

## 前言

辽宁中茂新材料有限公司（以下简称“辽宁中茂公司”）于 2020 年 05 月 14 日成立。注册地址为辽宁省盘锦市盘锦辽东湾新区滨海大道北、长春路东。法定代表人：董淑祥，公司类型：有限责任公司。注册资本人民币 1000 万元整。

辽宁中茂公司于 2020 年 08 月 05 日，取得盘锦辽东湾新区行政审批服务局颁发的《关于辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目项目备案证明》（辽东湾行审备【2020】28 号），允许其在辽滨经开区精细化工产业园内建设 3000 吨/年特种功能添加剂项目。于 2021 年 3 月 20 日，取得盘锦辽东湾新区应急管理部颁发的《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》（盘辽应急危化项目安条审字〔2021〕2 号），于 2021 年 5 月 26 日取得盘锦辽东湾新区应急管理部颁发《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（盘辽应急危化项目安设审字〔2021〕1 号），目前该项目生产装置、辅助工程及安全设施已调试和检测完毕，正在试生产(使用)之中。总体看，其试生产情况良好，未发生生产安全事故，试运行结果符合设计要求，具备安全设施竣工验收条件。

依据《辽宁省危险化学品建设项目安全监督管理实施细则》（辽安监管三[2016]24 号）文件第三十二条：“建设项目投入生产和使用前，建设单位应当组织人员进行安全设施竣工验收，做出建设项目安全设施竣工验收是否通过的结论”的规定，辽宁中茂公司委托大连天籁安全风险管理有限公司对 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行安全设施竣工验收评价。

受辽宁中茂公司的委托，大连天籁安全风险管理有限公司（以下简称“天籁公司”）承担了该项目的安全验收评价工作，组成了由工艺、设备、电气等专业人员组成的评价小组，根据企业提供的材料，组织人员到现场进行实地考察，结合项目实际编制了安全检查表，对建设项目是否符合国家法

律、标准、规章和规范逐项验收，提出科学、合理、可行的安全对策措施和建议，对建设项目安全生产条件是否符合要求做出明确结论。

评价报告的格式和内容是根据《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]255 号）的要求编写的，评价过程采用的工艺指标值为建设单位所提供，报告编制过程中与建设单位交换意见，最后出具本报告。

## 目 录

<b>1 安全评价工作概况</b>	<b>1</b>
1.1 评价目的	1
1.2 前期准备	1
1.3 评价对象及范围	1
1.4 安全评价工作经过	2
1.5 安全评价程序	3
<b>2 建设项目概况</b>	<b>4</b>
3.2 生产过程中主要危险、有害物质辨识结果	5
3.3 自然危险、有害因素分析结果	18
3.4 危险、有害因素分布	18
3.5HAZOP 分析、SIL 定级及 SIL 验证情况	19
小结：SIL 定级和验证情况与现场实际的一致。	52
3.6 反应工艺过程危险度等级及措施落实情况	53
<b>4 评价单元划分及评价方法选择结果</b>	<b>83</b>
4.1 评价单元划分结果及其依据	83
4.2 评价方法选择结果及理由说明	83
<b>5 建设项目固有危险程度分析</b>	<b>85</b>
5.1 定量分析具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性化学品的数量、浓度（含量）、状态和所在作业场所（部位）及状态	85
5.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度	88
5.3 定量分析固有危险程度	99
<b>6 建设项目风险程度分析</b>	<b>103</b>
6.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性化学品泄漏的可能	

性 .....	103
6.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间 .....	103
6.3 毒性化学品泄漏后扩散达到人接触最高限值的时间 .....	104
6.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围 .....	105
6.5 外部安全防护距离计算结果 .....	105
<b>7 安全条件分析结果 .....</b>	<b>109</b>
7.1 建设项目的周边环境情况 .....	109
7.2 建设项目对外部环境的影响分析 .....	109
7.3 周边单位生产、经营活动对该项目的影响 .....	110
7.4 当地自然条件对该建设项目的影晌 .....	110
<b>8 安全设施施工、检验、检测和调试情况 .....</b>	<b>113</b>
8.1 安全设施施工质量情况 .....	113
8.2 安全设施在施工前后的检验、检测及有效性情况 .....	114
8.3 安全设施试生产前的调试情况 .....	116
<b>9 安全生产条件分析结果 .....</b>	<b>117</b>
9.1 建设项目采用（取）的安全设施 .....	117
9.2 安全生产管理评价结果 .....	128
9.3 重大危险源辨识结果 .....	135
9.4 技术和工艺安全评价结果 .....	135
9.5 装置、设备和设施安全评价结果 .....	138
9.6 包装、储存、运输设施安全评价结果 .....	140
9.7 作业场所安全评价结果 .....	140
9.8 事故及应急管理评价结果 .....	141
9.9 其它方面 .....	144

<b>10 可能发生的危险化学品事故及后果、对策 .....</b>	<b>146</b>
10.1 危险化学品事故及后果预测、对策 .....	146
10.2 事故案例分析 .....	147
<b>11 事故应急救援预案评价 .....</b>	<b>150</b>
11.1 事故应急救援预案备案 .....	150
11.2 应急救援预案演练情况 .....	151
<b>12 安全评价结论和建议 .....</b>	<b>152</b>
12.1 建设项目安全设施竣工验收评价结论 .....	152
12.2 建议 .....	155
<b>13 与建设单位交换意见情况及隐患整改反馈情况说明 .....</b>	<b>162</b>

## 非常用的术语、符号和代号说明

### 术语

#### 1) 化学品

指各种化学元素、由元素组成的化合物及其混合物，包括天然的或者人造的。

#### 2) 危险化学品

指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危险的剧毒化学品和其他化学品。

#### 3) 危险化学品生产企业

指依法设立且取得工商营业执照或者工商核准文件从事生产最终产品或者中间产品列入《危险化学品目录》的企业。

#### 4) 危险化学品生产企业作业场所

指可能使从业人员接触危险化学品的任何作业活动场所，包括从事危险化学品的生产、操作、处置、储存、搬运、运输、废弃危险化学品的处置或者处理等场所。

#### 5) 危险因素

对人造成伤亡或者对物造成突发性损坏的因素。

#### 6) 有害因素

影响人的身体健康，导致疾病或者对物造成慢性损坏的因素。

#### 7) 危险程度

对人造成伤亡和对物造成突发性损坏的程度。

#### 8) 有害程度

影响人的身体健康，导致中毒、疾病或者对物造成慢性损坏的尺度。

#### 9) 安全设施

在生产经营活动中用于预防、控制、减少与消除事故影响采用的设备、

设施、装备及其他技术措施的总称。

#### 10) 安全评价单元

根据建设项目安全评价的需要，将建设项目划分为一些相对独立部分，其中每个相对独立部分称为评价单元。

#### 11) 安全对策措施

是要求设计单位、生产单位、经营单位在建设项目设计、生产经营、管理中采取的消除或减弱危险、有害因素的技术措施和管理措施，是预防事故和保障整个生产、经营过程安全的对策措施。

### 符号和代号

CAS号：CAS是Chemical Abstract Service的缩写，是美国化学文摘对化学物质登录的检索服务号。

UN号：UN是United Nation的缩写，是联合国《关于危险货物运输的建议书》中的危险货物编号。

DCS：（Distributed Control System）分散型控制系统。

UPS：（Uninterrupted Power Supply）不间断电源。

SIS：（Safety Instrumented Systems）安全仪表系统。

其他单位符号：

序号	符号和代号	说明	备注	序号	符号和代号	说明	备注
1	t	吨	质量	2	kg	千克	质量
3	mg	毫克	质量	4	L	升	体积
5	m	米	长度	6	m <sup>2</sup>	平方米	面积
7	m <sup>3</sup>	立方米	体积	8	a	年	时间
9	h	小时	时间	10	min	分钟	时间
11	s	秒	时间	12	MPa	兆帕	压力
13	℃	摄氏度	温度	14	kWh	度	电量

## 1 安全评价工作概况

### 1.1 评价目的

通过检查建设项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况的安全设施、设备、装置投入生产和使用的情况，检查安全生产管理措施到位情况，检查安全生产规章制度健全情况，检查事故应急救援预案建立情况，审查确定建设项目满足安全生产法律法规、标准、规范要求的符合性，从整体上确定建设项目的运行状况和安全管理情况，做出安全验收评价结论。为当地政府应急管理部门实施日常监管提供技术支撑，亦可作为企业强化安全管理，编制和完善安全管理规章制度，制定安全防范措施，实现安全生产提供技术支持。

