

附录 B:

南充联成化学工业有限公司

生产安全事故风险评估报告

编制单位：南充联成化学工业有限公司

编制时间：2022 年 05 月

目 录

1. 危险有害因素辨识	1
1.1 物料危险有害因素辨识.....	1
1.2 生产过程主要危险有害因素分析.....	4
1.3 主要设备危险有害因素分析.....	8
1.4 生产辅助系统危险有害因素分析.....	15
1.5 平面布置危险有害因素分析.....	23
1.6 建构筑物危险有害因素分析.....	24
1.7 检修过程危险有害因素分析.....	25
1.8 危险物料储运作业过程危险有害因素分析.....	27
1.9 其他危险有害因素分析.....	28
1.10 重大危险源辨识结果.....	31
1.11 危险有害因素辨识小结.....	32
2. 事故风险分析	34
2.1 风险评估方法介绍.....	34
2.2 风险评估分析.....	36
2.3 风险评估分析汇总表.....	39
3 事故风险评价	41
4 结论建议	41

生产安全事故风险评估报告

1. 危险有害因素辨识

本项目在进行危险有害因素辨识过程中主要根据《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986)以及《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2009)等对危险有害因素的分类标准,结合同类行业的以往事故案例和相关安全生产工作经验。

同时,根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的规定,对公司进行重大危险源辨识与分析。

1.1 物料危险有害因素辨识

1.1.1 邻苯二甲酸酐原辅材料、产品、中间产物危险有害因素辨识

主要生产原料:邻二甲苯、空气、催化剂、天然气(用于导热油炉加热)等。

产品:邻苯二甲酸酐(含马来酸酐小于0.05%,数据来源于鉴定报告)。

根据《危险化学品目录(2015年版)》的规定,属危险化学品的物料有:邻二甲苯(危序号:355)、五氧化二钒(危序号:2161)属于危险化学品,不属于剧毒化学品。

根据《易制毒化学品管理条例》(国务院令第445号,2005年11月1日起施行,根据国务院令653号第十五条第一次修改,国务院令第666号第二次修改)的规定,该装置原料及产品不涉及易制毒化学品。

根据《重点监管的危险化学品名录》(2013年完整版)的规定,该装置所用的天然气(用于导热油炉加热)属于首批重点监管的危险化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》(2017年版)的规定,上述物料不涉及

易制爆危险化学品。

1.1.2 增塑剂原辅材料、产品、中间产物危险有害因素辨识

主要生产原料：邻苯二甲酸酐(来自苯酐装置,含马来酸酐小于 0.05%)、丁醇、辛醇、触媒、助滤剂等。

产品：增塑剂(邻苯二甲酸二辛酯[DOP]、邻苯二甲酸二丁酯[DBP])

根据《危险化学品目录(2015年版)》的规定,该装置不涉及生产不涉及危险化学品。

根据《易制毒化学品管理条例》(国务院令第 445 号发布,根据国务院令 653 号第一次修改,国务院令第 666 号第二次修改)的规定,该装置所用原料及产品不涉及易制毒化学品。

根据《重点监管的危险化学品名录》(2013 年完整版)的规定,该装置所用原料及产品不涉及重点监管的危险化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》(2017 年版)的规定,上述物料不涉及易制爆危险化学品。

1.1.3 其它物料危险有害因素辨识

本公司设置了氮气站,液氮经气化后用于保护和吹扫,脱盐水处理站使用液碱、盐酸,循环水站使用硫酸,污水处理站使用液碱。

根据《危险化学品目录(2015年版)》的规定,属危险化学品的物料有:氮(危序号:172)、氢氧化钠(危序号:1669)、盐酸(危序号:2507)、硫酸(危序号:1302)属于危险化学品,不属于剧毒化学品。

根据《易制毒化学品管理条例》(国务院令第 445 号发布,根据国务院令 653 号第一次修改,国务院令第 666 号第二次修改)的规定,上述物料硫

酸、盐酸属于易制毒化学品。

根据《重点监管的危险化学品名录》(2013年完整版)的规定,上述物料不属于首批重点监管的危险化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》(2017年版)的规定,上述物料不涉及易制爆危险化学品。

以上危险化学品的理化性能指标见下表:

表 1-1 主要物料的危害特性及控制指标表

物料名称	危序号	闪点(°C)	空气中爆炸极限 V%	火险分类	危害特性
天然气	2123	-188	5.3-15	甲	易燃气体,类别 1 加压气体
邻苯二甲酸酐 (含马来酸酐小于 0.05%)	/	151.7	1.7-10.4	丙	皮肤腐蚀/刺激,类别 1 严重眼损伤/眼刺激,类别 1 呼吸道致敏物,类别 1 皮肤致敏物,类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (呼吸道刺激)
邻二甲苯	355	30	1.0-7.0	甲	易燃液体,类别 3 皮肤腐蚀/刺激,类别 2 危害水生环境-急性危害,类别 2
五氧化二钒	2161	/	/	戊	急性毒性-经口,类别 2 生殖细胞致突变性,类别 2 致癌性,类别 2 生殖毒性,类别 2 特异性靶器官毒性-反复接触,类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (呼吸道刺激)危害水生环境-急性危害,类别 2 危害水生环境-长期危害,类别 2
氮	172	/	/	戊	加压气体
盐酸	2507	/	/	戊	皮肤腐蚀/刺激,类别 1B 严重眼损伤/眼刺激,类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (呼吸道刺激)危害水生环境-急性危害,类别 2
硫酸	1302	/	/	戊	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A 严重眼损伤/眼刺激,类别 1

氢氧化钠	1669		戊	皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1
------	------	--	---	-----------------------------------

1.2 生产过程主要危险有害因素分析

1.2.1 苯酐生产过程危险性分析

苯酐装置采用以邻二甲苯为原料的固定氧化技术。整个工艺流程分为 5 个基本工序：氧化反应、冷凝回收、苯酐精制、制片包装和尾气处理。生产过程危险性分析如下：

1、氧化反应工序

(1) 邻二甲苯氧化制备邻苯二甲酸酐属于危险工艺。反应原料及产品具有燃爆危险性；反应气相组成容易达到爆炸极限，具有闪爆危险。

(2) 若未严格按工艺规程规定控制邻二甲苯和空气的比例，造成邻二甲苯与空气形成爆炸性混合气体，若遇点火源或高温，会引起火灾爆炸事故。

(3) 若未按规程控制各系统操作点的物料配比、温度、压力，造成生产中超温、超压运行，可能引发火灾、爆炸事故。

(4) 开车若未对转动设备是否正常进行检查，若开车后转动设备出现故障，容易发生火灾、爆炸事故。

(5) 开车前若未对系统全面检查，若运行后设备或管道发生物料泄漏，遇点火源，容易发生火灾、爆炸，甚至人员中毒。

(6) 开车前若未对计量仪表和分析装置进行检查和校正，可能因计量和分析数据不准确而发生事故。

(7) 系统运行时若物料比例调节不当，容易发生事故。

(8) 系统运行时若未控制好反应炉的反应速度，若温度过快容易造成导热油超温，从而发生事故。

(9) 反应炉升降速度过快可能裂纹，引起泄漏，导致导热油进入触媒系统，损坏触媒影响整个生产系统。

(10) 在因易燃、易爆、有毒物料泄漏紧急停车时，若未使用防毒面具，容易发生事故。

(11) 若反应后的热量不能及时导出，将会使反应温度迅速升高，导致发生爆炸。

(12) 在生产过程中，若锅炉超压易引起爆炸。

(13) 本工段为高温放热反应，反应温度在 360-400℃，若高温设备的绝热保护层破裂、脱落，可能导致人员直接接触高温设备或短时间内大量接触热辐射，造成高温灼伤事故。

