划阶段或生产经营活动组织实施之前，根据相关的基础资料，辨识与分析建设项目、工业园区、生产经营活动潜在的危險、有害因素，确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论的活动。

贯彻“安全第一、预防为主”方针，为建设项目初步设计提供科学依据，以利于提高危化建设项目的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制危化建设项目和危化生产中的危險、有害因素，降低危化生产安全风险，预防事故发生，保护建设单位和危化企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

(1) 本次预评价的目的在于搞清楚本工程投产运行后存在的主要危險、有害因素及其产生危險、危害后果的主要条件。

(2) 对本工程投产后运行过程中的固有危險、有害因素进行定性或定量的评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级。

(3) 补充提出消除、预防或减弱装置危險性、提高装置安全运行等级的对策措施，为工程下一步的劳动安全卫生设计提供依据，以最终实现工程的本质安全化。

(4) 为本工程拟建装置的生产运行及日常劳动安全卫生管理提供依据。

(5) 为安全生产综合管理部门实施监督、管理提供依据。同时，预评价的结论可为安全生产综合管理部门审批工程初步设计文件提供依据。

基本原则是由具备国家资质的安全评价机构科学、公正和合法地自主开展安全预评价。

1.1.2 安全预评价范围

本次预评价的评价范围为鞍山盛盟 110 万吨/年焦炉烟气脱硫脱硝项目

，包括生产区、控制室和配电室、自备发电室、所涉及到的物质、周边环境、平面布置、工艺装置、安全设施、公用工程等。据国家有关法律、法规、标准，运用系统安全工程的评价方法，针对生产设备、设施以及现状等方面进行定性、定量分析，提出合理可行的对策措施，努力降低系统整体的危险性，为企业在安全管理和安全设施的投入提供依据。为政府部门对企业的决策提供依据，为各级安全生产综合监督管理部门提供监察依据。

1.1.3 安全预评价工作程序与重点

本项目预评价报告的编制工作主要是以项目可行性研究报告为研究对象，分析研究原辅材料、成品、生产工艺过程、工艺条件、主要设备等的固有危险、有害因素；然后应用安全系统工程方法对建设项目中存在的危险、有害因素作定性或定量分析，确定其危害程度，并依据有关标准评价建设项目能否满足国家规定的劳动安全标准的要求；提出消减、减弱和预防危险、有害因素的对策措施，最后给出预评价结论和建议。

根据已收集的项目相关资料以及法律法规、设计规范，本小组将开展安全预评价的相关工作，工作程序如下：

（1）前期准备。了解被评价单位基本情况，签订评价协议，确定评价范围，准备评价料。

（2）危险、有害因素和事故隐患的识别。针对被评价对象生产运行及工艺设施情况，采用科学合理的辨识方法进行危害因素识别和分析，确定主要危害部位，物料主要危险特性，有无重大危险源，以及可能导致重大事故的缺陷和隐患。

（3）安全管理现状评价。对安全管理制度、事故应急救援预案、事故应急救援预案的修改及计划进行评价。

（4）确定安全对策措施及建议。综合评价结果，针对存在问题，提出安全对策措施的建议，并按照风险程度高低进行解决方案的排序。

（6）定性、定量评价。根据生产单位的特点，确定评价模式和评价方法，定性或定量的进行科学、全面、系统地分析评价。

（6）确定评价结论。根据评价结果明确指出生产单位当前的安全状态水平，提出安全可接受程度的意见。

(7) 安全现状评价报告完成。生产单位依据评价单位的评价意见，编制事故隐患整改方案及实施计划；评价单位编制并完成安全现状评价报告。

根据《安全预评价导则》（AQ 8002-2007）的要求，本次安全预评价采用的评价程序如图。

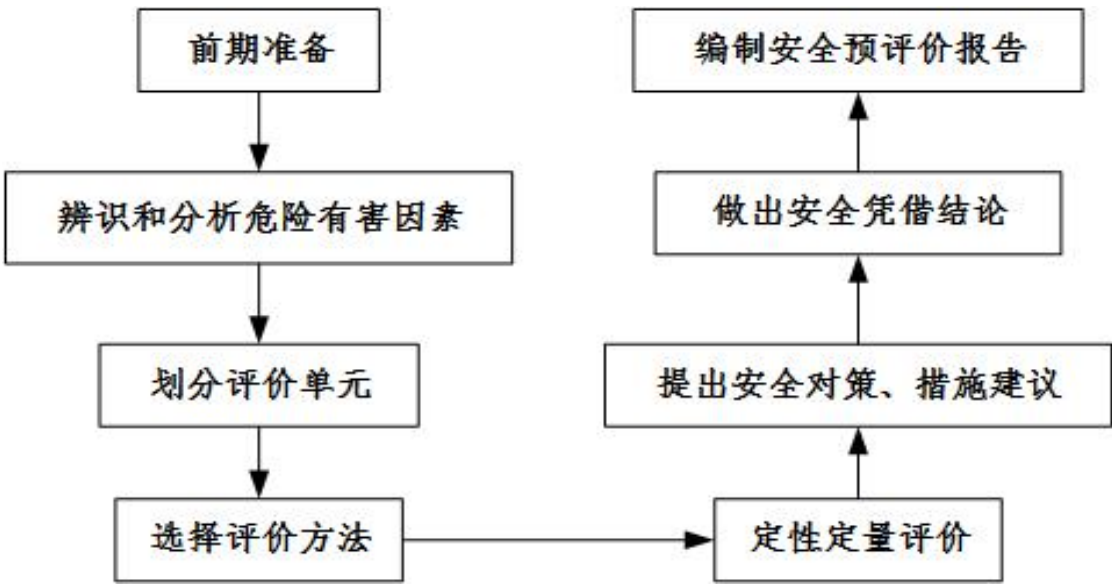


图 1-1 评价程序图

1.2 安全预评依据

1.2.1 国家法律法规依据

中华人民共和国主席令第 70 号《中华人民共和国安全生产法》

中华人民共和国主席令第 28 号《中华人民共和国劳动法》

中华人民共和国主席令第 6 号《中华人民共和国消防法》

中华人民共和国主席令第 69 号《中华人民共和国突发事件应对法》

中华人民共和国国务院令第 591 号《危险化学品安全管理条例》

中华人民共和国国务院令第 393 号《建设工程安全生产管理条例》

中华人民共和国国务院令第 549 号《特种设备安全监察条例》

国家安全生产监督管理局第 18 号令《非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法》

国家安全生产监督管理总局第 36 号令《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》

国家安全生产监督管理总局第 17 号令《生产安全事故应急预案管理办法》

国家安全生产监督管理总局第 40 号令《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》

安监管协调字[2004]56 号《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》

1.2.2 技术规范与标准依据

《安全色》	GB 2893-2008
《安全标志》	GB 2894-2008
《用电安全导则》	GB/T 13869-2008
《重大危险源辨识》	GB 18218-2009
《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014
《危险货物分类和品名编号》	GB 6944-2005
《常用危险化学品分类和标志》	GB 13690-92
《化学品安全标签编写规定》	GB 15258-2009
《常用危险化学品贮存通则》	GB 15603-1995
《化学品安全技术说明书编写规定》	GB 16483-2000
《化工企业静电安全检查规程》	HG/T 23003-92
《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》	GBJ 236-2011
《通用用电设备配电设计规范》	GB 50055-2011
《10KV 及以下变电所设计规范》	GB 50053-94
《低压配电设计规范》	GB 50054-2011
《机械设备防护罩安全要求》	GB 8196-2003
《防止静电事故通用导则》	GB 12158-2006
《工业企业卫生设计标准》	GBZ 1-2010
《机械安全防护装置》	GB/T 8196-2003