### 1.2 前期准备

大连天籁安全风险管理有限公司受辽宁中茂公司的委托,对其新建项目进行竣工验收安全评价。接到此任务后，按照《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]255 号）的要求，成立了评价小组，确定评价对象和范围，收集了相关的法律法规、技术标准及工程、系统的技术资料，选择适用的评价方法，对该项目进行定性、定量评价。

### 1.3 评价对象及范围

#### 1.3.1 评价对象

辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目。

#### 1.3.2 评价范围

本次安全评价的范围包括：辽宁中茂新材料有限公司租赁的实验车间一、仓库一、药品库、办公室、化验室及控制室内的生产设施及安全设施进行安全评价，具体包括：3000 吨/年特种功能添加剂项目的生产设施及安全设施；项目所需供电、给排水、消防设施与园区配套设施满足性；对租用建筑物涉及改造部分进行安全评价；全流程自动化改造（加料、转料、包装实



现全流程) 进行安全评价; 对依托使用园区现有的区域变电站、总变电站、换热站、消防水池 1、消防水池 2、消防水泵房、初期雨水池及事故池可靠性进行评价。本项目对生产车间进行了改造, 增加了抗爆加料间、拆除了加料间的消火栓, 应对消防合规性进行评价。

该项目生产的产品种类、产能与立项批复、安全条件审查、安全设施设计审查基本一致, 无变化。本项目在安全设施竣工验收通过后进行了全流程自动化改造等设计变更, 改造内容: 新增远程控制阀、安全泄放爆破片及泄爆罐、新增上料包装间、在过氧化物及需要控制流量的管道增加限流孔板、新增固体封闭料仓等。该项目实际改造的设备设施与设计变更一致。

该项目设备与立项文件中设备一致。

本次安全评价不包括: 该项目有关环境保护、职业卫生、建筑质量、设备及安装质量等不在本次评价范围内, 应以相关部门的专业评价、评估、审核、认证批复意见为准。本报告评价过程中涉及的以上相关内容, 仅供参考。

#### 1.4 安全评价工作经过

1) 前期准备。明确被评价对象和范围; 进行现场调查, 收集国内外相关法律法规、技术标准及建设项目的资料(包括初步设计、变更设计、设立评价报告、各级批复文件);

2) 编制安全验收评价计划。分析项目建成后主要危险有害因素分布及其控制情况, 依据有关安全生产的法律法规和技术标准, 确定安全验收评价的重点和要求, 依据项目实际情况选择验收评价方法, 编制安全验收评价计划书。

3) 安全验收评价现场检查。按照安全验收评价计划对安全生产条件与状况独立进行验收评价现场检查。对现场检查及评价中发现的隐患或尚存在的问题, 提出改进措施及建议。

4) 编制安全验收评价报告。根据安全验收评价计划和验收评价现场检

查所获得的数据，对照相关法律法规、技术标准，编制安全验收评价报告。

5) 安全验收评价报告评审。建设单位按规定将安全验收评价报告送专家评审组进行技术评审，并由专家评审组提出书面评审意见。评价机构根据专家评审组的评审意见，修改、完善安全验收评价报告。

### 1.5 安全评价程序

本次安全验收评价工作程序如图 1-1 所示

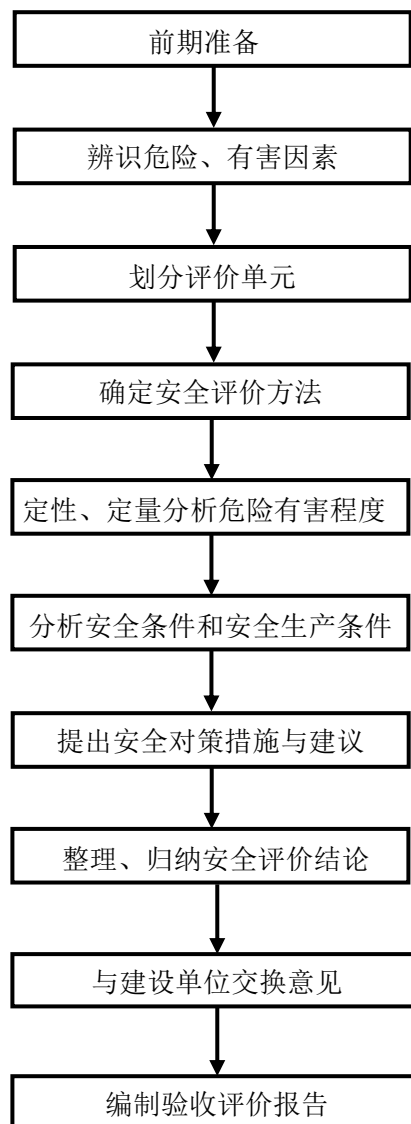


图 1-1 安全验收评价工作程序

## 2 建设项目概况

略。

### 3.2 生产过程中主要危险、有害物质辨识结果

#### 3.2.1 原料、中间产品、最终产品的理化性能指标

依据《危险化学品目录(2015 版)》，本项目生产过程中涉及的原(辅)料叔丁基过氧化氢、硫酸、环己酮、液碱、丁酮、双氧水、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、苯甲酰氯、叔戊基过氧化氢、新戊酰氯、马来酸酐、醋酸酐、叔丁醇、月桂酰氯、磷酸等，产品 1,1-二-(叔丁基过氧)-3,3,5-三甲基环己烷[57%<含量≤90%,含 A 型稀释剂≥10%]、1,1-二-(叔丁基过氧)环己烷[52%<含量≤80%,含 A 型稀释剂≥20%]、3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷[含量≤42%,含 A 型稀释剂≥58%]、过氧化甲基异丁基酮[含量≤62%,含 A 型稀释剂≥19%]、过氧化乙酰丙酮[含量≤42%,含水≥8%,含 A 型稀释剂≥48%,含有效氧≤4.7%]、叔丁基过氧-2-乙基己酸酯[52%<含量≤100%]、过氧化苯甲酸叔戊酯[含量≤100%]、叔戊基过氧-2-乙基己酸酯[含量≤100%]、叔丁基过氧-2-乙基己基碳酸酯[含量≤100%]、叔丁基过氧新戊酸酯[67%<含量≤77%,含 A 型稀释剂≥23%]、单过氧马来酸叔丁酯[含量≤52%,惰性固体含量≥48%]、过氧-3,5,5-三甲基己酸叔丁酯[32%<含量≤100%]、过乙酸叔丁酯[32%<含量≤52%,含 A 型稀释剂≥48%]、叔丁基过氧新癸酸酯[77%<含量≤100%]、叔戊基过氧戊酸酯[含量≤77%,含 B 型稀释剂≥23%]、二叔丁基过氧化物[52%<含量≤100%]、二-叔戊基过氧化物[含量≤100%]、2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)己烷[52%<含量≤90%,含 A 型稀释剂≥10%]、过氧化二月桂酰[含量≤42%,在水中稳定弥散]、二-(3,5,5-三甲基己酰)过氧化物[52%<含量≤82%,含 A 型稀释剂≥18%]、二-(4-叔丁基环己基)过氧重碳酸酯[含量≤42%,在水中稳定弥散]、过二碳酸二-(2-乙基己)酯[含量≤52%](共 22 种)均属于危险化学品,其危

险特性见表表 3-1。主要危险、有害物质及其特性见附件章节 F3.1。

表 3-1 原辅材料危险化学品数据表

序号	物料名称	危险 化学 品序 号	危险性类 别	相 态	密度(水 =1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃 点℃	职业接触限值	毒性 危害	爆炸极限 V%	火灾 危险 性分 类	危害特 性	爆炸性 混合气 体级别 和组别
1.	叔丁基过氧化氢 [79% < 含量 ≤ 90%, 含水 ≥ 10%] (TBHP)	904	有机过氧化物C型	液体	0.90	98(分解)	6	26.7	--	--	中 度 危害	5-10	甲类	易燃, 强氧化性	IIAT3
2.	双 氧 水 (50%/27%)	903	氧化性液体类别2	液体	1.46(无水)	158(无水)	-2	--	--	PC-TWA1.5mg/m <sup>3</sup>	轻 度 危害	--	甲类	强氧化性	IIAT3
3.	环己酮	952	易燃液体类别3	液体	0.95	115.6	-45	43	420	PC-TWA 50mg/m <sup>3</sup>	中 度 危害	1.1-9.4	乙类	可燃, 刺激性	IIAT3
4.	2-丁酮	236	易燃液体类别2	液体	0.81	79.6	-85.9	-9	404	PC-TWA300mg/m <sup>3</sup>	轻 度 危害	1.7-11.4	甲类	易燃性	IIAT3
5.	甲基异丁基酮	1059	易燃液体类别2	液体	0.80	115.8	-83.5	15.6	459	--	中 度 危害	1.35-7.5	甲类	易燃, 刺激性	IIAT3
6.	乙酰丙酮	2170	易燃液体类别3	液体	0.98	140.5	-23.2	34	340	--	中 度 危害	1.7-11.4	乙类	易燃	IIAT3