2、冷凝回收和苯酐精制工序

(1) 冷凝和精制过程若管道和设备发生泄漏，人员接触高温反应物料，可能造成烫伤、中毒、爆炸事故。

(2) 在精制和苯酐输送过程，若温度过低，可能发生苯酐凝结，造成设备和管道堵塞，从而引起事故。

(3) 若尾气处理不当，排入空气易引起中毒和火灾爆炸事故。

3、制片包装工序

本公司采用水冷式接片机结片，自动包装机密闭打包，叉车转运，生产过程中有触电、烫伤、中毒和机械伤害等危险。

1.2.2 增塑剂生产过程危险性分析

增塑剂生产过程包括单酯化反应工序、双酯化反应工序、纯化工序和过滤工序。生产过程危险性分析如下：

1、单酯化

(1) 由于苯酐和异辛醇、异丁醇具有可燃性，并且苯酐属于腐蚀性、有毒物料，因此如果原料出现泄漏，在遇明火或其他激发能源的情况下容易引发火灾甚至爆炸事故，同时还存在腐蚀、中毒窒息等潜在危险。苯酐为酸性腐蚀品，人体触及或吸入粉尘有可能引起皮肤及粘膜灼伤。

(2) 物料及蒸汽泄漏，人体不慎接触会发生灼烫伤。

(3) 设备容积较大，高度较高，在检查和维修时，存在高处坠落、物体打击、触电。

(4) 投料使用提升机，存在起重伤害的可能。另投料时有少量粉尘，存在粉尘危害。

(4) 各类泵、搅拌如防护不当，存在机械伤害，另噪声较大。

2、双酯化过程

(1) 在酯化反应中，在催化剂作用下需要对原料加热到 200-230℃ 进行酯化反应，因此该反应过程的主要危险是原料泄漏而造成的火灾、爆炸、高温灼烫、腐蚀、中毒窒息等潜在事故。另外如果原料配比出现错误、加热温度超过工艺要求限值，容易造成反应失控，设备超温超压，从而引发火灾、爆炸等事故发生。

(2) 工艺温度 200℃ 左右，若蒸汽、物料泄漏，取样过程操作不当，触及人体，会发生烫伤害事故，另存在高温危害。

(3) 苯酐为酸性腐蚀品，投料时操作不当或未穿戴防护用品，人体触及引起灼伤。

(4) 反应器加热蒸汽，存在超压的物理性爆炸。

(5) 设备容积较大，高度较高，在检查和维修时，存在高处坠落、物体打击、触电。

所以，在反应过程存在火灾、爆炸、灼烫伤危险，另外还存在高处坠落、物体打击、高温危害。

3、纯化

(1) 该过程是将 11%碳酸钠溶液泵入至 DOP 粗品物料中，以中和反应产生的酸性杂质，之后真空脱出过量的醇。如果达不到一定的真空度，易造成物料减少，设备负荷加重。发现不及时引起物料倒流，会发生爆炸等事故。

(2) 物料温度 100-140℃左右，若物料泄漏，触及人体，会发生烫伤事故，另存在高温危害。

(3) 进槽检查、维修时存在窒息。

4、过滤过程

(1) 过滤过程主要是动力设备机械防护不到位或者发生故障等会造成人员机械伤害事故，动力设备等在工作的时候可能存在噪声和振动伤害。

(2) 如果操作人员个人防护措施不到位，无个人防护措施，或者误操作等都有可能造成机械伤害事故。

5、工艺过程分析

增塑剂主要有苯酐和醇类为原料，通过非酸性催化剂酯化法合成，苯酐是由前段工序提供，如果前段工序提供的苯酐纯度不够、量小等则有可能增加副反应的发生，设备负荷加重，造成设备超负荷运转，设备易出现漏点、管道破裂等，严重者甚至造成系统停车。如果前段工序断料，未及

时发现，则可能导致超温、超压、串气等现象，易造成火灾、爆炸等大的
人身伤害事故。

1.3 主要设备危险有害因素分析

1.3.1 一般工艺设备设施危险有害因素分析

1、运转设备

(1)若转动设备(如：泵类、风机、起重机械)的运转部分的润滑部位缺油，会造成设备损坏及停车，停车还可能造成物料泄漏、堵塞、重物坠落等，引起人员伤亡事故。

(2)运转设备裸露在外的轴、联轴节、键和固定螺钉、叶轮等没有安装防护罩或防护罩损坏或检修拆下防护罩，事后未恢复，由于设备高速运转，在操作过程中，可能造成操作人员人身伤害。

(3)运转设备在运转过程中产生振动，长时间可能出现基础或地脚螺栓松动，若在巡回检查中没有及时发现，机械设备会出现剧烈振动，发生事故。

(4)行车在操作过程中，若行程限位器失灵或损坏可能造成钢丝绳断裂，造成事故。

(5)压缩机机在运行过程中可能因喘振等原因发生安全事故。

2、静止设备

(1)若静止设备长期被腐蚀，易形成腐蚀穿孔，引起料液泄漏，会造成人员伤亡事故。

(2)若储存或输送有毒有害物料的连接管法兰、阀门发生泄漏，将会发生物料泄漏，引起人员中毒、灼伤和设备损坏。

(3)若用于生产的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、中毒、腐蚀等事故。

(4)若所选用的工艺设备的各种附件或安全防护装置失灵(如安全阀、压力表、温度计等)或配置不到位，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，可能引起火灾事故，同时造成有毒有害、腐蚀性物料泄漏，造成人员中毒、化学灼伤及腐蚀等危害。

(5)若接触腐蚀性物料的设备设施未按照物料性质要求进行防腐处理，在生产过程中可能造成设备腐蚀加快，损坏设备，引起事故。

1.3.2 主要工艺设备危险有害因素分析

1、氧化反应釜

(1)若未按照规定的反应的物料比、工艺参数进行操作，导致反应釜内物料反应不够稳定，塔内出现超温、超压现象，从而引起火灾爆炸事故，损坏设备，造成人员伤亡。

(2)设备、管道出现跑、漏、滴等质量问题，由于物料邻二甲苯属于易燃液体。若遇点火源，可能发生火灾爆炸事故。

(3)若隔温层发生破裂或脱落，可能导致人员接触高温设备或短时间内遭受大量热辐射，造成高温灼伤事故；同时，若操作人员长期停留于该场所内，也可能导致灼伤事故。

(4)因人为操作失误发生设备、阀门、管线泄漏，遇着火源可发生火灾爆炸事故，苯酐具有一定的腐蚀性，可能腐蚀设备和建构物，人员接触可能发生灼伤。

(5)在制造过程中材料选择不当，焊接质量缺陷等，存在承压能力薄弱

处，当压力达到一定时，超过承压极限而发生爆裂。

(6) 联锁保护、超限报警、故障报警、状态异常报警不全或出现故障。

(7) 检修期间，未置换干净，没有进行有毒有害和易燃气体浓度检测及办理动火手续，违章操作等都会引起火灾爆炸的发生。

(8) 雷击和静电危害，大部分设备露天布置，如果设备没有可靠的防雷防静电措施，受雷击和静电破坏引发火灾爆炸事故。

(9) 氧化反应催化剂为五氧化二钒，为毒害品，若泄漏，人员接触易引起中毒事故。

(10) 若反应器内防爆口防爆片选择等级不当，当炉内气压超压，可能导致炉体爆炸事故。防爆口方向不当、位置过低一旦爆破使事故扩大。

2、锅炉

若锅炉未设置双安全阀，一旦发生超压，可能胀裂设备，引发爆炸、高温灼伤等事故。若天然气进气管道未设置截断阀，一旦发生事故，可能导致大量天然气泄漏，引起中毒及火灾爆炸事故。若蒸汽锅炉的安全附件失效，一旦发生事故，安全附件不能正常使用，可能导致事故的发生。