《汽车危险货物运输、装卸作业规程》	JT 618-2004
《劳动防护用品选用规则》	GB 11651-89
《职业性接触毒物危害程度分级》	GB 5044-2010
《生产性粉尘作业危害程度分级》	GB 5817-86
《给排水管道工程施工及验收规范》	GB 50268-2008
《中、低压化工设备施工及验收规范》	HGJ 209-83
《圆筒形钢制焊接贮罐施工及验收规范》	HGJ 210-2005
《建筑灭火器配置设计规范》	GB 50140-2010
《生产过程安全卫生要求总则》	GB 12801-2008
《生产设备安全卫生要求总则》	GB 5083-1999
《工厂企业总平面设计规范》	GB 50187-2012
《化工企业安全卫生设计规定》	HG 20571-2014
《化工企业总图运输设计规范》	GB 50489-2009
《危险化学品名录》（2015 版）	
《爆炸危险场所安全规定》（劳动部发[1995]56 号）	
《企业职工劳动安全卫生教育管理规定》（劳动部颁发）	
《危险化学品事故应急救援预案编制导则》（安监管危化字[2013]43 号）	

第二章 厂址环境概况

2.1 自然环境概况

2.1.1 地理位置

厂址位于辽宁省鞍山市海城经济技术开发区。海城市位于辽东半岛腹地，沈阳经济区之中，全境总面积 2732 平方公里。海城处于辽东半岛与内陆的连接点上，是辽南重要的交通枢纽城市。海城东接边城丹东，南邻港口城市营口和大连，西依油城盘锦，北靠钢都鞍山和省会沈阳。境内沈大高速公路、长大铁路和正在建设的沈大高速铁路客运专线纵贯南北，海沟铁路、海岫铁路和正在建设的京丹高速公路、盘海高速铁路客运专线横越东西。

2.1.2 地貌地形

海城市地形东高西低，总的趋势为东南向西北倾斜。全市地貌可分为低山区，丘陵区，平原区三大类型。低山区位于境内的东部与东南部，为千山山脉的延续，有较大的山峰百余座，一般高程均在 500m 以上，其中最高峰“一棵树岭”高程为 931m。山区内沟谷发育，地形破碎，山势浑园，等高线 50m 以上的面积为 1440km²，占总面积的 52.7%。高程在 50~20m 的丘陵岗地主要集中在长大铁路两侧，面积为 324k 亩，占总面积 11.8%，高程小于 20m 的平原区位于长大铁路以西，面积为 970km²，占总面积 35.5%。

2.1.3 水文地质

海城市内有太子河、浑河、大辽河，纵横南北；海城河、五道河、三通河、杨柳河，八里河横贯东西。地下水资源丰富，根据地下水径流条件、矿化类型、矿化度及地貌特征，海城市共分 5 个水文地质区。

2.1.4 气象条件

海城市属温带大陆性季风气候区。主要气候特点是四季分明，春季风大，夏季平均气温较高，秋季凉爽，冬季较冷。冬季多北及西北风，春夏多南及东南风，降水主要集中在 7 和 8 月之间。多年平均气温为 8.4℃，月平均气温最高为 24.7℃，最低为-11.3℃，绝对最高气温为 36.5℃，最低气温为-33.7℃。多年平均无霜期为 160 天。

2.2 社会环境概况

2.2.1 行政区划与人口

海城市位于辽东半岛腹地，沈阳经济区之中，全境总面积 2732 平方公里，辖腾鳌新城、海西新城、牛庄新市镇、析木新市镇等“两城、两市镇”，有 2 个省级经济开发区，总人口 114 万，其中市区人口 36 万人。海城城镇建设坚持以市场为导向，坚持“在建设中保护，在保护中建设”原则，努力提高城市的综合服务功能和城市文明程度，积极筹措各方面的资金进行小城镇建设，仅 2010 年就筹集资金 4.2 亿元，是上年的 2 倍，新增自来水受益人口 2.2 万人，新建、改建园林绿化面积近 50 万平方米，全年共建设 4 个生态镇，40 个生态村。

近年来，海城市委、市政府打破行政区划，规划建设了腾鳌新城、海西新城、牛庄新市镇、析木新市镇等“两城、两市镇”，大规模实施“三迁四进”，并采取财政投入和 BT（建设—购买）融资等方式，加快园区基础设施和环境建设，确立了“一大基地、七大产业、十七个产业集群”的产业发展定位和“百万人口生态型世界镁都”的城市定位。通过“两城、两市镇”和园区建设，进一步整合了生产生活要素，培育了经济增长优势，同时启动了土地修编、基础设施建设、招商引资等实质性工作，将安全生产、环保、信访稳定等社会管理重心下移到经济区，形成新的发展格局。



图 2-1 海城市行政区划图

2.2.2 交通概况

海城处于辽东半岛与内陆的连接点上，是辽南重要的交通枢纽城市。海城东接边城丹东，南邻港口城市营口和大连，西依油城盘锦，北靠钢都鞍山和省会沈阳。境内沈大高速公路、长大铁路和正在建设的沈大高速铁路客运专线纵贯南北，海沟铁路、海岫铁路和正在建设的京丹高速公路、盘海高速铁路客运专线横越东西。北距桃仙机场 100 公里，南距大连周水子机场 240 公里，境内的腾鳌机场和即将建成的鞍山牛庄港，将全面提高海城的空、水路运输能力。