大连天籁安全风险管理有限公司

序号	物料名称	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性危害	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性	爆炸性混合气体级别和组别
7.	32%/12%液碱	1669	皮肤腐蚀/刺激类别1A 眼损伤/刺激类别1	液态	2.12	1390	318.4	--	--	MAC 2mg/m <sup>3</sup>	--	--	戊类	腐蚀性	
8.	叔戊基过氧化氢 [含量≤88%, 含A型稀释剂≥6%, 含水≥6%](TAHP)	1989	有机过氧化物F型	液体	0.91	不适用, 受热分解	-17	38	无资料	--	中度危害	无资料	甲类	易燃, 强氧化性	IIAT3
9.	苯甲酰氯	82	皮肤腐蚀/刺激类别1B	液体	1.22	197	-0.5	72	--	--	中度危害	2.5-2.7	丙类	可燃, 腐蚀性, 有毒	
10.	氯甲酸-2-乙基己酯	1505	急性吸入毒性类别1	液体	0.99	106	-100	86.1	--	--	--	--	丙类	可燃, 有毒	
11.	马来酸酐	1565	皮肤腐蚀/刺激类别1B 眼损伤/刺激类别1	固体	1.43	202	53	102	447	PC-TWA 1mg/m <sup>3</sup>	中度危害	1.4-7.1	丙类	可燃, 腐蚀性	
12.	醋酸酐	2634	易燃液体类别3	液	1.08	139	-73	49	316	PC-TWA 16mg/m <sup>3</sup>	轻度	2.0-10.3	乙类	可燃, 腐蚀性	

大连天籁安全风险管理有限公司

序号	物料名称	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性危害	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性	爆炸性混合气体级别和组别
				体							危害				
13.	叔丁醇	1049	易燃液体类别2	液体	0.8	83	25	11	470		轻度危害	2.3-8.0	甲类	易燃, 刺激性	IIAT3
14.	叔戊醇	1050	易燃液体类别2	液体	0.80	102	-12	21	437		轻度危害	1.2-9	甲类	易燃, 刺激性	IIAT3
15.	月桂酰氯	1955	皮肤腐蚀/刺激类别1B 眼损伤/刺激类别1	液体	0.95	134	-17	110	--	--	--	--	丙类	可燃, 腐蚀性, 刺激性	
16.	磷酸	2790	皮肤腐蚀/刺激类别1B 眼损伤/刺激类别1	固体	1.685	158	40	--	--	PC-TWA 1mg/m <sup>3</sup>	轻度危害	--	戊类	腐蚀性, 刺激性	
17.	70%硫酸	1302	皮肤腐蚀/刺激类别1A 眼损伤/刺激类别1	液体	1.80	280	3	--	--	PC-TWA 1mg/m <sup>3</sup>	--	--	戊类	腐蚀性, 刺激性	

序号	物料名称	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性危害	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性	爆炸性混合气体级别和组别
18.	新戊酰氯	1815	易燃液体类别2 急性吸入毒性类别2	液体	0.979	105-106	-56	<1	无资料	无资料	中毒危害	无资料	甲 B	易燃, 刺激性	IIAT3
19.	异十二烷	2828	易燃液体类别3	液体	0.745	180	无资料	37	无资料	—	轻度危害	0.5%-3.8%	乙 A	易燃	IIAT3
20.	3,3,5-三甲基乙酰氯	1815	易燃液体类别2 金属腐蚀物类别1 急性经口毒性类别4 皮肤腐蚀/刺激类别1B 严重眼损伤/眼刺激类别1 急性吸入毒性类别2	液	0.98	105	-56	13	无资料	无资料	轻度危害	无资料	甲B	易燃	IIAT3



序号	物料名称	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性危害	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性	爆炸性混合气体级别和组别
21.	2,5-二甲基-2,5-己二醇	2828	严重眼损伤 / 眼刺激 类别 1	固	0.89	217.5	88.49	无意义	420	无资料	轻度危害	无资料	丙A	可燃	
22.	新癸酰氯	-	急性经口毒性 类别 4 皮肤腐蚀 / 刺激 类别 1B 急性吸入毒性 类别 2	液	0.94	209	-75	69.1	无资料	无资料	轻度危害	无资料	丙A	急性毒性	
23.	2-乙基己酰氯	-	金属腐蚀物 类别 1 急性经口毒性 类别 4 皮肤腐蚀 / 刺激 类别 1B 皮肤致敏物 类别 1 严重眼损伤 / 眼刺激 类别 1 急性吸入毒	液	0.98	181	-75	69	246	无资料	轻度危害	无资料	丙A	金属腐蚀物	

序号	物料名称	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性危害	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性	爆炸性混合气体级别和组别
			性 类别 2												
24.	3,5,5-三甲基环己酮		易燃液体 (类别 4) 急性毒性, 经口 (类别 5) 急性毒性, 经皮 (类别 5) 眼睛刺激 (类别 2A)	液	0.88	188	无资料	65	188	无资料	轻度危害	无资料	丙	易燃	
25.	邻苯二甲酸二甲酯		无资料	液	1.189	282	5.5	149	555	无资料	无资料	0.9-8	丙B		
26.	氢氧化钠溶液	1669	皮肤腐蚀/刺激, 类别 1A 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	液	2.13	1338	323	无意义	无资料	无资料	无资料	无意义	戊	腐蚀性	

注明：由上表可知，爆炸性混合物级别和组别 IIAT3，，采用电气设备防爆级别不低于 EXdIIBT4Gb，符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的有关要求

表 3-2 产品危险化学品数据表

产品名称															
序号	物料名称	品名	危险化学品序号	危险性类别	相态	密度(水=1)	沸点℃	凝点℃	闪点℃	自燃点℃	职业接触限值	毒性等级	爆炸极限V%	火灾危险性分类	危害特性
1	1,1-二-(叔丁基过氧)-3,3,5-三甲基环己烷[57%<含量≤90%,含 A 型稀释剂≥10%]	-	295	有机过氧化物,C 型 特异性靶器官毒性-反复接触,类别 2	液体	0.92	60(分解)	--	61	--	--	--	--	甲类	可燃,强氧化性
2	1,1-二-(叔丁基过氧)环己烷[52%<含量≤80%,含 A 型稀释剂≥20%]	1,1-双-(过氧化叔丁基)环己烷	299	有机过氧化物,C 型	液体	0.9	65(分解)	-5	61	--	--	--	--	甲类	可燃,强氧化性
3	3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷[含量≤42%,含 A 型稀释剂≥58%]	-	1916	有机过氧化物 D 型	液体	0.89	110(分解)	--	74	--	--	--	--	甲类	可燃,强氧化性
4	过氧化甲基异丁基酮[含量≤62%,含 A 型稀释剂≥19%]	-	917	有机过氧化物 D 型	液体	1.075	60(分解)	--	60	--	--	--	--	甲类	可燃,强氧化性

5	过氧化乙酰丙酮[含量≤42%, 含水≥8%, 含 A 型稀释剂≥48%, 含有效氧≤4.7%]	-	916	有机过氧化物, D 型严重眼损伤/眼刺激, 类别 1	液体	1.08	65(分解)	--	60	--	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
6	叔丁基过氧-2-乙基己酸酯[52%<含量≤100%]	过氧化-2-乙基己酸叔丁酯	1976	有机过氧化物 C 型	液体	0.92	42(分解)	--	64	--	--	--	--	甲类	控温储存(20℃以下), 可燃, 强氧化性
7	过氧化苯甲酸叔戊酯[含量≤100%]	叔戊基过氧苯甲酸酯	868	有机过氧化物 C 型	液体	1.04	60(分解)	--	98	--	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
8	叔戊基过氧-2-乙基己酸酯[含量≤100%]	过氧化-2-乙基己酸叔戊酯	1988	有机过氧化物 D 型	液体	0.93	35(分解)	--	71	--	--	--	--	甲类	控温储存(10℃以下), 可燃, 强氧化性
9	叔丁基过氧-2-乙基己基碳酸酯[含量≤100%]	-	1978	有机过氧化物 D 型	液体	0.93	65(分解)	-50	66	75	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
10	叔丁基过氧新戊酸酯[67%<含量≤77%, 含 A 型稀释剂≥23%]	-	1982	有机过氧化物 C 型	液体	0.86	20(分解)	--	48	--	--	轻度危害	--	甲类	控温储存(5℃以下), 可燃, 强氧化性