1.3.3 特种设备危险有害因素分析

1、压力容器及压力管道危险性分析

本项目苯酐、增塑剂装置多处使用压力管道、压力容器，设备和管道中大量存在有毒物料，危险性很大，一旦发生事故，可能会造成很严重的后果。

(1) 压力容器事故

1) 压力容器一旦发生事故，破坏威力大，影响范围广，很容易发生多

米诺效应，造成全系统停产，严重的还会波及社会，造成灾难性损失。若未按规定定期进行检测，不能及时发现材质变化、裂纹、变形等缺陷，容易造成压力容器爆破事故。

2) 压力容器超压运行易引起爆炸事故。

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

4) 介质为可燃、易燃及有毒物料的压力容器及管道因泄漏可能引起的火灾爆炸及人员中毒事故。

5) 设计时选材不当，施工安装存在缺陷而引起压力容器发生事故。

6) 若不严格控制压力容器的工艺条件(温度、压力、介质成分等)，可能因超温、超压、腐蚀导致压力容器破坏，甚至爆炸。

(2) 压力管道事故

根据对历年来各种工业管道事故原因的分析，事故的原因主要有设计原因、制造原因、安装原因、管理不善、腐蚀等。

1) 设计原因主要包括：选用材料不当；阀门、管件选型不合理；应力分析失误；系统设施布置不合理等。

2) 制造原因主要是指：管子、管件(三通、变径管等)、阀门制造缺陷引起的事故。包括：制造质量低劣；管材本身存在的原始缺陷；焊接结构中有夹渣、气孔、裂纹等焊接缺陷；材料和表面加工粗糙，密封性能差，引起泄漏。

3) 安装原因主要是指：施工安装质量低劣和违章施工引发的事故。表现为：施工安装焊接质量低劣，存在未焊透、夹渣、气孔、未熔合等质量

缺陷；不按设计图纸要求施工，错用材料；无损探伤的比例、部位和评判标准不符合有关标准。

4)管理不善主要包括：使用管理混乱，无操作规程，违章操作；不按规定进行定期检验等。

5)管道腐蚀主要原因是：年久失修，也有是属于管理疏忽、防腐措施不善等原因，有的甚至因错用材料致使腐蚀速度加快。

(3)压力容器及压力管道未购买正规生产厂家生产的合格产品，未按规定进行定期检测，未定期进行维护保养等，生产过程中可能发生事故。

(4)若压力容器及压力管道上的紧固螺栓应振动等原因松动，未及时处理，可能发生火灾爆炸事故。

2、起重机械危险分析

(1)若起重的物料超过电动葫芦的规定起重重量，易造成电动葫芦负重损坏或造成钢绳拉断、重物坠落、操作人员伤害。

(2)若操作人员操作失误易造成钢绳绞死，引起设备损坏。

(3)若起重人员在吊装物料时站在重物的正下方，若物料未系牢，在吊装过程中脱落，会造成人员伤亡。

(4)若操作人员吊装物料时，物料斜拉或不垂直运动，会造成电动葫芦损坏或是电动葫芦从固定轨道脱落，引起事故。

(5)若行程、高度及过负荷限制器失灵，可能损坏其中设备，甚至发生人员伤亡事故。

(6)起重机械作业大部份处在有电的条件进行，若电缆、电机、控制器等设备漏电，可能发生触电(电击)事故。

(7)现场起吊时，指挥者信号错误或指挥信号不明时，易使现场起重人员产生错误判断或错误操作，尤其当两个单位在同一场地操作时，因各自的指挥信号不同引起的错误操作往往会产生严重后果。

(8)当起吊散装金属物体或工件时，若没有捆扎牢固，吊运或搬运过程中零星小件会脱落坠下，极易碰伤自己或别人。

(9)起重工在吊运物体时，若现场无人指挥，吊物下降过快造成脱钩。

(10)斜拉工件可能发生事故。

(11)设备带病运转，不仅缩短了起重设备的使用寿命或修理周期，更为严重的是设备在带病运转过程中，可能突发设备损坏，引起事故发生。

(12)起重机械上的齿轮和传动轴，没有设置安全罩或安全护栏等安全设施，操作人员不慎可能发生绞伤等机械伤害。

(13)在起重作业、起重机械安装、维修作业中，起重机械作业人员不小心可能从起重机械上坠落。

(14)起重机械的安全装置(制动器、缓冲器、上升(下降)位置限位器、运行极限位置限位器、起重量限制器、防护罩等)是各类起重机所不可缺少的。因安全装置缺乏或失灵又未检修时，这种装置便起不到安全防护作用，在运行过程中容易发生各种起重伤害事故。

(15)物体在吊运中，因碰撞或刹车过急等原因，使吊件在空中悠荡，吊件撞倒设备或积物而引起事故。

(16)在吊运中若起吊物体不稳，使吊钩在空中悠荡，在悠荡过程中钩头由于离心惯性力甩出而引起脱钩事故。

(17)由于操作前没有对钢丝绳进行安全技术检验或认真检查，对已断

丝的钢丝绳没有按钢丝绳报废标准处理或降低负荷使用，吊运时严重超负荷等原因引起钢丝绳发生折断。

3、叉车

(1) 叉车投入使用前若未按照《厂内机动车辆监督检验规程》规定的内容进行验收检验，可能因叉车存在安全隐患(如制动失灵，转向失灵等)而发生安全事故。

(2) 车辆在使用过程中，未定期进行维护保养，未制定出对车辆的定期检查制度，未能发现车辆的故障并及时排除，极易发生安全事故。

(3) 驾驶员违章作业，不遵守厂运输安全规则，超速，超载，开带病车等，极易发生安全事故。

4) 叉车的操作人员及其管理人员，未经国家安全生产监督管理部门考核合格取得特种作业人员操作资格证书，在作业过程中因安全技术素质欠佳，安全意识不强而发生安全事故。

(5) 叉车转运及接卸过程中，指挥不当或车辆驾驶人员操作不慎、精神状态不佳，未设置危险区域及安全警示标志，其他人员违章进入危险区，都可能引发车辆伤害事故

1.3.4 工艺及设备设施的其它危险有害因素分析

1、公辅工程区域的部分洗眼淋浴器未安装水管，硫酸卸车点未设置洗眼淋浴器。上述区域内人员接触腐蚀品时，无法及时冲洗，可能造成重度灼伤，导致人员伤亡。

2、苯酐装置区部分沟槽未设置盖板，人员不慎易摔倒，从而造成伤亡。

3、苯酐装置部分管道未设置介质色环和流向标志，巡检和检修人员可

能不了解管道解释和流向，错误操作或者防护不力，而导致事故。

4、苯酐装置的二层平台有孔洞未封闭，人员有跌落危险。

5、焚烧炉的天然气管道上少于 5 颗螺栓的法兰未进行跨接，静电集聚放电，遇天然气泄漏，可能造成火灾爆炸事故。

6、焚烧炉旁临时插线板不防爆。该区域为爆炸性气体环境 2 区，一旦发生爆炸性气体泄漏，漏电火花可能形成点火源，引起火灾爆炸事故。

7、装置区域部分防爆接线盒穿管处未进行封堵，可燃气体可能在窜入套管，造成火灾爆炸事故。

8、增塑剂装置区域用于物料提升的起重机械无限重标志，若吊件超重，可能造成吊钩和吊绳断裂，吊件坠落砸坏设备，砸到人员，造成伤亡事故。

9、若电动葫芦无限位器，人员操作失误，滑出轨道，将造成吊件和电动葫芦掉落，砸坏设备，砸到人员，造成伤亡事故。

1.4 生产辅助系统危险有害因素分析

1.4.1 电气设备设施危险有害因素分析

1、触电危险性分析

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

(2) 设计不合理、安装工艺不规范、各种电气安全净距离不够；安全措施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵等原因，若人体不慎触及带电体或过份靠近带电部分，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。