第三章 项目概况

3.1 总图及平面布置

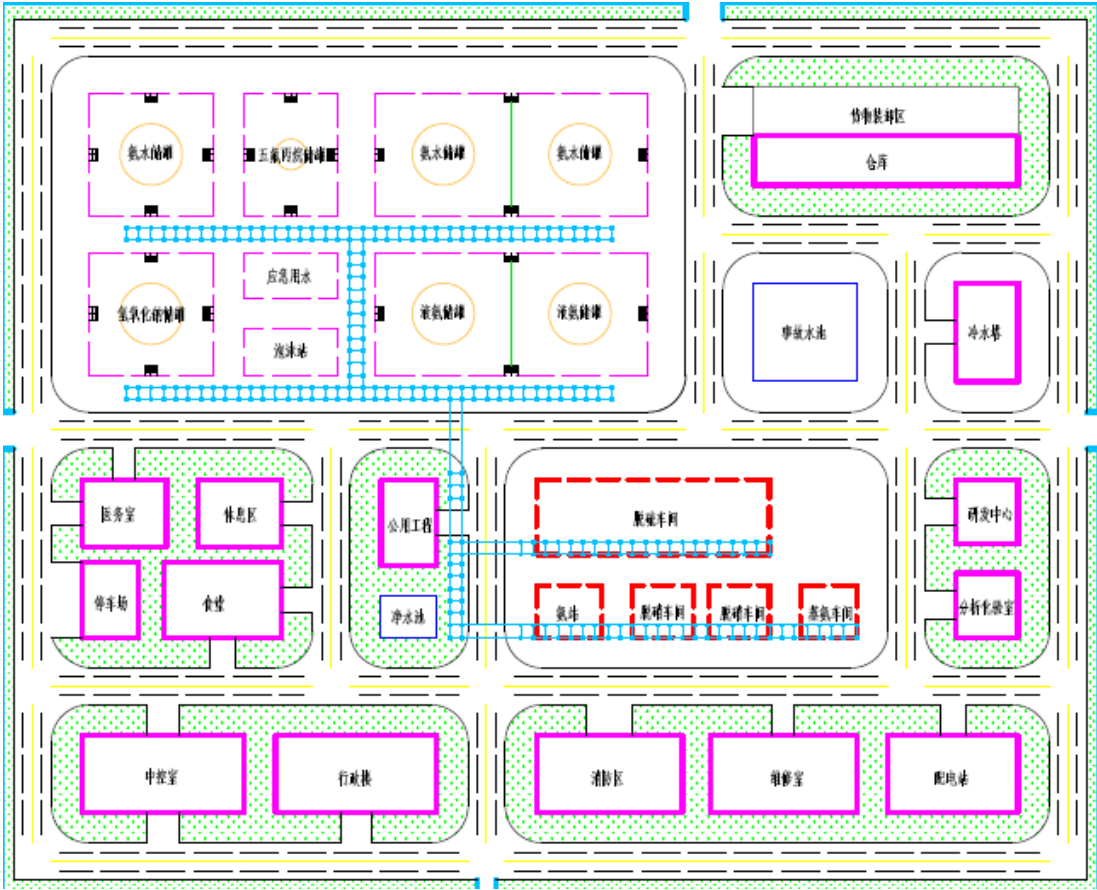


图 3-1 厂区平面布置图

本项目依据前面所列的设计规范、编写的可行性分析报告及当地的条件进行厂区平面布置。在进行总平面布置之前，我们考察结合了建筑地点特征，分析全厂生产流程顺序、各部分的生产特点和火灾危险性，同时考虑厂区地形和风向，选择合理的朝向，采光及自然通风条件等条件。最后基于规划、基建及生产条件、节约工程量等方面从几个备选方案中设计出该总方案。

(1) 总图分区

按照本工程的组成和建筑物的性质，为了提高土地利用率，需要按照功能分区集中布置。尤其是工艺装置，在满足生产、操作、安全和环保的要求许可时，应联合集中布置，集中控制，建筑物宜合并布置。基于以上考虑，本厂区将被划分为处理区、辅助处理区、办公区和储罐区等区域。

海城市属温带大陆性季风气候区。主要气候特点是四季分明，春季风大，夏季平均气温较高，秋季凉爽，冬季较冷。冬季多北及西北风，春夏多南及东南风。

基于以上气候特点绘制风玫瑰图。依据风玫瑰图，将处理区布置在厂区东南侧，罐区设置在厂区西北侧，辅助处理区紧邻生产区布置，生活办公区布置在厂区西侧，保证全年均位于上风侧或避开主导风。

本项目内各工序、道路的间距均满足规范要求，在设计中，厂区内道路总体呈格子状布置，以走向命名以便于识记和辨别。

(2) 处理区布置概述

设计规范要求工艺装置在厂区内布置应相对集中，在该项目中将四工段集中布置，设置在同一区域内，如此安排有利于集中铺设公用工程管线以及集中控制管理，且保证工艺生产流程顺畅、衔接简短、紧凑合理，使得与相邻设施协调。除了考虑生产管理和安全防护等问题外，集中布置工艺装置还便于施工、安检以及检修。

处理区应当布置在全年最小频率风向的上风侧，并位于可燃气体储运设施全年最小频率风向的下风侧，尽量远离人员集中区。工艺处理区位于全年最小频率风向（西南风）的上风侧，罐区位于西北角，此外还应当间隔一定距离放置灭火器及高压喷头，预防火灾蔓延。

生产区的道路布置应当在满足生产操作、物料运输、设备检修、消防安全以及事故急救等的要求下，力求减少道路的面积；工艺装置的内部道路应与街区外的厂区道路连接。生产工艺区内不易进行绿化。工艺生产区安排在整体厂区的偏北侧，主要考虑原料储存及预处理的就近与集中布置，同时便于人员进出与管理，可防止易燃及毒性物质的释放对人造成伤害。

(3) 罐区与装卸区布置概述

罐区放置在厂区西北角，满足上述与生产工艺区的相对位置要求。这一区域要进行车辆限行，生产区内保持足够的安全距离，满足防火设计的要求。罐间距离取 $0.4D$ ，罐区内设置积水设施，并设置可控制开闭的排水设施。罐区和辅助生产区，主要生产区之间设有隔离墙。

该区内包括原料罐区和产品罐区。产品罐区放置在靠近运输装卸区一侧，便于产品运输转移。此外，将罐区布置在靠近东侧的产品出入门，方便车辆的出入，实现方便运输的要求。

对可燃液体、可燃气体要求分布在厂区的边缘区域，与罐区无关的管线、输电线均不得穿越罐区。在本项目中，罐区在产区的东侧边缘，同时，在具有良好通风条件的情况下，靠近工艺生产区的地段内有利于服务相邻的对象，因此将装卸区设计在灌区附近，有利于交通运输。

(4) 变电站的布置

变电站的布置应便于线路的进出，不妨碍工厂扩建和发展的独立地段。当采用架空的输电线时，应布置在厂区边缘地带。在安排变电站的位置时，应该布置在易泄露、可燃腐蚀性气体及粉尘生产、储运和装卸设施的全年最小频率风向的下风侧和有水雾地带冬季盛行风向的上风侧，同时，变电站设计应当远离强振源，并与易泄露、可燃气体、腐蚀性气体以及粉尘的生产区、罐区、仓储区的距离保持在规定的距离（60m）之外，方便高压进线和低压出线。此外，在变电站的周围设置绿化带，构成独立区域。