11	单过氧马来酸叔丁酯[含量≤52%, 惰性固体含量≥48%]	-	171	有机过氧化物E型	液体	1.185	60(分解)	--	98	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
12	过氧-3, 5, 5-三甲基己酸叔丁酯[32%<含量≤100%]	叔丁基过氧化-3, 5, 5-三甲基己酸酯	864	有机过氧化物D型	液体	0.89	60(分解)	--	97	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
13	过乙酸叔丁酯[32%<含量≤52%, 含A型稀释剂≥48%]、	-	927	有机过氧化物C型 急性吸入毒性类别3	液体	0.83	82(沸腾前已分解)	-26	38	437	--	中度危害	甲类	可燃, 强氧化性, 有毒
14	叔丁基过氧新癸酸酯[77%<含量≤100%]	-	1981	有机过氧化物D型	液体	0.93	21(分解)	--	63	--	--	轻微危害	甲类	控温储存(-5℃以下), 可燃, 强氧化性
15	叔戊基过氧戊酸酯[含量≤77%, 含B型稀释剂≥23%]	过氧化叔戊基新戊酸酯	1990	有机过氧化物C型	液体	0.86	20(分解)	--	48	--	--	轻度危害	甲类	控温储存(-5℃以下), 可燃, 强氧化性
16	二叔丁基过氧化物[52%<含量≤100%]	过氧化二叔丁基	573	有机过氧化物E型	液体	0.8	111(80℃自分解)	-40	12	--	--	轻微危害	甲类	易燃, 强氧化性
17	二-叔戊基过氧化物[含量≤100%]	-	576	有机过氧化物E型	液体	0.8	35(75℃自分解)	--	25	--	--	轻度危害	甲类	易燃, 强氧化性

18	2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)己烷[52%<含量≤90%,含 A 型稀释剂≥10%]	-	377	有机过氧化物 D 型	液体	0.87	249	8	58	--	--	轻度危害	-	甲类	可燃, 强氧化性
19	过氧化二月桂酰[含量≤42%,在水中稳定弥散]	-	885	有机过氧化物 F 型	固体	0.9	49(分解)	--	--	112	--	轻度危害	--	甲类	可燃, 强氧化性
20	二-(3,5,5-三甲基己酰)过氧化物[52%<含量≤82%,含 A 型稀释剂≥18%]		287	有机过氧化物 D 型	液体	0.85	27(分解)	--	73	--	--	中度危害	--	甲类	控温储存(0℃以下), 易燃, 强氧化性
21	二-(4-叔丁基环己基)过氧重碳酸酯[含量≤42%,在水中稳定弥散]、	-	290	有机过氧化物 F 型	固体	--	40(分解)	--	--	--	--	--	--	甲类	可燃, 强氧化性
22	过二碳酸二-(2-乙基己)酯[含量≤52%,在水(冷冻)中稳定弥散]		853	有机过氧化物 F 型	液体	0.913	10(分解)	--	38	--	--	低毒	--	甲类	控温储存(0℃以下), 可燃, 强氧化性
中间产品															

1	过氧化钠	双氧化钠; 二氧化钠	898	氧化性 固体, 类 别 1	固	2.8	657	-	-	-	-	-	-	甲类	火灾爆炸、灼 烫
---	------	---------------	-----	---------------------	---	-----	-----	---	---	---	---	---	---	----	-------------

注：1、本项目产品经调配后闪点均高于 60℃，表中所列均为纯品状态下的性质；

2、物质的火灾危险性按《精细化工企业工程设计防火标准》（GB51283-2020）第 3.0.1 条和第 3.0.2 条规定划分；

3、物质危险性类别按《《国家安全监管总局办公厅关于印发〈危险化学品目录（2015 版）〉实施指南（试行）的通知》辨识；

4、物质的毒性分级按《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ230-2010）划分；

5、该项目生产过程中废气中含有的氧气、氯化氢（含水），分别不属于《危险化学品目录（2022 年调整版）》中的氧（压缩的或液化的）、氯化氢（无水），因此不属于危险化学品。依据《危险化学品登记管理办法》（第二十九条）规定，该项目中间产品过氧化钠在反应釜中生成后直接反应掉的，不需要危险化学品登记。

本项目存在的主要危险危害因素有火灾爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、化学灼烫、机械伤害、车辆伤害、触电、物体打击、高处坠落、淹溺、冻伤、噪声与振动、粉尘危害。生产过程及设备危险、有害因素分析过程见附件章节 F3.3。

### 3.2.2 危险化学品包装、储存、运输的技术要求

根据《化学品分类和标签规范》、《危险货物运输包装通用技术条件》、《危险货物运输包装类别划分原则》，并查阅《危险化学品安全技术全书》、《新编危险物品安全手册》等资料，对该项目危险化学品包装、储存、运输技术要求的分析结果，见附录 F3.1。

### 3.2.3 易制毒、易制爆、剧毒化学品和高毒物品辨识

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号、国办函[2021]58 号）、《易制爆化学品名录（2017 年版）》、《危险化学品目录》、《高毒物品名录》（卫法监发[2003]142 号）的规定，辽宁中茂新材料有限公司涉及的原料醋酸酐属于第二类易制毒化学品，丁酮和硫酸属于第三类易制毒化学品。

辽宁中茂新材料有限公司涉及的双氧水、过氧化钠属于易制爆化学品。

辽宁中茂新材料有限公司不涉及剧毒化学品、高毒物品。

### 3.2.4 重点监管的危险化学品辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》（安监总管三[2011]95 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三[2013]12 号）的规定，辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目不涉及目录中规定的重点监管的危险化学品。

### 3.2.5 重点监管的危险化工工艺辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三[2009]116 号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三[2013]3 号）的规定，辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目中涉及危险化工工艺：过氧化工艺（10 种产



品生产工艺属于过氧化工艺），具体见表 2-3。

### 3.2.6 危险化学品重大危险源辨识

该项目生产单元及储存单元均不构成危险化学品重大危险源。辨识过程见 F3.4 节。

### 3.3.7 特别管控危险化学品

根据《特别管控危险化学品目录（第一版）》进行辨识，该项目不涉及特别管控危险化学品。

## 3.3 自然危险、有害因素分析结果

自然条件如地震、雷电、汛期、风暴潮、地下水、盐雾、气温件等不良气象条件，可能导致设备基础损坏、供电系统故障等严重灾害。

自然危险、有害因素分析过程见附件章节 F3.2。

## 3.4 危险、有害因素分布

本项目存在的主要危险危害因素有：火灾爆炸、容器爆炸、中毒和窒息、灼烫、机械伤害、车辆伤害、触电、物体打击、高处坠落、淹溺、冻伤、噪声与振动、粉尘危害。危险、有害因素分布见下表。

表 3-3 主要危险、有害因素分布表

危险有害因素 危险有害因素部位	火灾	爆炸	中毒窒息	容器爆炸	高处坠落 /物体打击	灼烫	冻伤	腐蚀	触电危害	机械伤害	噪声	车辆伤害	粉尘危害	淹溺
实验车间一	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
仓库一	√	√	√			√		√	√			√	√	
药品库	√	√	√						√			√	√	
办公室	√								√					
化验室	√								√					
总控制室	√								√					

### 3. 5HAZOP 分析、SIL 定级及 SIL 验证情况

#### 1) HAZOP 分析结论

2021 年 4 月山东鸿运工程设计有限公司对辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行 HAZOP 分析，共提出 44 条建议措施，均已落实。

表 3.5-1 3000 吨/年特种功能添加剂项目工艺流程 HAZOP 分析建议措施汇总表

节点	现有措施	建议编号	增加的建议	实际落实情况
节点 3	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4. 反应釜设有常开放空管线；5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程；	10301	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 3	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程；	10302	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 3	1. 设有温度控制及报警；2. 制定相应的操作规程；	10303	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 3	1. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；2. 搅拌器供电设有备用电源；	10304	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实

节点 4	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 3. 反应釜设有常开放空管线； 4. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程；	10401	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 4	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程；	10402	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 4	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程；	10403	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 4	1. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	10404	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 5	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 3. 反应釜设有常开放空管线； 4. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程；	10501	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 5	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程；	10502	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实

节点 5	1. 设有温度控制及报警；2. 制定相应的操作规程；	10503	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 5	1. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；2. 搅拌器供电设有备用电源；	10504	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 18	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4. 反应釜设有常开放空管线；5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程；	11801	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 18	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	11802	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 18	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	11803	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 18	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	11804	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实