(3)变配电室发生触电伤害的几率远远高于其它伤害，这是由其作业性质决定的。引起触电事故的主要原因，除了设备自身缺陷，设计不当等技术因素外，大部分是由违章作业、违章操作引起的，常见的包括：保护接地不良或未接地；线路检修时不装设或未按规定装设接地线、未开工作票；线路或电气设备检修工作完毕，未办理工作票交结手续，就对停电设备恢复送电；在带电设备附近工作时，不符合安全距离或无监护措施；倒闸操作不核对设备名称、编号、位置状态、违反操作规程；跨越安全围栏或超越安全警戒线；工作人员误触带电设备；引线摆动碰地、触及带电体；悬垂绝缘子串的绝缘强度不够；电缆有残余电荷；工作人员擅自扩大工作范围而触及带电体；使用电动工具的金属外壳不接地，不戴绝缘手套；由于违章操作、违章指挥，操作人员误合闸而使检修人员触电。临时使用手持电动工具中未安装漏电保护装置等。

2、电气火灾爆炸风险分析

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

(2)在有 overload 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；充油电气设备(油浸电力变压器、电压互感器等)火灾危险性更大，还有可能引起爆炸。

(3)电气设备的安全装置或保护措施(熔断器、断路器、漏电保护器、

屏护、绝缘、保护接地与接零等)不可靠,可能发生触电、火灾甚至爆炸等事故。

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

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

(6)若火灾爆炸危险区域内的灯具内未选取相应防爆等级的防爆灯具,可能由于电火花,引燃泄漏的可燃气体,形成火灾爆炸。

(7)变配电室引起电气火灾的主要原因包括电气线路短路、过载、接触不良、散热不良等。

1)短路:发生短路时电流可能超过正常时的数十倍,致使电线、电器温度急剧上升,远远超过允许值,而且常常伴有短路电弧发生,易造成火灾。常见的短路事故有:用闸刀直接起动或断开大容量负荷和带负荷拔熔断器引起相间电弧短路;违章作业引起的短路等。

2)过载:线路、电机、变压器超载运行导致其绝缘材料过热起火。

3)接触不良:导线接头连接不牢或焊接不良,会使接触电阻过高,导致接头过热起火。接触不良的电线接头、开关接点、滑触线等还会迸发火花引燃周围易燃物质。

4)散热不良:电动机、变压器均配有散热装置,如风叶、散热器等,如果风叶断裂、变压器油面下降会导致散热不良,使电器热量累积起来而发生火灾。电缆沟内电缆过密,散热不良亦会引起火灾。

3、电气设施的雷击危险性分析

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

4、由电气设备设施引起的其他危险有害因素分析

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

(2)对一级用电负荷，如消防水泵、火灾探测、报警和人员疏散指示、危险和有害气体的探测，泄漏的探测，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。

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

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

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

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

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

1.4.2 消防、职业卫生防护设施危险性分析

(1)若系统消防设施配备不足，或消防设施布置不合理，发生火灾事故时不便扑救，造成事故扩大。

(2)若所设消防设施及其自动报警和联锁装置日常检查、维护不当等，在发生事故时不能及时启动消防设施，不能及时进行扑救，造成事故扩大。

(3)若在各生产作业场所配备的消防设施与该场所可能发生的火灾事故类别不相配，一旦发生火灾事故，不能有效扑救火灾，造成事故扩大。

(4)若发生火灾等事故时，区域内的消防通道堵塞，影响消防救援，会造成事故扩大。

(5)在生产、储存区无安全疏散指示标志和风向标，若发生有害物质量泄漏事故或其它紧急情况，不能及时安全地疏散人员，可能造成更大的事故。

(6)本公司生产过程中的噪声源来自于各类风机、输送泵、压缩机等，其中以风机、压缩机等发出的噪声最为明显，若操作人员长期在这样的环境中工作，而未采取防护措施，就会对听力产生不利影响。

(7)在生产过程中，职工经常与生产、施工、检修过程中的有害因素接

触，当其对人体的作用超过一定限度，并持续较长时间时，可能产生由轻到重的三种不同后果：有害因素引起身体外表的改变，称为职业病特征，如皮肤色素沉着等。有害因素降低身体对一般疾病的抵抗力，表现为患病率增高或病情加重等。造成特定的功能和器质性病理改变，进而引起职业病。

(8) 职工在生产、施工以及检修过程中接触的有害因素主要有：有毒物质、灼伤、噪声、振动、烫伤、生产性粉尘、热辐射等。

1.4.3 给排水系统危险有害因素分析

(1) 当发生火灾时，若不能保证提供足量的消防用水、消防设施，用于储罐及装置的降温和灭火。会使火灾事故无法控制、扩大。

(2) 发生火灾、爆炸事故时，若事故状态“清净下水”不能及时有效地收集、处理，大量排出厂外，将造成环境污染、火灾爆炸等二次事故。

(3) 本项目的给排水设备设施，特别是污水处理设施在生产过程中使用酸和碱，可能造成人员灼伤和设备腐蚀，同时使用机械设备，可能引起机械伤害。

(4) 各循环水系统存在水池，在检查循环水水池等各类水池时，或在水池上方进行操作时，若操作不当、站位不当，也未采取相应的防范措施，将有发生坠落入水池而造成淹溺伤害的危险。

1.4.4 蒸汽供应危险有害因素分析

本项目蒸汽输送管道存在材质缺陷、超压等，可能发生爆管、蒸汽泄漏事故，泄漏的蒸汽还可能对人员造成高温烫伤事故。若蒸汽管道未进行保温处理，人员接触发生烫伤事故，同时增大热量散发，增大能耗。

1.4.5 空氮站危险有害因素分析

(1) 若因操作不当或其它原因致使空压机出现超温、超压，可能发生爆炸事故。

(2) 若空压机冷却系统断水，会使气缸内温度升高，从而引起事故。

(3) 若空压机的安全阀、压力表、报警停车连锁装置等安全装置失灵，可能引起超温、超压，甚至发生爆炸事故。

(4) 空压缩机的火灾爆炸事故多发生在轴瓦及排气管路(管道、冷凝器、油分离器)。主要是由于冷却水中断或供应量不足、注油泵或油系统发生故障，导致润滑油中断或供应量不足、排气管路的积碳氧化自燃等原因引起空气压缩机发生火灾爆炸事故。

(5) 压缩空气缓冲罐若因材质缺陷、超压等，可能发生物理爆炸事故。

(6) 液氮泄漏人员接触可能造成冻伤，氮气泄漏可能造成人员窒息。

1.4.6 采暖通风与空气调节系统危险有害因素分析

若采暖、通风与空气调节不能满足生产场所及特定要求，将造成操作人员的身体危害(中毒窒息，吸入有害粉尘、烟气患职业病)，也能使操作人员注意力不集中，出现误操作而引发安全事故；若对温度有要求的设备不能正常运行，而引发安全事故。

1.4.7 维修设施危险有害因素分析

(1) 在维修过程中使用有起重机械进行吊装、吊运作业，容易发生起重伤害。

(2) 维修过程中使用的氧气、乙炔若未分开隔离储存或距离不足，若发生泄漏，容易引起连环爆炸。

(3) 维修过程中设置有少量车床、铣床、磨床、钻床、刨床、砂轮机、冲剪机、弯管机、焊机等机加工设备，在使用过程中可能发生机械伤害、物体打击、割刺、触电、粉尘及烟尘危害等事故。