因此，在本项目中，变电站位于厂区东北侧地带，位于辅助生产区的东南侧。

(5) 维修室的布置概述

维修室宜布置在厂区的一侧，并靠近人流出入的地段，并处于有效方便的交通运输条件，同时应力求减少机修车间的噪声、振动对周围设施的影响。

在本项目的设计中，机修车间位于辅助生产区的东南侧，生产区的南侧，并位于厂区内交通主线路路上以应对突发情况，实现快速抢修的目的。

(6) 分析化验室与研发中心的布置

分析化验室应当靠近远离有毒气体、粉尘以及身患水冷却设备等易产生大量水雾的设备的全年最大频率风向的下风侧。

在本项目的设计中，将分析化验室与研发中西布置在维修房、配电室一侧，与其形成一个建筑群，同时又靠近生产区，便于及时取样进行产品性能的检测。

(7) 中心控制室的布置

控制室的位置应当靠近主要工艺装置及主要控制设备，控制中心距离工艺生产区比较近，同时在一定的安全距离之外，保证控制室内人员的安全。控制中心朝向高压或者有爆炸性危险的生产设备区一侧的外墙，应为密闭式或保证控制室整体采用抗爆型结构。此外，控制室还应当避免噪音、振动以及电磁较大的场所对其产生的干扰。

在本项目的设计中，将中心控制室布置在厂区西南侧边缘，远离配电室等场所，同时在其周围种植较多的树木作为隔音屏障，将控制中心与噪音较大的工艺装置区隔开。

(8) 办公区以及相邻建筑的布置

办公区是一个工厂整体面貌和企业形象的体现，在满足设计安全要求的前提下，应当更多的考虑建筑风格以及景观配个的关系，力争达到既展现企业形象有实现人与自然和谐统一的良好效果。

在本项目的设计中，将行政大楼置于大门旁边，与中控室、检测室相邻，便于人员行动。同时可保证行政楼的视野开阔，纵观全局，展现大气磅礴的气势，迎合现代化、人性化的企业氛围。在预留发展用地进行绿化，营造绿色清新舒适的生活环境。

(9) 厂区出入口的设置

设计规范要求厂区的出入口不少于两个，并且将人流和物流分开布置，主要人流出入口设置在工厂主干道通往生活区一侧，主要货流入口应位于靠近运输繁忙的仓储区，并与厂外运输线路连接方便。

在本项目的设计中共设置四个主要出入口（分别为北门、南门、西门、东门），分别为南环路、北环路、西环路、东环路，其中东门主要为物流通道，南门、西门主要为人流通道，北门主要为紧急通道，平时基本不开启。在人流通道出口设置门卫室，方便人员及时沟通交流。

(10) 围墙设置

设计规范要求建筑为与围墙的间距应大于 5 米，道路与围墙的距离应大于 1 米（围墙自墙轴线算起，建筑物、构筑物自最外边轴线算起，道路为城市型时自路面边缘算起）。

本项目设计中，工厂的四周在绿林外围设置了围墙。建构筑物与围墙的最小间距为 10 米，道路与围墙的最小间距为 1 米，均符合规范。

(11) 绿化设置

生产区道路绿化，车间，装置前区绿化，生产区和生活区之间，厂区和办公室之间，工厂大门入口处设计浓厚的绿化隔离带。厂前区是绿化重点，要为员工提供优雅的休息场所。各个区域之间保留一定的安全范围，设立绿化隔离带，并留有草坪绿化区域。办公区可适当设计花坛，合理绿化。绿化植物以常青乔木为主，并在道路两旁种植装饰性灌木。

3.2 项目涉及的原料及产品

本项目是针对鞍山盛盟煤气化有限公司两台 110 万吨/年焦炉所排放的烟气进行净化处理的子项目。其焦炉烟气自总厂焦炉经烟气管道输送到本工程车间。总厂炼焦工段会产生大量剩余氨水，其中氨含量富裕，可供本厂脱硫使用。剩余氨水通过管道输送至本厂蒸氨工段，进行蒸氨处理后得到 12%的氨水送去脱硫塔进行脱硫操作。脱硝车间所需氨气则由外购液氨通过氨站转化提供。

表 3-1 原料消耗一览表

项目	名称	单位	小时量	年用量	来源	运输方式
主要原料	焦炉烟气	Nm ³	220000	1.76E+09	来自焦炉	管道输送
	氨气	Nm ³	25.19	2.02E+05	园区提供	管道输送
	氨水	kg	100	8.00E+05	母厂提供	管道输送
辅助原料	工艺软水	kg	3000	2.40E+07	自来水厂	管道输送
	氢氧化钠溶液	kg	25	2.00E+05	园区提供	管道运输
	压缩空气	Nm ³	312647	2.51E+09	母厂提供	管道输送

3.3 工艺流程

本项目处理对象为 220,000Nm³/h 含有粉尘、SO₂ 以及 NO_x 污染物的焦炉烟气。处理时分别采用 SCR 脱硝技术与湿式氨法脱硫技术对其进行净化，同时生产可做化肥的副产物硫酸铵。

本工艺包括脱硝与除尘工段、余热回收工段、脱硫与硫铵精制工段、氨气供应工段，共五个工段。

(1) 脱硝与除尘工段

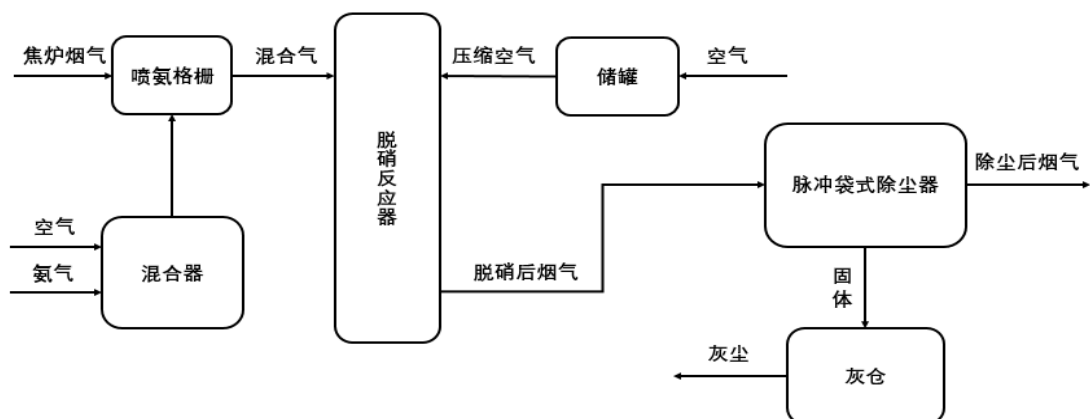


图 3-2 脱硝与除尘工段示意图

来自蒸氨工段的氨气进入氨气-空气混合器，与鼓风机鼓入的空气混合。随后混合气进入喷氨格栅，与自总厂来的焦炉烟气混合后进入脱硝反应器。焦炉烟气中的氮氧化物在压力 1.1Mp 温度 220℃ 的条件下进行选择催化还原反应，生成无污染的氮气与水。