节点 19	1. 设有滴加流量控制；2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；4. 反应釜设有常开放空管线；5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；6. 制定相应的操作规程；	11901	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀； 回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 19	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	11902	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 19	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	11903	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 19	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	11904	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实
节点 20	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4. 反应釜设有常开放空管线；5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程；	12001	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度高报警；2. 制定相应的操作规程；	2002	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实

节点 20	1. 反应釜设有温度高报警；2. 制定相应的操作规程；	12003	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 20	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	12004	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实
节点 20	1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4 反应釜设有常开放空管线； 5 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6 制定相应的操作规程；	12005	①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12006	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12007	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 20	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	12008	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实

节点 21	<p>Na2O2 制取：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设有滴加流量控制；</li> <li>2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；</li> <li>3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；</li> <li>4. 反应釜设有常开放空管线；</li> <li>5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；</li> <li>6. 制定相应的操作规程；</li> </ol> <p>LPO 合成：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设有滴加流量控制；</li> <li>2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；</li> <li>3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；</li> <li>4. 反应釜设有常开放空管线；</li> <li>5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；</li> <li>6. 制定相应的操作规程；</li> </ol>	12101	<p>Na2O2 制取：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断紧急冷却；</li> <li>②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；</li> </ol> <p>LPO 合成：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；</li> <li>②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定。</li> </ol>	已落实
节点 21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 反应釜设有温度报警；</li> <li>2. 制定相应的操作规程；</li> </ol>	12102	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 21	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 反应釜设有温度报警；</li> <li>2. 制定相应的操作规程；</li> </ol>	12103	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实

节点 21	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测；2. 搅拌器供电设有备用电源；	12104	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实
节点 22	Na2O2 制取： 1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4 反应釜设有常开放空管线； 5 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程； 219 合成： 1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源； 3. 反应釜温度监测仪表设有冗余； 4. 反应釜设有常开放空管线；	2201	Na2O2 制取：①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定； 219 合成： ①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA	已落实
节点 22	5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；6. 制定相应的操作规程；	12202	分析确定。	已落实
节点 22	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12203	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 22	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测；2. 搅拌器供电设有备用电源；	12204	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实



节点 23	Na2O2 制取：1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；4. 反应釜设有常开放空管线； 5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程； EHP 合成： 1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；4. 反应釜设有常开放空管线； 5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；6. 制定相应的操作规程；	12301	Na2O2 制取：①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀； 回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定； EHP 合成： ①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀； 回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定。	已落实
节点 23	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12302	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 23	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程；	12303	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 23	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测；2. 搅拌器供电设有备用电源；	12304	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实

节点 24	Na2O2 制取：1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；4. 反应釜设有常开放空管线； 5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测； 6. 制定相应的操作规程； PX16 合成： 1. 设有滴加流量控制； 2. 冷冻盐水进水管线设有压力表，冷冻盐水泵设有备用泵及备用电源；3. 反应釜温度监测仪表设有冗余；4. 反应釜设有常开放空管线； 5. 反应釜搅拌器设有电流监测及故障检测；6. 制定相应的操作规程；	12401	Na2O2 制取：①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀； 回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定； PX16 合成：①SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却； ②SIS 系统增设安全控制回路，温度联锁淬灭水开关阀；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定。	已落实
节点 24	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12402	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 24	1. 反应釜设有温度报警；2. 制定相应的操作规程；	12403	SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定；	已落实
节点 24	1. 设有搅拌器运行状态监测及故障检测； 2. 搅拌器供电设有备用电源；	12404	SIS 增加搅拌器联锁安全控制回路，搅拌器故障联锁滴加切断；回路的 SIL 等级由 LOPA 分析确定	已落实

2024 年 6 月山东鸿运工程设计有限公司对辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行 HAZOP 分析，共提出 21 条建议措施，建设单位已全部落实。HAZOP 分析建议措施汇总表如下：

表 3-5.2 3000 吨/年特种功能添加剂项目工艺流程 HAZOP 分析建议措施汇总表

节点	现有措施	建议编号	建议措施	采纳情况	落实情况
----	------	------	------	------	------

节点 3	1. 反应釜设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；	10301	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 3	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；	10302	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 4	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	10401	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 4	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	10402	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 5	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	10501	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 5	1. 设有温度控制及报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	10502	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 18	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	11801	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 18	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统增设温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	11802	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 19	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	11901	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度高报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；	12001	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实

节点 20	1. 反应釜设有温度高报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却；	12002	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12003	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 20	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12004	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 21	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12101	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 21	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12102	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 22	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12201	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 22	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12202	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 23	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12301	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 23	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12302	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
节点 24	1. 反应釜设有温度报警； 2. 制定相应的操作规程； 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路，温度联锁滴加切断及紧急冷却	12401	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实

节点 24	1. 反应釜设有温度报警; 2. 制定相应的操作规程; 3. SIS 系统设有温度安全控制联锁回路, 温度联锁滴加切断及紧急冷却	12402	建议加强滴加过程的监控	采纳	已落实
-------	--	-------	-------------	----	-----

于 2025 年 3 月, 委托辽宁省轻工设计院有限公司对涉及“两重点一重大”的进行 HAZOP 分析, 具体范围为辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目, 包括产品: 301、KP、AAP、101、DTBP、DTAP、LPO、219、EHP、PX16、CH355、CH、TBPO、TBEC、TBPV、TBPA、355、TBPND、TAPO、TAEC、TAPV、TAPA、TAPB、TBMA。共提出 21 条建议措施, 建设单位已全部落实。HAZOP 分析建议措施汇总表如下:

表 3-5.3 HAZOP 分析建议措施汇总表

建议号 节点-序号	原因	后果	保护措施	建议措施	采纳情况	落实情况
1-1	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致反应器内温度升高, 热量无法移除	反应釜温度升高, 气相增大, 导致釜内压力过高, 物料从薄弱环节泄露, 造成人员伤害或产生爆炸	R205 反应釜设有温度表 TICA2051、TICA2052, 温度联锁调节冷冻盐水进水管线阀门 TCV2051 使 R205 反应釜温度在设定值范围内 R205 反应釜设有温度表 TIASZR2051、TIASZR2052, 温度达到高高高值联锁关闭 V205B 高位槽出料管线阀门 XVV205B, 关闭 V205C 高位槽出料管线阀门 XVV205C, 关闭 P205 隔膜泵气源管线阀门 XV205, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2052, 开启冷冻盐水回水管线阀门	R205 反应釜设有温度表 TIASZR2051、TIASZR2052, 温度达到高高高值联锁开启出料管线阀门 XVX2053, 物料去 V102D 废水缓冲罐	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
			XVR2051；温度达到高 高高位联锁开启淬灭水 进料管线阀门 XVZV201C，开启生产 水管线阀门 XVX1021， 开启 P102B 废水缓冲泵			
1-2	人员操作失误， 导致 V205A 高 位槽进料过多	冒罐，物料泄漏 导致人员中毒， 增加爆炸和火 灾危险性	V205A 高位槽设有重量 表 WIAS205A，重量达 到高高值联锁 P103 电 机启停	V205A 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V205A 高位槽设有重量 表 WIAS205A，重量达 到高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2050 V205A 高位槽磷酸进料 管线设置独立的切断阀	采纳	已落实
1-3	人员操作失误， 导致 V205B 高 位槽进料过多	冒罐，物料泄漏 导致人员中毒， 增加爆炸和火 灾危险性	V205B 高位槽设有重量 表 WIAS205B，重量达 到高高值联锁 P104 电 机启停	V205B 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V205B 高位槽设有重量 表 WIAS205B，重量达 到高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2052	采纳	已落实
1-4	人员操作失误， 物料硫酸/磷酸 滴加过快，导致 反应釜内反应 过快，放热过 大，导致温度升 高	反应釜温度升 高，物料从薄弱 环节泄露，造成 人员伤害或产 生爆炸	V205B 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2051， 流量联锁调节出料管线 阀门 HV2051 使流量在 设定值范围内	V205B 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实
1-5	人员操作失误， 物料丁酮/甲基 异丁基甲酮/乙 酰丙酮/3,5,5-三 甲基环己酮/异 十二烷/环己酮/	反应釜温度升 高，物料从薄弱 环节泄露，造成 人员伤害或产 生爆炸	V205C 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2052， 流量联锁调节出料管线 阀门 FV2052 使流量在 设定值范围内	V205C 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
	矿物油滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高					
1-6	人员操作失误，物料过氧化氢/叔丁基过氧化氢滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高	反应釜温度升高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤亡或产生爆炸	R205 反应釜过氧化剂/叔丁基过氧化氢进料管线设置限流孔板	R205 反应釜过氧化剂进料管线设置流量计 FIC2053、调节阀 HV2053，流量联锁调节进料管线阀门 HV2053 使流量在设定值范围内	采纳	已落实
1-7	开车前设备内残留空气	物料与空气接触，遇明火温度过高，产生火灾爆炸。		设置氮气置换管线，在开车前采用氮气置换，使设备内无空气	采纳	已落实
1-8	人员操作失误，物料滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高，气相增大	反应气相组成容易达到爆炸极限，具有燃爆危险		R205 反应釜设置紧急送入氮气的管线	采纳	已落实
2-1	人员操作失误，冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供，导致反应器内温度升高，热量无法移除	反应釜温度升高，气相增大，导致釜内压力过高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤亡或产生爆炸	R209 反应釜设有温度表 TICA2091、TICA2092，温度联锁调节冷冻盐水进水管线阀门 TCV2091 使 R209 反应釜温度在设定值范围内 R209 反应釜设有温度表 TIASR2091、TIASR2092，温度达到高高高值联锁关闭 V209A 高位槽出料管线阀门	R209 反应釜设有温度表 TIASR2091、TIASR2092，温度达到高高高值联锁开启出料管线阀门 XV2093，物料去 V102D 废水缓冲罐	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
			XVV209A (101 使用), 关闭 V209D 高位槽出料 管线阀门 XVV209D, 开启冷冻盐水进水管线 阀门 XVR2091; 温度达 到高高高值联锁开启淬 灭水进料管线阀门 XVZV201C, 开启生产 水管线阀门 XVX1021, 开启 P102B 废水缓冲泵			
2-2	人员操作失误, 导致 V209D 高 位槽进料过多	冒罐, 物料泄漏 导致人员中毒, 增加爆炸和火 灾危险性	V209D 高位槽设有重量 表 WIAS209D, 重量达 到高高高值联锁 P104 电 机启停	V209D 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V209D 高位槽设有重量 表 WIAS209D, 重量达 到高高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2098	采纳	已落实
2-3	人员操作失误, 导致 V209C 高 位槽进料过多	冒罐, 物料泄漏 导致人员中毒, 增加爆炸和火 灾危险性	V209C 高位槽设有重量 表 WIAS209C, 重量达 到高高高值联锁 P103 电 机启停	V209C 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V209C 高位槽设有重量 表 WIAS209C, 重量达 到高高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2090	采纳	已落实
2-5	人员操作失误, 物料硫酸滴加 过快, 导致反应 釜内反应过快, 放热过大, 导致 温度升高	反应釜温度升 高, 物料从薄弱 环节泄露, 造成 人员伤害或产 生爆炸	V209D 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2091, 流量联锁调节出料管线 阀门 FV2091 使流量在 设定值范围内	V209D 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实
2-4	人员操作失误, 物料双氧水滴 加过快, 导致反 应釜内反应过 快, 放热过大,	反应釜温度升 高, 物料从薄弱 环节泄露, 造成 人员伤害或产 生爆炸	V209A 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2092, 流量联锁调节出料管线 阀门 FV2092 使流量在 设定值范围内	V209A 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实



建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
	导致温度升高					
2-6	开车前设备内 残留空气	物料与空气接 触,遇明火温度 过高,产生火灾 爆炸。		设置氮气置换管线,在 开车前采用氮气置换, 使设备内无空气	采纳	已落实
2-7	人员操作失误, 物料滴加过快, 导致反应釜内 反应过快,放热 过大,导致温度 升高,气相增大	反应气相组成 容易达到爆炸 极限,具有燃爆 危险		R209 反应釜设置紧急 送入氮气的管线	采纳	已落实
3-1	人员操作失误, 冷却管道阀门 误关闭或未开 启、或冷媒断 供,导致反应器 内温度升高,热 量无法移除	反应釜温度升 高,气相增大, 导致釜内压力 过高,物料从薄 弱环节泄露,造 成人员伤害或 产生爆炸	R211 反应釜设有温度 表 TICA2111、 TICA2112, 温度联锁调 节冷冻盐水进水管线阀 门 TCV2111 使 R211 反 应釜温度在设定值范围 内  R211 反应釜设有温度 表 TIASZR2111、 TIASZR2112, 温度达到 高高高值联锁关闭 V211A 高位槽出料管线阀门 XVV211A, 关闭 V211B 高位槽出料管线阀门 XVV211B, 开启冷冻盐 水进水管线阀门 XVR2111; 温度达到高 高高高值联锁开启淬灭水 进料管线阀门 XVZV201C, 开启生产 水管线阀门 XVX1021, 开启 P102B 废水缓冲泵	R211 反应釜设有温度 表 TIASZR2111、 TIASZR2112, 温度达到 高高高值联锁开启釜外 降温, 开启出料管线阀 门 XVX2111, 物料去 V102D 废水缓冲罐	采纳	已落实
3-2	人员操作失误,	冒罐,物料泄漏	V211B 高位槽设有重量	V211B 高位槽进料管	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
	导致 V211B 高位槽进料过多	导致人员中毒，增加爆炸和火灾危险性	表 WIAS211B，重量达到高高值联锁 P104 电机启停	线、出料管线设置软连接 V211B 高位槽设有重量表 WIAS211B，重量达到高高值联锁关闭进料管线阀门 XVX2112		
3-3	人员操作失误，导致 V210A 高位槽进料过多	冒罐，物料泄漏导致人员中毒，增加爆炸和火灾危险性	V210A 高位槽设有重量表 WIAS210A，重量达到高高值联锁 P103 电机启停	V210A 高位槽进料管线、出料管线设置软连接 V210A 高位槽设有重量表 WIAS210A，重量达到高高值联锁关闭进料管线阀门 XVX2100	采纳	已落实
3-4	人员操作失误，物料双氧水滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高	反应釜温度升高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤亡或产生爆炸	V211A 高位槽出料管线设有流量计 FIC2111，流量联锁调节出料管线阀门 FV2111 使流量在设定值范围内	V211A 高位槽出料管线设置限流孔板	采纳	已落实
3-5	开车前设备内残留空气	物料与空气接触，遇明火温度过高，产生火灾爆炸。		设置氮气置换管线，在开车前采用氮气置换，使设备内无空气	采纳	已落实
3-6	人员操作失误，物料滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高，气相增大	反应气相组成容易达到爆炸极限，具有燃爆危险		R205 反应釜设置紧急送入氮气的管线	采纳	已落实
4-1	人员操作失误，冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供，导致反应器	反应釜温度升高，气相增大，导致釜内压力过高，物料从薄弱环节泄露，造	R203 反应釜设有温度表 TICA2031、TICA2032，温度联锁调节冷冻盐水进水管线阀门 TCV2031 使 R203 反	R203 反应釜设有温度表 TIASZR2031、TIASZR2032，温度达到高高高值联锁开启出料管线阀门 XVX2033，物	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
	内温度升高, 热量无法移除	成人员伤亡或产生爆炸	应釜温度在设定值范围内 R203 反应釜设有温度表 TIASZR2031、TIASZR2032, 温度达到高高值联锁关闭 V203B 高位槽出料管线阀门 XVV203B, 关闭 V203D 高位槽出料管线阀门 XVV203D, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2032, 开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2031; 温度达到高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C, 开启生产水管线阀门 XVX1021, 开启 P102 废水缓冲泵	料去 V102C 废水缓冲罐		
4-2	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致清洗釜内温度升高, 热量无法移除	清洗釜温度升高, 物料出现挥发现象或造成损失, 导致产品产量降低或纯度不足	R208 清洗釜设有温度表 TICA2081、TICA2082, 温度联锁调节冷冻盐水进水管线阀门 TCV2081 使 R208 清洗釜温度在设定值范围内	R208 清洗釜新增冷冻盐水进水管线, 新增冷冻盐水进水管线阀门 XV2083; R208 清洗釜设置温度表 TICAS2081、TICAS2082, 温度达到高值联锁开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2083	采纳	已落实
4-3	人员操作失误, 导致 V203A 高位槽进料过多	冒罐, 物料泄漏导致人员中毒, 增加爆炸和火灾危险性	V203A 高位槽设有重量表 WIAS203A, 重量达到高高值联锁 P110 电机启停	V203A 高位槽进料管线、出料管线设置软连接 V203A 高位槽设有重量表 WIAS203A, 重量达到高高值联锁关闭进料管线阀门 XVX2034	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
4-4	人员操作失误， 导致 V203C 高位槽进料过多	冒罐，物料泄漏 导致人员中毒， 增加爆炸和火灾危险性	V203C 高位槽设有重量 表 WIAS203C，重量达 到高高值联锁 P103 电 机启停	V203C 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V203C 高位槽设有重量 表 WIAS203C，重量达 到高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2030	采纳	已落实
4-5	人员操作失误， 导致 V208A 高位槽进料过多	冒罐，物料泄漏 导致人员中毒， 增加爆炸和火灾危险性	V208A 高位槽设有重量 表 WIAS208A，重量达 到高高值联锁 P109B 电 机启停	V208A 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V208A 高位槽设有重量 表 WIAS208A，重量达 到高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2088	采纳	已落实
4-6	人员操作失误， 导致 V208B 高位槽进料过多	冒罐，物料泄漏 导致人员中毒， 增加爆炸和火灾危险性	V208B 高位槽设有重量 表 WIAS208B，重量达 到高高值联锁 P103 电 机启停	V208B 高位槽进料管 线、出料管线设置软连 接 V208B 高位槽设有重量 表 WIAS208B，重量达 到高高值联锁关闭进料 管线阀门 XVX2080	采纳	已落实
4-7	人员操作失误， 物料月桂酰氯/ 异壬酰氯/4-叔 丁基环己碳氯 甲酸酯/2-乙基 己基氯甲酸酯 滴加过快，导致 反应釜内反应 过快，放热过 大，导致温度升 高	反应釜温度升 高，物料从薄弱 环节泄露，造成 人员伤害或产 生爆炸	V203B 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2031， 流量联锁调节出料管线 阀门 FV2031 使流量在 设定值范围内	V203B 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实
4-8	人员操作失误， 物料双氧水滴 加过快，导致反	反应釜温度升 高，物料从薄弱 环节泄露，造成	V203D 高位槽出料管线 设有流量计 FIC2032， 流量联锁调节出料管线	V203D 高位槽出料管线 设置限流孔板	采纳	已落实