(4) 在维修过程中还可能存在火灾、中毒窒息、车辆伤害、高处坠落等事故。

1.4.8 理化检测危险有害因素分析

在取样、理化检测过程中存在多种有毒有害、易燃易爆、腐蚀等物料，还存在部分工器具、玻璃器具等设施，若作业场所通风不良、人员操作失误、违规操作等，可能发生中毒、化学灼伤及腐蚀、火灾爆炸、物体打击、割刺等危害。

1.4.9 安全自动控制危险有害因素分析

(1) 若传感二次仪表线路发生故障，不能及时更换线路，中控系统不能对系统进行及时监控，发生事故时不能及时控制，可能引起事故扩大化。

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

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

(4) 若自动控制系统内存在病毒，可能破坏系统，威胁生产安全。

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

(6) 在变送器故障，传送信号失真引起控制器误作，系统波动造成事故。

(7) 仪表电缆、电源线路未做穿管保护，因腐蚀、老化破损、磨损而造

成短路引起输送系统失控，发生事故。

(8)有震动管路的仪表若未选择防震仪表或采取隔震措施，可能造成仪表损坏引起输送系统失控，发生事故。

(9)因操作人员误操作系统压力、流量波动可能损坏设备、管道而发生事故。

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

(11)若调节阀、电磁阀、泵等失效或不动作，可能因工艺和设备故障，而引起局部憋压、设备损坏等事故，导致物料泄漏，从而引起火灾、爆炸、中毒、机械伤害、触电等事故。

1.4.10 作业场所职业危害危险有害因素分析

在生产过程中，涉及毒害品、腐蚀品、噪声、振动及高温、低温危害，若操作人员在操作、巡检和事故检修过程中没有采取正确的防护措施，可能造成人员职业危害和人员伤亡。

1.5 平面布置危险有害因素分析

(1)公司在进行平面布置时，若没有按照工厂生产特点和相应规范的要求进行布置，在今后的生产过程中将增加建设项目的危险性。

(2)若厂区功能分区不明显，安全距离，通道宽度不够，当发生火灾、爆炸等事故时，可能交叉影响，不能及时、有效的进行人员疏散和救灾工作。

(3)本项目在生产过程中，使用及其生产过程中的中间产品涉及的危险有害量大，使用的压力容器等特种设备较多，危险源分布较广，一旦发生

有害物料泄漏、火灾及爆炸等事故，若事故初期不能得到及时有效的控制，很可能会影响到事故点周围的装置及人员安全，甚至可能影响到厂区周边企业和人员，造成严重的后果。

(5)若界区内道路及疏散出口布置不合理，生产装置及厂房等未形成环形消防通道，或生产运行过程中消防通道、疏散出口被堵塞，发生事故时不便消防及急救车辆出入以及人员疏散，可能造成事故扩大。

(6)若工厂主要人流与较大物流未分开，可能因为指挥调度不当，发生车辆伤害事故。

(7)若没有留有足够的货物装卸和汽车回转场地，当发生火灾时，不能及时疏散，影响消防车辆的进入，延迟救火的时间，造成事故的扩大。

(8)发生火灾、爆炸以及泄漏等事故时，若消防、救护车辆因道路堵塞或其它原因不能及时到达现场进行抢救，会造成事故扩大。

(9)运输危险物料过程中，可能发生交通事故，致使危险物料泄漏，从而引起火灾、爆炸、中毒等事故。

(10)车辆在厂区内行驶过程中，发生交通事故，可能撞坏周围设备、管架等设施，造成危险物料泄漏而引发事故。

1.6 建构筑物危险有害因素分析

(1)若建、构筑物不符合生产火灾危险性分类所要求的耐火等级、结构、层数、占地面积、防火间距、安全疏散等方面的要求，将会增大生产区域内的火灾危险性。

(2)在发生事故时，若建构筑物的安全疏散门被堵塞或人员拥挤损坏通道等设施，人员不便及时疏散，将会造成更大的人员伤亡。

(3) 若生产区域内的安全疏散标志不清或被损坏的标志未及时修复，发生事故时，不能起到有效的疏散指示作用，会导致事故扩大。

(4) 建筑物防震等级不够时，地震发生时可造成建筑物倒塌，如建筑物的地基不牢，大设备的局部压力过大，地层不能承受时，均可造成地块下陷、开裂，引起建筑物、设备倾斜，甚至下陷倒塌，设备损坏、物料泄漏等，引起火灾、爆炸、人员中毒。

1.7 检修过程危险有害因素分析

检修中进入封闭空间作业、动火作业、高处作业、临时用电作业、抽插盲板作业、断路作业、破土作业、起重作业，若不按规定办理相应的作业许可证，并严格审批手续，可能引发各类事故。