处理后烟气经鼓风机加压送去脉冲袋式除尘器进行除尘处理，除去粉尘颗粒送至灰仓储存处理。除尘后烟气则送往余热回收工段完成热量的循环利用。

(2) 余热回收工段

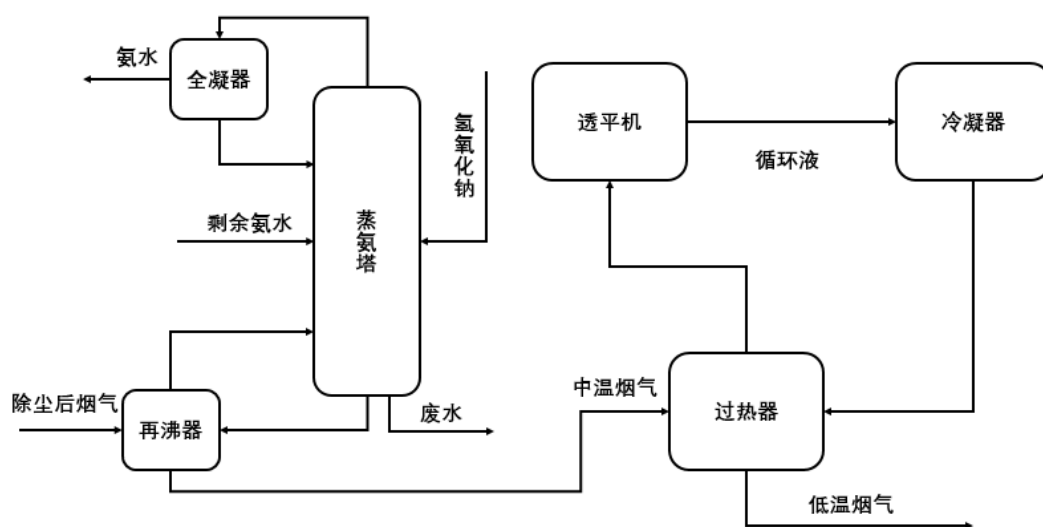


图 3-3 余热回收工段示意图

余热回收工段主要分为蒸氨处理与有机朗肯循环两部分。自脱硝工段来的烟气先进入蒸氨塔再沸器，使部分热源用于剩余氨水的蒸氨操作，该操作下得到的12%氨水用于下一工段的脱硫处理。

出再沸器的烟气则再通往过热器进行换热，参与有机朗肯循环，将多余热量用于透平机发电供电。出过热器后的低温蒸汽则送去脱硫与硫铵精制工段进行进一步污染物脱除操作。

(3) 脱硫与硫铵精制工段

来自余热回收工段的低温烟气自脱硫塔底部进入，先与塔底部分的亚硫酸铵溶液反应槽进行初步换热浓缩，然后上升经过填料段与来自氨水循环槽的吸收液进行充分接触，发生反应脱去 SO₂。之后在上升段经过除雾器与加热器加热后达标排放入大气中。

而塔底反应釜内的亚硫酸铵溶液浓度到达一定上限时，塔底氧化空气压缩泵就会鼓入空气，令亚硫酸铵发生氧化反应生成硫酸铵。硫酸铵溶液经泵提供动力输送至两级旋流器进行初步液固分离，之后再通过振动循环流化床得到干燥的硫酸铵固体。振动循环流化床排出的气体则经过旋风分离器与尾气洗涤塔净化后排放入大气。

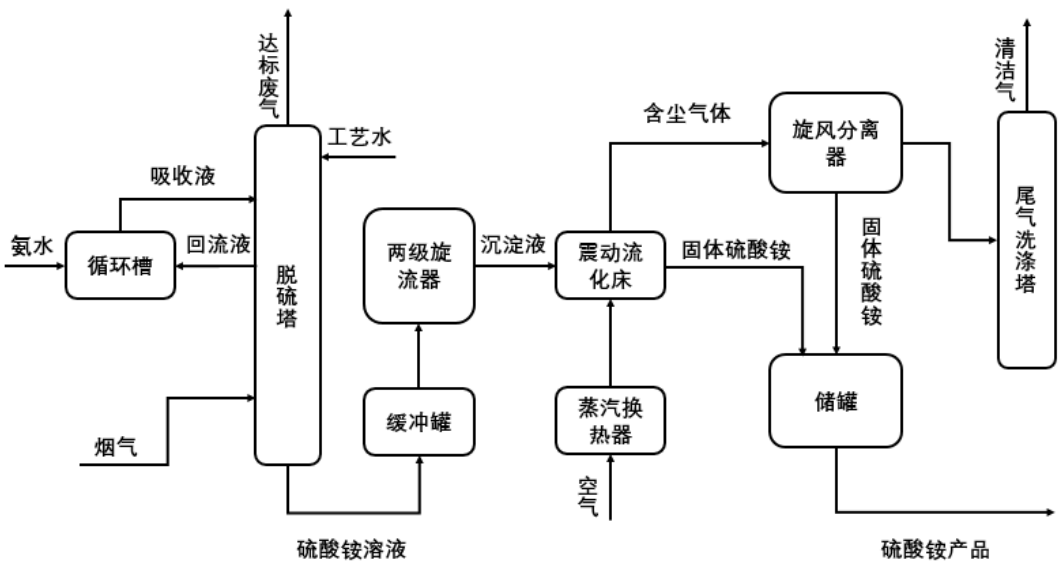


图 3-4 脱硫与硫铵精制工段示意图

(4) 氨气供应工段

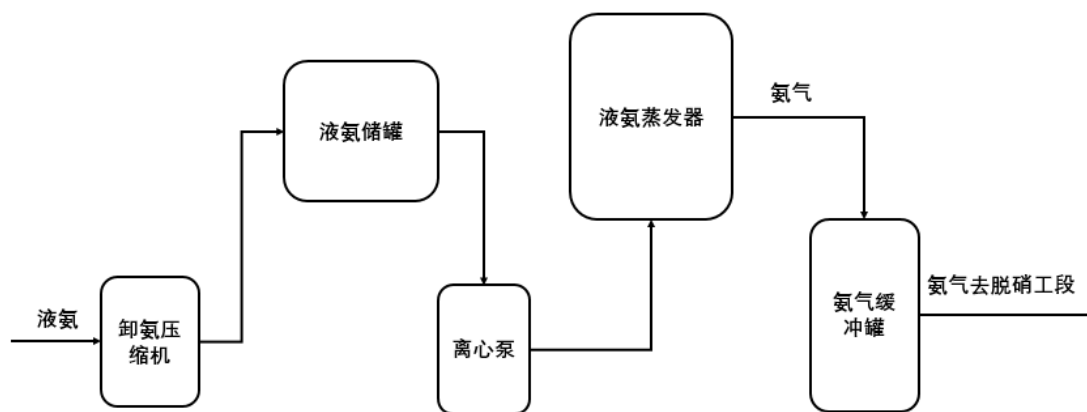


图 3-5 氨气供应工段示意图

自园区内外购的液氨通过罐车输送至氨气供应工段，经卸氨压缩机送至液氨储罐储存。供应时则通过离心泵将液氨储罐中的氨压至液氨蒸发器蒸发为氨气，氨气经过缓冲罐后去脱硝工段进行烟气脱硝工作。