建议 号 节点- 序号	原因	后果	保护 措施	建议 措施	采纳 情况	落实 情况
	反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高	人员伤害或产生爆炸	阀门 FV2032 使流量在设定值范围内			
4-9	开车前设备内残留空气	物料与空气接触，遇明火温度过高，产生火灾爆炸。		设置氮气置换管线，在开车前采用氮气置换，使设备内无空气	采纳	已落实
4-10	人员操作失误，物料滴加过快，导致反应釜内反应过快，放热过大，导致温度升高，气相增大	反应气相组成容易达到爆炸极限，具有燃爆危险		R205 反应釜设置紧急送入氮气的管线	采纳	已落实
5-1	开车前设备内残留空气	物料与空气接触，遇明火温度过高，产生火灾爆炸。		设置氮气置换管线，在开车前采用氮气置换，使设备内无空气	采纳	已落实
6-1	开车前设备内残留空气	物料与空气接触，遇明火温度过高，产生火灾爆炸。		设置氮气置换管线，在开车前采用氮气置换，使设备内无空气	采纳	已落实

## 2) LOPA 分析结论

于 2021 年山东鸿运工程设计有限公司对 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行 sil 定级分析，通过统计分析每个 SIF 回路的 SIL 值，确定辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目需设置安全仪表系统(SIS)，安全完整性等级最高为 SIL1。SIL 定级汇总表如下：

表 3.5-4 SIL 值统计表

序号	SIF 名称	描述	备注
301 合成工艺			

1	R205 温度与 V205B 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀，当釜温度高高高联锁报警时，开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
4	R205 搅拌故障检测与滴加 切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断，当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时，切断滴加	SIL1
KP 合成工艺			
1	R205 温度与 V205B 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀，当釜温度高高高联锁报警时，开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
4	R205 搅拌故障检测与滴加 切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断，当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时，切断滴加	SIL1
AAP 合成工艺			
1	R205 温度与 V205B 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切 断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀，当釜温度高高高联锁报警时，开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
4	R205 搅拌故障检测与滴加 切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断，当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时，切断滴加	SIL1
DTBP 合成工艺			
1	R211 温度与滴加切断及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关阀，当釜温度高高高联锁报警时，开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V211A 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V211B 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1

5	R211 搅拌故障检测与滴加 切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
DTAP 合成工艺			
1	R211 温度与滴加切断及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V211A 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V211B 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R211 搅拌故障检测与滴加 切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
101 合成工艺			
1	R209 温度与滴加切断及紧 急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R209 温度与淬灭水	R209 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V209A 滴加切断与 R209 温 度及紧急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V209A 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V209D 滴加切断与 R209 温 度及紧急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V209D 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R209 搅拌故障检测与滴加 切断	R209 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
6	R211 温度与滴加切断及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
7	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
8	V211A 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1
9	V211B 滴加切断与 R211 温 度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1
10	R211 搅拌故障检测与滴加 切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
LPO 合成工艺			
1	R203 温度与滴加切断及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R203 温度与淬灭水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1

3	V203B 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V203D 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R203 搅拌故障检测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
219 合成工艺			
1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R203 温度与淬灭水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V203B 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V203D 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R203 搅拌故障检测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
EHP 合成工艺			
1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R203 温度与淬灭水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V203B 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1
4	V203D 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R203 搅拌故障检测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1
PX16 合成工艺			
1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1
2	R203 温度与淬灭水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1
3	V203B 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1



4	V203D 滴加切断与 R203 温度及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1
5	R203 搅拌故障检测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1

于 2025 年 3 月委托辽宁省轻工设计院有限公司进行 SIL 定级, 定级汇总表如下:

表 3.5-5 SIL 定级汇总表

节点号	SIF 编号	SIF 功能	后果描述	SIL 定级
1	SIF1	R205 反应釜设有温度表 TIASZR2051、TIASZR2052, 温度达到高高值联锁关闭 V205B 高位槽出料管线阀门 XVV205B, 关闭 V205C 高位槽出料管线阀门 XVV205C, 关闭 P205 隔膜泵气源管线阀门 XV205, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2052, 开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2051; 温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C, 开启生产水管线阀门 XVX1021, 开启 P102B 废水缓冲泵	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致反应器内温度升高, 热量无法移除, 反应釜温度升高, 气相增大, 导致釜内压力过高, 物料从薄弱环节泄露, 造成人员伤害或产生爆炸	1
1	SIF2	R205 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051, 电流异常联锁关闭 V205B 高位槽出料管线阀门 XVV205B, 关闭 V205C 高位槽出料管线阀门 XVV205C, 关闭 P205 隔膜泵气源管线阀门 XV205, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2052, 开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2051, 开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止, 设备内反应不均匀, 反应热无法有效移出, 导致局部出现火灾或爆炸	1
2	SIF3	R209 反应釜设有温度表 TIASR2091、TIASR2092, 温度达到高高值联锁关闭 V209A 高位槽出料管线阀门 XVV209A (101	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致反应器内	1

节点号	SIF 编号	SIF 功能	后果描述	SIL 定级
		使用)，关闭 V209D 高位槽出料管线阀门 XVV209D，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2091；温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102B 废水缓冲泵	温度升高，热量无法移除，反应釜温度升高，气相增大，导致釜内压力过高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤害或产生爆炸	
2	SIF4	R209 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051，电流异常联锁关闭 V209A 高位槽出料管线阀门 XVV209A，关闭 V209D 高位槽出料管线阀门 XVV209D，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2091，开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止，设备内反应不均匀，反应热无法有效移出，导致局部出现火灾或爆炸	1
3	SIF5	R211 反应釜设有温度表 TIASZR2111、TIASZR2112，温度达到高高值联锁关闭 V211A 高位槽出料管线阀门 XVV211A，关闭 V211B 高位槽出料管线阀门 XVV211B，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2111；温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102B 废水缓冲泵	人员操作失误，冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供，导致反应器内温度升高，热量无法移除，反应釜温度升高，气相增大，导致釜内压力过高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤害或产生爆炸	1
3	SIF6	R211 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051，电流异常联锁关闭 V211A 高位槽出料管线阀门 XVV211A，关闭 V211B 高位槽出料管线阀门 XVV211B，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2111，开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止，设备内反应不均匀，反应热无法有效移出，导致局部出现火灾或爆炸	1
4	SIF7	R203 反应釜设有温度表 TIASZR2031、TIASZR2032，温度达到高高值联锁关闭 V203B 高位槽出料管线阀门 XVV203B，关	人员操作失误，冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供，导致反应器内	1