(1) 封闭空间作业危险有害因素分析

封闭作业过程中，若对密闭环境内的危险物质进行充分置换、清洗，贸然进入封闭区域，可能导致中毒、窒息、火灾爆炸等事故的发生。

封闭作业过程中，若未对封闭环境内的有毒物质、氧含量进行检测，贸然进入，将导致中毒、窒息、火灾爆炸等事故的发生。

封闭作业过程中，若区域外无人监控、未配备消防器材，一旦发生事故，可能因无法及时控制，将导致事故的扩大。

(2) 动火作业危险有害因素分析

动火作业时，若未严格按照要求办理动火作业票、设置安全警示标示等，一旦贸然进行动火作业，可能导致火灾爆炸事故的发生。

对可燃液体、气体管道、设备进行动火作业时，若未对设备、管道内的介质进行充分置换、清扫，一旦进行动火作业，将导致火灾爆炸事故的

发生。

动火作业时，若未设置消防灭火设施，一旦发生火灾事故，可能导致事故扩大。

(3) 高处作业危险有害因素分析

若高处作业未按照作业规程进行操作，未穿戴劳动防护用品，或未按规定进行防护用品的使用，可能对作业人员造成高处坠落事故。

若高处作业时，未按规定摆放作业器材及配件，一旦相关设备发生掉落，可能对地面过往人员造成物体打击伤害。

(4) 临时用电作业危险有害因素分析

临时用电作业时，若未按照作业规程进行接线操作、私搭乱接、现场接线凌乱等，作业过程中，可能对作业人员造成触电事故。

(5) 抽插盲板作业危险有害因素分析

抽插盲板作业时，若未对管道、设备内的介质进行置换清扫，未核实管道及设备的运行情况，一旦盲目作业，可能导致事故的发生。

(6) 断路作业危险有害因素分析

用电设备断路作业时，未严格设置标识牌，若其他作业人员冒然启动设备，将对断路作业人员造成触电等伤害事故。

(7) 破土作业危险有害因素分析

破土作业时，若未探测下方管道、埋地光缆等，冒然进行破土作业，将导致事故的发生。

(8) 起重作业危险有害因素分析

起重作业过程中，若未按照过程进行作业，未设置警戒隔离带，可能

对现场作业人员造成起重伤害事故。

2、电气设施检修危险性分析

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

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

(3) 电气工作人员工作时，必须有警告牌，若取下、移开和遮盖，容易发生触电事故。

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

(5) 用绝缘棒拉合各种开关，若未戴绝缘手套，容易发生触电事故。

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

1.8 危险物料储运作业过程危险有害因素分析

1、邻二甲苯

(1) 若邻二甲苯卸车时，槽车未按要求进行接地，静电集聚放电，可能导致火灾、爆炸事故。

(2) 若邻二甲苯储罐进出口管道未按要求柔性连接，地震、地基沉降可能导致连接管道断裂，导致物料泄漏，从而引起事故。

(3) 若装运泵电机及接线防爆绝缘破损，可能发生漏电，遇邻二甲苯泄漏，可能造成火灾爆炸事故。

2、苯酐

(1) 若苯酐储罐和管道保温层破损，人员接触可能造成烫伤，苯酐可能凝结，造成管道堵塞。

(2) 若苯酐泵周边未设洗眼淋洗器，发生泄漏人员接触，冲洗不及时，可能造成灼伤。

3、液氮

(1) 若储罐及附件若不定期检查、检测，或储罐及管道、阀门年久维护不当，一旦损坏，出现物料泄漏等情况，容易引起人员窒息和冻伤。

(2) 氮气大量泄漏，可能造成局部氧含量过低，人员窒息。

4、催化剂五氧化二钒更换

(1) 五氧化二钒为毒害品(毒性大，以前列入剧毒化学品名录)，在更换催化剂过程中，若人员防护不力，可能造成中毒。

(2) 若更换的五氧化二钒未妥善处理，可能造成大量人员中毒。

5、腐蚀化学品

(1) 若酸、碱储存场所与酸、使用场所距离较远，布置的管线较长，其管道(法兰)连接处容易泄漏，造成设备损坏和人员灼伤。

(2) 若未注意酸、碱储罐的液位，储罐内灌装酸、碱过多，酸、碱会从罐顶或通气管溢出，酸、碱会腐蚀罐体及其它附属设备、设施，烧伤人员。

(3) 在接卸腐蚀品的过程中，若接卸管道等没有完全放好，在接卸过程中可能造成腐蚀品泄漏，引起事故；若遇出管道堵塞，应做出处理安全措施作业人员若未穿戴全身防护衣，可能造成人员灼伤。

1.9 其他危险有害因素分析

1.9.1 人的不安全行为有害因素分析

在已往发生过的化工安全生产事故中，很大比例是人为造成的。人的不安全行为主要包括人为操作过失、违章作业和安全管理不善等。

1、人为操作过失

人为操作过失可引起设备损坏、物料泄漏引起中毒、燃烧爆炸、烧伤、灼伤、机械伤害、高处坠落。人为操作过失基本包括：工作技能不足，培训不合格上岗或无证进行特种作业；工作态度不端，未按操作规程违规操作；身体原因，带病工作或不能胜任岗位工作；未按动火程序而擅自进行动火作业；酒后上岗和疲劳上岗等。

2、作业人员违章作业

违章作业主要表现在：错误操作、错误指挥或操作失误；不熟悉操作规程或不严格按操作规程作业；各作业环节之间，由于中间环节多，相距较远，在缺乏联络和衔接的情况下擅自操作；思想麻痹、粗心大意等等。

3、生产企业安全管理不善

安全管理不善主要表现在：未制定严格、完善的安全管理规章制度或执行力度不够；对生产和输送中的物质性质(理化性质、危险特性)以及有关储运安全知识缺乏了解；对生产和输送中的设备、设施及工艺系统的安全可靠性缺乏认真的检验分析和评估；对生产设备设施存在质量缺陷或事故隐患，没有及时检查和治理等。违章作业也是安全管理不善造成的。如果安全管理不善，就有可能发生介质泄漏、火灾爆炸等重大事故。

1.9.2 安全管理危险有害因素分析

设置安全生产管理机构，建立健全各级各类人员的安全生产责任制、安全生产管理制度是企业安全生产、建设的基本保证，安全管理的不到位

及人的不安全行为是发生事故的重要因素，以下就其主要表现形式作简要分析。

1、若企业安全生产管理机构不健全，各级安全责任未得到有效落实，造成安全生产管理漏洞，因管理不善而酿成事故。

2、若没有健全的规章制度，致使员工在生产作业过程中无章可循而造成事故。

3、安全管理规章制度执行力度不够，习惯性违章造成事故。

4、工作人员忽视规章制度，违章作业。

(1)无岗位安全操作规程，或不熟悉操作规程，不按操作规程作业。

(2)在缺乏联络的情况下擅自操作。

(3)交接班情况了解不清或操作记录不明，使作业人员错误操作。

(4)对生产现场的设备、设施及工艺流程不熟悉，选错需要操纵的开关或阀门引起事故。

(5)工作人员未按规定路线进行巡回检查，未能发现异常情况而发生事故。

(6)未办动火证违章动火。

(7)生产管理人员不按规程违章指挥引起事故。

(8)未办容器内作业许可证，进入容器内作业。

(9)特种设备和强制检测设备设施未定期效验。

(10)从业人员未按要求进行专业培训，未掌握相关的技术、应急、救护等技能和方法。

(11)事故应急救援预案操作性和适应性差，不同事故应急措施不完善。

1.10 重大危险源辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的规定, 本公司生产现场涉及的危险化学品为: 邻二甲苯、丁醇、五氧化二钒、氢气、天然气、乙炔、硫酸、盐酸、氢氧化钠溶液、氮气(压缩的); 其中硫酸、盐酸、氢氧化钠属于腐蚀性化学品, 氮气属于惰性气体, 苯酐、DOP、DBP、辛醇不属于危险化学品, 故苯酐、DOP、DBP、硫酸、盐酸、氢氧化钠、氮气均不在重大危险源辨识范围内。

根据重大危险源辨识单元划分, 对单元内危险化学品进行重大危险源辨识。本公司涉及的相关危险目标及其临界量见下表:

表 1-2 危险物质的量及危险源辨识结果

序号	单元名称	名称	设计最大储量 或在线量 qn (t)	临界量 Qn (t)	qn/Qn	重大危险源 辨识结果	是否构成 重大危险 源
1	苯酐生产装置	邻二甲苯	0.11574	10	0.011574	≈ 0.0203	不构成重大危险源
		催化剂(含五氧化二钒)	0.3	500	0.0006		
		邻二甲苯	38.852	5000	0.0077704		
		天然气	0.02	50	0.0004		
2	DBP生产装置	正丁醇	0.37625	10	0.037625	0.037625	不构成重大危险源
3	原料罐区	邻二甲苯	6357.6	5000	1.27152	1.61172	构成重大危险源
		正丁醇	1701	5000	0.3402		
4	气瓶库房	氢气	0.001485	5	0.0007425	0.0007425	不构成重大危险源
5	检修气瓶库	乙炔	0.014	1	0.014	0.014	不构成重大危险源

辨识结果: 经辨识, 本公司原料罐区储存单元构成危险化学品重大危险源。

1.11 危险有害因素辨识小结

通过对公司工艺装置及辅助设施和相关的设备设施危险有害因素分析，得出本项目在运行过程中主要存在机械伤害、火灾爆炸、物体打击、车辆伤害、触电、高处坠落、灼烫、容器爆炸、中毒和窒息、有限空间、淹溺、起重伤害、其他伤害（噪声）等危害。其具体危害辨识结果如下：

1-3 工艺过程危险有害因素分析结果表

序号	装置工序	危险、有害物料	危险、有害设备设施	危害种类
一、苯酐生产				
1	氧化反应工序	邻二甲苯、邻苯二甲酸酐、五氧化二钒、天然气饱和蒸汽等	反应器、PA触媒、预热器、预热锅炉等	火灾爆炸、中毒、机械伤害、高处坠落、物体打击、触电等
2	冷凝回收和苯酐精制工序	邻苯二甲酸酐	换热器等	火灾爆炸、中毒、机械伤害、高温烫伤等
3	制片包装工序	邻苯二甲酸酐	结片机、包装机等	中毒、高温烫伤、化学灼伤及腐蚀、机械伤害、车辆伤害等
二、增塑剂生产				
1	酯化反应	邻苯二甲酸酐、壬醇、辛醇、DOP、DINP	醇预热器、反应釜等	火灾、中毒、化学灼伤及腐蚀、触电、机械伤害、高处坠落、物体打击等
2	纯化工序	邻苯二甲酸酐、碳酸钠溶液	精馏釜、醇水分离器、醇回收槽、闪蒸罐等	火灾、中毒、化学灼伤及腐蚀、触电、机械伤害、高处坠落、物体打击等
3	过滤工序	邻苯二甲酸酐	板式密闭过滤机和各类机泵等	火灾、中毒、化学灼伤及腐蚀、触电、机械伤害、高处坠落、物体打击等
三、物料储运				
1	物料储运	邻二甲苯、邻苯二甲酸酐、壬醇、辛醇、DOP、DINP	储罐、输送泵、叉车等	火灾、中毒、化学灼伤及腐蚀、触电、机械伤害、高处坠落、车辆伤害等
四、公辅工程设施				
1	公用工程及辅助设施	氮、硫酸、盐酸、液碱等	液氮储罐、汽化器、酸碱储槽、输料	窒息、低温冻伤、物体打击、机械伤害、触电、噪声、振动等。