第四章 主要危险、有害因素分析

4.1 主要危险、有害物质的理化性质有害因素分析

本工程是以氨为原料，对焦炉烟气进行脱硫脱硝操作的尾气净化项目。其危险有害因素，主要包括有害泄露、有害物质、火灾爆炸事故、机械伤害、噪声振动、电伤、坠落、酸碱灼伤、高温烫伤等种种因素。本章主要从危险物质、工业生产危险、重大危险源识别、同类装置事故案例分析等方面进行分析。

作为一个化工厂，本厂日常的运行涉及到很多特殊的化学物质，操作不当很容易引起不必要的安全事故。因而对这些物质的理化、生理等方面性质必须有一个全面的认识，以确保生产安全有序的进行，并能够对泄露等突发状况进行最合理的补救。根据《危险化学品名录》（2015 版）《国家污染物环境健康风险名录》（2009 版），本厂主要危险有害物质液氨。

4.2 主要工业生产过程危险、有害因素分析

按照事故致害原因分类，根据《企业职工伤亡事故分类》，以及企业目前主要生产设备、作业环境等条件，确定该工业生产具有以下主要危险有害因素：火灾、爆炸、中毒和窒息、电气危险、机械伤害、高处坠落、高温灼烫、车辆伤害、噪声伤害、淹溺。

4.2.1 火灾、爆炸危险因素分析

过程中出现的易燃易爆物质主要为液氨，属于乙类第二项物质。液氨挥发产生氨气，如泄露在空气中相应气浓度超标，并处在爆炸浓度极限范围内，此时如遇明火或火花，就会发生火灾爆炸事故。这些物料本身的易燃易爆的危险特性，决定了装置具有较大的火灾爆炸危险。装置内生产、使用、输送和处理这些危险物质的各种设施（包括储罐、设备和管道）、生产厂房都是火灾爆炸重点控制危险源。

4.2.2 中毒窒息危险因素分析

过程中出现的氨气，如泄露在空气中相应气浓度超标，会导致工作人员的中毒或者窒息。设备检修作业时，工人在未隔绝、置换、清洗、未进行气体分析，又无防护面具的情况下，冒然进入设备内作业时，也易发生中毒窒息。

在本生产过程中，主要涉及的原料、中间产品和成品等基本都具有急性中毒和窒息的危险性。其中毒的途径主要是短时间内吸入大量高浓度泄漏的物料，或是误食。

(1) 在设备或管道密封不严、长期使用、设备缺陷或误操作造成物料泄漏，导致中毒窒息的发生。

(2) 在检修维护的过程中，操作人员个体防护不到位，不按规范操作会引起中毒窒息。

(3) 在检修停车后，未进行氮气吹扫、空气吹扫；或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障，导致检修人员进入时急性中毒或窒息。

(4) 生产过程中有物料泄漏，为及时发现，现场厂区内部监测报警仪失效，造成现场泄漏浓度过高引起中毒窒息。

4.2.3 物理爆炸(容器爆炸)危险性分析

该生产过程涉及压力容器和管道，需要注意容器超压的危险。

下面详细叙述物理爆炸的危险性分析结果：

(1) 反应器、精馏塔等压力容器、设备若没有设置相应的安全装置（安全阀、安全泄压装置等），或安全装置失效，很有可能引起管道和设备无法及时泄压的超压现象，然后引起容器的物理爆炸；

(2) 主要生产装置和管道因为年久腐蚀、疲劳等原因，耐压强度降低，在正常工作压力下导致物理爆炸事故；

(3) 生产过程中需要严格控制各设备的压力，例如在生产过程中回流系统出现异常，且泄压安全装置失效，可能引起某设备的压力过高，导致物理性爆炸；

(4) 在装置内需要耐高温、耐低温的各种设备可能因为在选材的过程中，选材错误，其耐高温或是耐低温的性能较差，引起其设备的耐压能力降低，引起压力爆炸事故；

(5) 生产过程中各装置仪表损坏或是管道堵塞都可能引起容器的物理性爆炸。

4.2.4 中毒及窒息危险性分析

在本生产过程中，主要涉及到的吸收剂氨气具有急性中毒和窒息的危险性。

其中毒的途径主要是短时间内吸入大量高浓度泄漏的物料，或是误食。

(1) 在设备或管道密封不严、长期使用、设备缺陷或误操作造成物料泄漏，导致中毒窒息的发生。

(2) 在检修维护的过程中，操作人员个体防护不到位，不按规范操作会引起中毒窒息。

(3) 在检修停车后，未进行氮气吹扫、空气吹扫；或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障，导致检修人员进入时急性中毒或窒息。

(4) 生产过程中有物料泄漏，为及时发现，现场厂区内部监测报警仪失效，造成现场泄漏浓度过高引起中毒窒息。

4.2.5 灼烫危险性分析

整个工艺流程中，SCR 脱硝反应的操作温度在 300℃左右，脱硫操作在 40℃左右。如果由于设备或管道超压、腐蚀等造成内部高温物质的意外释放，作用于人体也会造成烫伤事故。此外人体若接触处理和输送这些高温物质的设备和管道也会产生局部烫伤，因此对作业人员可能接触到的高温部位均应采用隔热保护或隔离措施，避免人员接触烫伤。

热力系统（特别是蒸汽锅炉、管式加热炉蒸汽管道）一旦发生事故，蒸汽泄漏，其危害性特别大。

4.2.6 噪声危害因素分析

压缩机、鼓风机、泵机械等运行过程产生噪音，本项目存在的主要产生噪声源为压缩机噪声、泵噪声、安全阀放空噪声，尤其压缩机、泵的噪声较大。泵类设备、风机等均能产生机械动力学噪声。噪声对人体的危害是多方面。噪声会造成暂时性或永久性听觉损伤，特别是长期接触高强度，会导致不可逆病变，或者永久性听觉损伤，形成噪声性耳聋，而这种耳聋一旦发生就很难治愈。因此噪声对听觉系统影响很大，进而会影响作业人员的日常工作和生活。噪声强度越大，接触时间越长，其危害也就越严重。

4.2.7 开停车、检维修危险性分析

据统计，化工生产设备检修过程中，由于种种原因经常发生各类检修人身伤害事故。从某公司历史上人身伤害事故的统计资料分析，检修过程中发生的事故占 75% 以上，如 1990~2000 年共发生人身工伤事故 74 人次，有 56 人次是检修过程中发生的，占事故总人次的 76.67%。所以在生产过程中，开停车、检维修过程是一个很重要的部分，而且也是相对操作人员来说伤害最大的，应特别提出分析。

(1) 停车检修时未进行氮气、空气吹扫，导致装置内易燃物未排至安全浓度，人员在检修过程中，可能会动用电气焊或产生撞击摩擦火花造成火灾爆炸；

(2) 开车生产前，未用氮气惰性气体进行吹扫，将管道、设备内的空气排尽，或未设有监测设备监测氧气含量或监测设备出现故障，则在正式开车生产的过程中空气极易与物料形成爆炸混合物，发生火灾爆炸事故；

(3) 在停车后检维修前，未进行氮气吹扫、空气吹扫；或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障，或检维修过程中检维修人员未带防护用具，或不规范操作，导致检修人员进入时急性中毒或窒息；

(4) 检维修过程中，有高处操作作业，若未做足安全保护措施，或检维修作业人员麻痹大意、不按规范操作则有可能造成高处坠落的危险；

(5) 在人员检修的过程中，未有其他人员在旁监护，或未挂警示牌提示，贸然开车，导致形成爆炸混合物，使人员伤亡和火灾爆炸事故；

(6) 检维修完毕之后，开车前未检查盲板数量、操作人员数目等，贸然开车，导致人员伤亡、火灾爆炸事故的发生；

(7) 在管理制度上缺少动火令制度等危险作业制度，或缺少盲板管理制度等物资管理制度则有可能引起事故的发生，具有潜在的危险性。

4.2.8 厂内车辆运输危险因素分析

本项目厂内运输车辆有液体储运车、固体装卸车，同时还有外来原料液体运输的车辆、固废外运车辆以及运送设备材料和公用设施的车辆，厂区道路容易发生交通事故。厂内机动车辆的危险因素主要有：道路的布置不合理；道路没有设置警示灯、警示牌等；驾驶人员不按操作规程操作；厂内机动车辆没有由技术监督部门进行定期强制性检验、没有进行登记注册、无证人员驾驶；机动车辆有缺陷；厂内道路没有足够的安全视距等。

4.2.9 高处作业危险因素分析

工艺过程中众多设备为塔设备，且多为几十米的塔，需要安装有检修和维护的平台。储罐、平台等顶部的工作面高度均在 2m 以上，在操作平台上作业、维修，都属于高处作业，由于斜梯、栏杆等不符合安全使用要求有造成高处坠落的可能，户外作业，尤其在霜期和雨雪天气里，发生高处坠落的可能性会明显增大。

厂房内、外设置钢制斜梯、直梯、走台、护栏等，还有塔类设备平台、储罐钢梯平台等，需要操作人员在此处行走或作业。根据《固定式工艺防护浪安全技术条件》（GB405.3-93）、《固定式钢斜梯安全技术条件》（GB4053.2-93）、《固定式式钢直梯安全技术条件》（GB4053.1-93）、《固定式工业钢平台》（GB4053.4-93），导致高处坠落的主要原因为：钢制斜梯、直梯、平台、护栏、护笼不符合安全要求，强度不够，作业人员有高处作业禁忌症（如：高血压、心脏病、眩晕和突发性昏眩疾病），违章作业未佩戴安全防护用具（如安全带）。此外，还有器具坠落伤人等。

4.2.10 电气伤害危险因素分析

电气伤害主要包括设备或线路本身故障产生的伤害，如设备老化耐压等级降低等，还有违章作业产生的伤害。

（1）电击危险

人体接触及设备和线路正常进行时的带电体会发生电击；人体触及正常状态下不带电，而当设备或线路故障（如漏电）时意味带电的金属导体（如设备外壳）会发生电击；项目中的配电柜、配电线路、各种机泵设备、各种手持电动工具、照明线路及照明器具均存在直接接触电击和间接接触电击的危险。

（2）违章作业触电事故

防护设施缺陷或不严格遵守安全操作规程，例如：带负电荷拉闸，带地线合闸，有电挂接地线等，均有触电危险。可导电部分未与接地线可靠连接或电气绝缘失效；未安漏电保护器；人为误操作等也都存在触电伤害危险。

（3）雷电危险

由于外界因素的破坏引起或装置本身的防雷设施不全，则有可能在雷雨天气遭受雷击，引发火灾、爆炸、设备损坏、人员伤害等事故。

存在电气危险的主要部位: 变配电室、配电线路、各种机电设备、各种手持电动工具、照明线路及器具存在直接接触电和间接触电的可能, 而且也均有成为点火源的可能, 从而引发火灾或爆炸事故。

4.2.12 自动控制系统故障

本装置采用集散型控制系统 (DCS)

(1) 控制室的控制计算机因意外出现故障后, 将无法监测和控制生产的安全运行;

(2) 控制室的控制计算机因人为破坏或误操作, 致使装置区生产失控, 发生事故;

(3) 装置现场的检测器未进行定期的校验, 致使监测数据出错, 监控人员未能及时发现生产的异常而导致事故发生;

(4) 装置所采用的控制系统软件落后或不够精确, 监控人员未能及时发现生产的异常而导致事故发生。

4.2.13 人员及管理

(1) 安全管理人员不具备相关资格证书; 主要负责人未落实相关责任; 作业人员未进行相关培训教育 (如 “四新教育”); 危险化学品从业人员和特种作业人员不具备相关资质, 从而发生人员的瞎指挥和误操作, 导致事故的发生。

(2) 人员违反安全规章制度, 发生抽烟等不安全行为。

(3) 人员进入装置区之前必须在更衣室更换掉化纤衣物, 并进行接地消静电。

(4) 职业安全健康组织机构不健全。

(5) 职业安全健康责任制未落实。

(6) 职业安全健康管理规章制度不完善。

(7) 职业安全健康管理不完善。

4.3 工艺过程中的危险、有害因素分析

本项目的工艺过程中涉及到的主要工艺有加热、冷凝、冷却、气体分离、回流等，主要设备有机泵、换热器、板式塔等；液氨属于可燃物，易燃易爆，又具有毒性和致癌性。如果系统的工作参数温度、压力、流量、液位等偏离较大，可能会带来严重的后果。