			泵、空压机 等	
--	--	--	------------	--

2. 事故风险分析

2.1 风险评估方法介绍

2.1.1 作业条件危险性评价法

根据本公司情况，利用 LEC 风险评价法对可能发生的事故进行半定量分析：

作业条件危险性评价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的大小，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的频繁程度）、C（一旦发生事故可能造成的后果）。但是，要取得这三种因素的准确数据，却是相当繁琐的过程。首先给三种因素的不同等级分别确定不同的分值，再以三个分值的乘积 D 来评价作业条件危险性的大小，即： $D=LEC$ 。通过综合评价危害发生的可能性、人员暴露于危险环境的频繁程度和事故发生的后果严重度来表示风险大小。评价标准见下表。

表 2-1 L 分值的选择确定一览表

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	极为不可能
0.1	实际不可能

表 2-2 E 分值的选择确定一览表

分数值	暴露于风险环境的频繁程度
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	每月暴露一次
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见地暴露

表 2-3 C 分值的选择确定一览表

分数值	发生事故产生的后果
100	10人以上死亡
40	2-9人死亡
15	1-2人死亡
7	伤残
3	重伤
1	轻伤

表 2-4 D 的选择确定一览表

D 值	风险程度	风险等级
>320	极其危险	重大风险
160-320	高度危险	较大风险
70-160	显著危险	一般风险
20-70	一般危险	低风险
<20	稍有危险	

2.1.2 日本劳动省化工企业安全评价六阶段法

根据日本劳动省化工企业安全评价六阶段法的定量评价表，结合我国的 GB50160-2008《石油化工企业设计防火标准》等规范，将此定量评价表的取值内容做了部分修改，编制一个适合我国标准的“危险度评价取值表”。同样规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作五个项共同确定，其危险度分别按 A=10 分、B=5 分、C=2 分、D=0 分赋值计分，由分数之和确定各单元的危险等级。危险程度分级标准见下表：

危险程度分级标准

单元赋值累计	等级	危险程度
16 分以上	I	高度危险
11~15 分	II	中度危险
10 分以下	III	低度危险

16 分以上是具有高度危险（I 级）的单元、11~15 分为具有中度危险（II 级）的单元，10 分以下低危险度（III 级）单元，以其中单元最大危险度作为本装置的危险度，危险度评价取值方法见下表。

危险度评价取值方法

	10 分 (A)	5 分 (B)	2 分 (C)	0 分 (D)
--	----------	---------	---------	---------

物质（指原材料、中间体或产品中危险程度最大的物质）	1、甲类可燃气体； 2、甲 A 类可燃液体及液化烃。 3、甲类固体。 4、极度危害物质。	1、乙类可燃气体。 2、甲 B、乙 A 类可燃液体。 3、乙类固体。 4、高度危害介质。	1、乙 B、丙 A、B 类可燃液体。 2、丙类固体。 3、中、轻度危害介质。	不属于 A~C 的物质
评价单元中气体和	气体 1000m ³ 以上 液体 100m ³ 以上	气体 500~1000m ³ 液体 50~100m ³	气体 100~500 m ³ 液体 10~50m ³	气体<100m ³ 液体<10m ³
液体的容量	1、对于充填了触媒的反应装置，容量系除掉触媒层的空间体积 2、对于气液混合的反应装置，按照其反应时的形态确定 3、精制装置按精制形态确定 4、无化学反应的精制装置和储存装置，降一级进行评价			
温度	在 1000℃ 以上使用，其操作温度在燃点以上	1、在 1000℃ 以上使用，但操作温度未达燃点 2、在 250~1000℃ 内使用，其操作温度在燃点以上	1、250~1000℃ 使用，但操作温度低于燃点。 2、在低于 250℃ 使用，但操作温度在燃点以上	使用温度低于 250℃，操作温度在其燃点以下
压力	100MPa	20~100MPa	1~20MPa	1MPa 以下
操作	1、临界放热和特别剧的放热反应操作 2、在爆炸极限范围内或其附近的操作	1、中等放热反应 2、系统进入空气中的不纯物质，可能发生危险的操作 3、使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作	1、轻微放热反应（如加氢、水合、异构化、磺化、中和等反应）操作 2、精致操作中伴有的化学反应 3、单批式，但开始使用机械等手段进行程序操作 4、有一定危险操作	无危险的操作

2.2 风险评估分析

（一）固有危险度分析结果

通过采用危险度评价法对本项目主要工艺装置工序及部分储存场所进行危险性分析，其结果如下表所示：

表 2-1 生产单元的危险度评价结果汇总表

序号	工序	主要介质		设备容量		温度		压力		操作		评价结果	
		名称	分值	(m ³)	分值	(℃)	分值	MPa	分值	状况	分值	总分	等级
-	苯酐生产过程												

1	氧化工序	邻二甲苯、空气、五氧化二钒	5	蒸汽体积 < 100m ³	0	360-400	2	<1	0	中等放热反应	5	12	II级
2	冷凝回收工序	氮气、顺酐、邻二甲苯	5	液体 50-100m ³ (降一级评价)	2	<250	0	<1	0	有一定危险作业	2	9	III级
3	苯酐精制工序	苯酐、邻苯二甲酸、苯酐、苯甲酸	2	气体 2383m ³ , 液体 281.283m ³ (降一级评价)	5	<250	0	<1	0	有一定危险作业	2	9	III级
4	制片包装工序	苯酐	2	液体 < 50m ³ (降一级评价)	0	<250	0	<1	0	有一定危险作业	2	4	III级
5	苯酐车间尾气处理系统	氮气、氧气、二氧化碳、顺酐、邻二甲苯等	5	<100m ³	0	常温	0	常压	0	有一定危险作业	2	7	III级
二 增塑剂生产过程													
1	单/双酯化反应工序	辛醇/丁醇、苯酐、邻苯二甲酸二辛酯/邻苯二甲酸二辛酯	2	液体 50-100m ³	5	<140	0	<1	0	有一定危险作业	2	9	III级
2	纯化工序	碳酸钠、醇、邻苯二甲酸二辛酯/邻苯二甲酸二辛酯	2	50m ³ (降一级评价)	0	<250	0	<1	0	有一定危险作业	2	4	III级
3	过滤工序	邻苯二甲酸二辛酯/邻苯二甲酸二辛酯	2	<50m ³ (降一级评价)	0	常温	0	常压	0	有一定的作业	2	4	III级