4.3.1 温度失控

（一）可能引发温度失控的危险因素：

（1）冷却、冷凝用的冷却水不能中断，否则，热量不能及时导出，致使系统温度过高；

（2）随着加热的进行，温度升高过快，并且没有严格控制温度上升的上限和升温的速度；

（3）再沸器开始工作时，若没有先打开塔顶冷凝器的冷却水，然后再通蒸汽加热，可能造成精馏塔内温度过高；

（4）停车时没有先停止进料，再停再沸器，停止产品采出，降压降温后再停冷却水；

（5）再沸器的热源要控制好流量，若流速过快，而导致精馏塔内的温度升高，在冷却系统无法将温度回复正常的情况下，可能会引起系统内温度过高；

（6）再沸器内部容易结垢，很容易造成局部受热不均匀；

（7）机泵在运行过程会发热发烫，因机泵本身的质量问题影响散热，或区域内通风不良，造成机泵内温度远远高于正常值；

（8）离心泵滑动轴承使用的是透明油作润滑剂，在水泵运行过程中轴承的温度最高可达 85 度，一般运行也在 60 摄氏度左右，润滑剂太少，轴承会因过热而烧坏；

（9）因气候原因，输送物料的管道内温度过低；

（10）热交换不充分，换热器骤冷骤热。

（二）温度失控的后果：

（1）温度过高的后果：

-
- a.造成物料焦化；
 - b.使气体迅速膨胀，造成设备或管道内压力过高而发生物理爆炸事故；
 - c.未冷凝的危险气体外逸排空，可能导致燃烧或爆炸事故；
 - d.如果没有严格控制温度上升的上限和升温的速度，物料在机泵内容易发生冲料现象，聚集在车间内与空气形成爆炸性混合物；
 - e.设备局部温度过高，容易烧坏设备，从而引发爆炸或紧急停车等事故；
 - f.热交换不充分会造成能量过量积聚，导致换热器或管道等破裂、泄漏。

4.3.2 压力失控

（一）可能引起压力失控的危险因素：

（1）若冷凝和冷却所用的冷却水中断，反应热不能及时导出，致使系统内气体因温度升高而膨胀，使压力过高；

（2）加热器和再沸器加热过程中物料温度升高，液化气迅速汽化或者气体膨胀过快，压力剧增；

（3）液环泵的气缸可能因物料流量过大，从而导致气缸内压力过高；

（4）在往复泵工作过程中严禁用出口阀调节流量，否则可能造成缸内压力急剧变化；

（5）再沸器开始工作时，若没有先打开塔顶冷凝器的冷却水，可能会造成物料温度过高或设备内部压力剧增；

（6）在停车时，也要先停止进料，再停止冷却，否则也会造成温度和压力剧增的情况出现；

（7）再沸器的热源要控制好流量，若流速过快，而导致精馏塔内的温度升高，在冷却系统无法将温度回复正常的情况下，可能会造成压力过大的现象；

（8）机泵、精馏塔、换热器等设备因为年久腐蚀、疲劳等原因，耐压强度降低，在正常工作压力下导致物理爆炸事故。

（二）压力失控的后果：

（1）压力过高可能引发的后果：

若设备或管道内压力过高，超过设备的强度极限，在压力控制系统无力挽回的情况下，会发生压力容器爆炸。

(2) 该工艺系统不会有设备内压力过低的情况出现。

4.3.3 流量失控

(一) 可能引起流量失控的危险因素：

(1) 工作人员调节流量阀时操作失误，将流量调节得过大或过小；

(2) 管道或设备内产生了泄漏，使得管道或设备内流量减小；

(3) 在往复泵工作过程中用出口阀调节流量。

(二) 流量失控的后果：

(1) 流量过大可能引发的后果：

a.管道内、或泵内的易燃物质，在流速过大而且没有做防静电措施时，可能产生静电积聚，引起静电火花造成物质点燃，导致火灾；

b.物料进入泵、罐、塔内的物料流速过快，流量很大，造成设备内物料积聚太多，压力超过极限值而引发物理爆炸事故；

c.液环泵的气缸强度比较小，较易因物料流量过大，压力过高而爆炸；

d.若进入精馏塔的物料速度过快，在塔顶的冷却系统无法将物料冷却；

e.若回流系的流量过快，造成回流罐内储量过大，压力超过极限值而爆炸；

(2) 流量过小可能引发的后果：

a.流量过小时，达不到规定的分离要求。

4.3.4 液位失控

(一) 可能引起液位失控的危险因素：

(1) 原料含有一定的水分，原料中的水在低温中可能会生成烃类水化物，水化物是水和烃类的固溶体，如果温度压力适中，而且有充分的水量，固态水化物会不断地生成，直到将阀门堵塞，从而引起假液位；

(2) 液位计的连接管和针型阀不畅通造成假液位；

(3) 若液位检测系统失效，造成装置内物料输入过量；

(4) 液位控制系统硬件设备选型不当、质量存在问题或控制软件不适合工艺要求。

(二) 液位失控的后果：

假液位会使得罐、塔内超装，造成物料冒液；如果满液后，温度继续升高，可产生爆炸事故。

第五章 评价方法简介和评价方法确定

5.1 评价方法简介

5.1.1 安全检查表法(SCL)

定义: 安全检查表是进行安全检查、发现潜在危险、督促各项安全法规、制度、标准实施的一个较为有效的工具,运用安全系统工程的方法,发现系统以及设备、机器装置和操作管理、工艺、组织措施中的各种不安全因素,列成表格进行分析,检查表中的回答一般都是“符合/不符合”。

类型: 设计审查用安全检查表;厂级安全检查表;车间检查安全表;机台及岗位用安全检查表;危险点巡回检查表;专业性安全检查表。

优点: 安全检查表能够事先编制,可以做到系统化、科学化,不漏掉任何可能导致事故的因素,为事故树的绘制和分析做好准;可以根据现有的规章制度、法律、法规和标准规范等检查执行情况,容易得出正确的评估;通过事故树分析和编制安全检查表,将实践经验上升到理论,从感性认识到理性认识,并用理论去指导实践,充分认识各种影响事故发生的因素的危险程度(或重要程度);安全检查表,按照原因实践的重要顺序排列,有问有答,通俗易懂,能使人们清楚地知道哪些原因事件最重要,哪些次要,促进职工采取正确的方法进行操作,起到安全教育的作用;安全检查表可以与安全生产责任制相结合,按不同的检查对象使用不同的安全检查表,易于分清责任,还可以提出改进措施,并进行检验;安全检查表是定性分析的结果,是建立在原有的安全检查基础和安全系统工程之上的,简单易学,容易掌握,符合我国现阶段的实际情况,为安全预测和决策提供坚实的基础。

缺点: 只能做定性的评价,不能定量;只能对已经存在的对象评价;编制安全检查表的难度和工作量大;要有事先编制的各类检查表,有赋分、评级标准

使用范围: 通常是为了检查某一系统、设备以及各种操作管理和组织措施中的不安全因素,并且不能定量。

5.1.2 预先危险性分析法(PHA)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/836010242240010213>