由上表可以看出，苯酐在生产过程中，氧化工序的危险等级高，为II级(中度危险)，冷凝回收工序、苯酐精制工序、制片包装工序、苯酐

车间尾气处理系统的危险等级较低，为Ⅲ级(低度危害)；增塑剂生产过程中，单/双酯化反应工序、纯化工序、过滤工序的危险等级较低，为Ⅲ级(低度危害)。

(二) 作业条件危险性评价法分析结果

本公司按照作业条件危险性评价法(LEC)进行风险评估，结果如下表：

作业条件危险性评价法(LEC)风险评估表

事故类型	分布	风险评估					风险等级
		直接判断	可能性(L)	暴露风险的频繁程度(E)	严重性(C)	风险程度(D)	
火灾、爆炸	苯酐、增塑剂生产车间、工艺装置区、储罐区、变配电室及各用电场所、设施设备检修过程焊接作业、办公区域、生活辅助区	重大风险	1	6	40	240	较大风险
中毒和窒息	苯酐、增塑剂生产车间、储罐区、危险化学品库房、工艺装置场所、空氮站、有限空间		1	6	40	240	较大风险
容器爆炸	反应釜、空气储罐	重大风险	1	10	40	400	重大风险
触电	电压>50 伏的场所		1	10	15	150	一般风险
灼烫伤	高温管道、化学品储存和使用区等		3	6	7	126	一般风险
机械伤害	各类机械设备、转动设备、皮带输送机等		1	6	7	42	低风险
高处坠落	各作业和维修场所高于 2m 的位置		1	6	7	42	低风险
物体打击	货物装卸处、物品堆放、转运过程、通道口及设备旁等。		1	6	7	42	低风险
起重伤害	起重设备		1	1	15	15	低风险

事故类型	分布	风险评估					风险等级
		直接判断	可能性(L)	暴露风险的频繁程度(E)	严重性(C)	风险程度(D)	
淹溺	各类水池		0.5	6	15	45	低风险
车辆伤害	车间及厂区道路		1	6	15	90	一般风险
灼烫	制氮设备, 制冷系统		3	6	7	126	一般风险
危化品泄漏	苯酐、增塑剂生产车间、工艺装置区、储罐区、化学品储存和使用区等	重大风险	1	10	40	400	重大风险
噪声与振动	各类机械设备、风机等作业场所		6	10	1	60	低风险

2.3 风险评估分析汇总表

依据《企业职工伤亡事故分类标准》（GB6441-1986），结合公司实际，通过风险分析，公司在现阶段存在机械伤害、火灾爆炸、物体打击、车辆伤害、触电、高处坠落、灼烫、容器爆炸、中毒和窒息、有限空间、淹溺、起重伤害、其他伤害（噪声）等生产安全事故等 13 类，主要危险源及危害程度见下表。

序号	事故类型	危险源	评估值		风险等级
			后果严重性	可能性	
1	机械伤害	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 监护失误 设备、设施、工具、附件缺陷防护缺陷 信号缺陷 安全管理缺陷	C	C	一般风险
2	触电	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 监护失误防护缺陷电伤害 标志缺陷 安全管理缺陷	C	D	较大风险

3	物体打击	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 设备、设施、工具、附件缺陷料 堆（垛）滑动 安全管理缺陷	C	C	低风险
4	火灾爆炸	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 防护缺陷明火 标志缺陷 安全通道缺陷采光不良 安全管理缺陷	D	D	重大风险
5	高处坠落	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 高处作业平台、防护缺陷 安全管理缺陷	B	B	低风险
6	车辆伤害	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 标志缺陷 安全通道缺陷采光不良 运行的机动车辆 安全管理缺陷	C	C	一般风险
7	容器爆炸	压力表、安全阀未定期检验（失 效） 超过使用年限 承压储罐倾倒或受到外力重击 安全管理缺陷	C	D	较大风险
8	其它伤害	体力负荷超限 噪声、听力负荷超限从事禁忌作 业 心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 防护缺陷振动危害标志缺陷 室内地面湿滑作业场所狭窄 室内作业场所杂乱室内地面不 平 室内楼梯缺陷等安全通道缺陷 采光不良 安全管理缺陷	C	C	一般风险
9	中毒和窒息	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 监护失误 作业环境通风不良安全管理缺 陷	C	D	较大风险
10		心理异常 辨识功能缺陷指挥错误	C	C	一般风险

	灼烫	防护缺陷 高温飞溅物高温固体 标志缺陷 采光不良 安全管理缺陷			
11	淹溺	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 防护缺陷标志缺陷 安全管理缺陷	B	B	低风险
12	有限空间	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 防护缺陷标志缺陷 安全管理缺陷	C	C	一般风险
13	起重伤害	心理异常 辨识功能缺陷指挥错误 防护缺陷标志缺陷 安全管理缺陷	C	C	一般风险

3 事故风险评价

序号	事故类型	综合风险等级	最大影响范围	联动处置需求	应急预案编制策划		最高响应级别
					现场处置方案	专项预案	
1.	火灾、爆炸事故	重大风险	公司及周边	需要	火灾事故现场处置方案	火灾、爆炸事故专项应急预案	公司级或以上
2.	容器爆炸	较大风险	公司及周边	需要	火灾事故现场处置方案、危化品泄漏事故现场处置方案	容器爆炸事故专项应急预案、特种设备专项应急预案	公司级或以上
3.	危化品泄漏事故	重大风险	公司及周边	需要	火灾事故现场处置方案、危化品泄漏事故现场处置方案	危化品泄漏事故专项应急预案	公司级或以上
4.	中毒和窒息事故	较大风险	公司范围内	需要	中毒和窒息事故现场处置方案	中毒和窒息事故专项应急预案、有限空间作业事故专项应急预案	公司级或以上
5.	触电事故	较大风险	局部范围	不需要	触电事故现场处置方案	--	车间级

序号	事故类型	综合风险等级	最大影响范围	联动处置需求	应急预案编制策划		最高响应级别
					现场处置方案	专项预案	
6.	灼烫事故	一般风险	局部范围	需要	灼烫事故现场处置方案、危化品泄漏事故现场处置方案	--	车间级
7.	起重伤害	一般风险	局部范围	不需要	起重伤害事故现场处置方案	起重伤害专项应急预案	车间级
8.	车辆伤害事故	一般风险	局部范围	不需要	车辆伤害事故现场处置方案	--	车间级
9.	机械伤害事故	一般风险	局部范围	不需要	机械伤害事故现场处置方案	--	车间级
10.	高处坠落事故	低风险	局部范围	不需要	高处坠落事故现场处置方案	--	车间级
11.	物体打击事故	低风险	局部范围	不需要	物体打击事故现场处置方案	--	车间级
12.	淹溺事故	低风险	局部范围	不需要	淹溺事故现场处置方案	--	车间级

4 结论建议

南充联成化学工业有限公司在生产过程中存在的主要存在的危险有害因素：机械伤害、火灾爆炸、物体打击、车辆伤害、触电、高处坠落、灼烫、容器爆炸、中毒和窒息、有限空间、淹溺、起重伤害、其他伤害（噪声）等事故。

综合考虑上述各类事故风险的类型、事故发生的可能性、危害后果和影响范围等因素，对上述各类事故风险的应急预案建设建议如下表所示：

预案层级	预案名称	适用范围
综合应急预案	生产安全事故综合应急预案	公司范围内
专项应急预案	火灾、爆炸事故专项应急预案	公司范围内

预案层级	预案名称	适用范围
	容器爆炸事故专项应急预案	公司范围内
	触电事故专项应急预案	电气使用区域，检维修作业
	起重伤害专项应急预案	行车行车区域
	有限空间作业专项应急预案	公司范围内
	特种设备事故专项应急预案	公司范围内
	重大危险源应急预案	原料储罐区
现场处置方案	一般火灾事故现场处置方案	固体、液体、气体、电气火灾初期
	危化品泄漏事故现场处置方案	长输管线、小面积泄漏
	触电事故现场处置方案	各部门用电器与电气设施
	灼烫事故现场处置方案	生产车间
	压力容器爆炸事故现场处置方案	压力容器、压力管道区域
	起重伤害事故现场处置方案	机修车间
	机械伤害事故现场处置方案	生产车间
	高处坠落事故现场处置方案	厂区各处
	物体打击事故现场处置方案	厂区各处
	车辆伤害事故现场处置方案	厂区内外道路
	中毒、窒息事故现场处置方案	厂区各处
	淹溺事故现场处置方案	水池