节点号	SIF 编号	SIF 功能	后果描述	SIL 定级
		闭 V203D 高位槽出料管线阀门 XVV203D, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2032, 开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2031; 温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C, 开启生产水管线阀门 XVX1021, 开启 P102 废水缓冲泵	温度升高, 热量无法移除, 反应釜温度升高, 气相增大, 导致釜内压力过高, 物料从薄弱环节泄露, 造成人员伤害或产生爆炸	
4	SIF8	R203 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2031, 电流异常联锁关闭 V203B 高位槽出料管线阀门 XVV203B, 关闭 V203D 高位槽出料管线阀门 XVV203D, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2032, 开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2031, 开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止, 设备内反应不均匀, 反应热无法有效移出, 导致局部出现火灾或爆炸	1
5	SIF9	R202 反应釜设有温度表 TIASZR2021, 温度达到高高高值联锁关闭 V202A 高位槽出料管线阀门 XVV2025, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2021	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致反应器内温度升高, 热量无法移除, 反应釜温度升高, 气相增大, 导致釜内压力过高, 物料从薄弱环节泄露, 造成人员伤害或产生爆炸	1
5	SIF10	R202 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2021, 电流异常联锁关闭 V202A 高位槽出料管线阀门 XVV2025, 开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2021	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止, 设备内反应不均匀, 反应热无法有效移出, 导致局部出现火灾或爆炸	1
6	SIF11	R204 反应釜设有温度表 TIASZR2041, 温度达到高高高值联锁关闭 V204A 高位槽出料管线阀门 XVV2045, 开启冷冻盐水进	人员操作失误, 冷却管道阀门误关闭或未开启、或冷媒断供, 导致反应器内	1

节点号	SIF 编号	SIF 功能	后果描述	SIL 定级
		水管道阀门 XV2041	温度升高，热量无法移除，反应釜温度升高，气相增大，导致釜内压力过高，物料从薄弱环节泄露，造成人员伤害或产生爆炸	
6	SIF12	R204 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2041，电流异常联锁关闭 V204A 高位槽出料管道阀门 XVV2045，开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2041	人员操作失误、或设备损坏、或突然停电导致搅拌器运行异常、或搅拌器突然停止，设备内反应不均匀，反应热无法有效移出，导致局部出现火灾或爆炸	1

### 3) SIL 验证分析结论

大连天籁安全风险管理技术有限公司于 2022 年 6 月对辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行 SIL 验证分析，得出如下结论：辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目安全仪表功能等级等于其安全仪表功能需求等级。故辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目安全仪表功能，能够满足现有安全生产需要。具体 SIL 验证汇总表如下：

表 3.5-6 SIL 验证汇总表

序号	SIF 名称	描述	安全仪表功能需求等级	安全仪表功能等级
301 合成工艺				
1	R205 温度与 V205B 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀，当釜温度高高联锁报警时，切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀，当釜温度高高联锁报警时，开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1	SIL1

4	R205 搅拌故障检测与滴加切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
KP 合成工艺				
1	R205 温度与 V205B 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1	SIL1
4	R205 搅拌故障检测与滴加切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
AAP 合成工艺				
1	R205 温度与 V205B 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205B 滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R205 温度与 V205C 滴加切断及紧急冷却	R205 温度监测联锁 V205C 滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
3	R205 温度与淬灭水	R205 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1	SIL1
4	R205 搅拌故障检测与滴加切断	R205 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
DTBP 合成工艺				
1	R211 温度与滴加切断及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应淬灭	SIL1	SIL1
3	V211A 滴加切断与 R211 温度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V211B 滴加切断与 R211 温度及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R211 搅拌故障检测与滴加切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅拌监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
DTAP 合成工艺				

1	R211 温度与滴加切断及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关闭, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V211A 滴加切断 与 R211 温度及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V211B 滴加切断 与 R211 温度及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R211 搅拌故障检 测与滴加切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
101 合成工艺				
1	R209 温度与滴加切断及紧急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R209 温度与淬灭水	R209 温度监测联锁淬灭水开关闭, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V209A 滴加切断 与 R209 温度及紧 急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V209A 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V209D 滴加切断 与 R209 温度及紧 急冷却	R209 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V209D 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R209 搅拌故障检 测与滴加切断	R209 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
6	R211 温度与滴加切断及紧急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
7	R211 温度与淬灭水	R211 温度监测联锁淬灭水开关闭, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
8	V211A 滴加切断 与 R211 温度及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211A 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
9	V211B 滴加切断 与 R211 温度及紧 急冷却	R211 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V211B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
10	R211 搅拌故障检 测与滴加切断	R211 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
LPO 合成工艺				

1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R203 温度与淬灭 水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V203B 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V203D 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R203 搅拌故障检 测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
219 合成工艺				
工	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R203 温度与淬灭 水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V203B 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V203D 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R203 搅拌故障检 测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
EHP 合成工艺				
1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R203 温度与淬灭 水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V203B 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V203D 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R203 搅拌故障检 测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1
PX16 合成工艺				



1	R203 温度与滴加切断及紧急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断滴加 并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
2	R203 温度与淬灭水	R203 温度监测联锁淬灭水开关阀, 当釜温 度高高高联锁报警时, 开启淬灭水进行反应 淬灭	SIL1	SIL1
3	V203B 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203B 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
4	V203D 滴加切断 与 R203 温度及紧 急冷却	R203 温度监测联锁滴加切断及紧急冷却开 关阀, 当釜温度高高联锁报警时, 切断 V203D 滴加并开启紧急冷却	SIL1	SIL1
5	R203 搅拌故障检 测与滴加切断	R203 搅拌故障检测联锁滴加切断, 当釜搅 拌 监测反馈搅拌器故障时, 切断滴加	SIL1	SIL1

于 2025 年 3 月委托辽宁省轻工设计院有限公司进行 SIL 验证, 结论为根据 LOPA 定级报告, 对 SIL1 及以上 SIF 回路进行的 SIL 验算, 其结果均满足于 SIL 定级报告中 SIF 回路的 SIL 等级要求。SIL 验证汇总表如下:

表 3.5-7 SIL 验证汇总表

编号	安全功能名称	要求的 SIL	要求的 PFD	目前达到的 SIL			是否达到要求
				PFD	结构约束的 SIL	综合 SIL	
节点一 R205 单元（301/KP/AAP）							
SIF1-1	R205 反应釜温度 TIASZR2051、TIASZR2052，温度达到高高值联锁关闭 V205B 高位槽出料管线阀门 XVV205B，关闭 V205C 高位槽出料管线阀门 XVV205C，关闭 P205 隔膜泵气源管线阀门 XV205，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2052，开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2051.	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	6.64E-2	2	1	达到要求
SIF1-2	R205 反应釜温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102B 废水缓冲泵.	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.94E-2	2	1	达到要求
SIF2	R205 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051，电流异常联锁关闭 V205B 高位槽出料管线阀门 XVV205B，关闭 V205C 高位槽出料管线阀门 XVV205C，关闭 P205 隔膜泵气源管线阀门	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	7.84E-2	2	1	达到要求



编号	安全功能名称	要求的 SIL	要求的 PFD	目前达到的 SIL			是否达到要求
				PFD	结构约束的 SIL	综合 SIL	
节点一 R205 单元（301/KP/AAP）							
	XV205，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2052，开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2051，开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C						
节点二 R209 单元（101）							
SIF3-1	R209 反应釜设有温度表 TIASR2091、TIASR2092，温度达到高高值联锁关闭 V209A 高位槽出料管线阀门 XVV209A，关闭 V209D 高位槽出料管线阀门 XVV209D，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2091	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	4.17E-2	2	1	达到要求
SIF3-2	R209 反应釜温温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102B 废水缓冲泵	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.94E-2	2	1	达到要求
SIF4	R209 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051，电流异常联锁关闭 V209A 高位槽出料管线阀门 XVV209A，关闭 V209D 高位槽出料管线阀门 XVV209D，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2091，开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	7.81E-2	2	1	达到要求
节点三 R211/R210 单元（DTBP/DTAP）							
SIF5-1	R211 反应釜温度 TIASZR2111、TIASZR2112，温度达到高高值联锁关闭 V211A 高位槽出料管线阀门 XVV211A，关闭 V211B 高位槽出料管线阀门 XVV211B，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2111	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	4.17E-2	2	1	达到要求
SIF5-2	R211 反应釜温温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102B 废水缓冲泵	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.94E-2	2	1	达到要求
SIF6	R211 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2051，电流异常联锁关闭 V211A 高位槽出料管线阀门 XVV211A，关闭 V211B 高位	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	7.81E-2	2	1	

编号	安全功能名称	要求的 SIL	要求的 PFD	目前达到的 SIL			是否达到要求
				PFD	结构约束的 SIL	综合 SIL	
节点一 R205 单元（301/KP/AAP）							
	槽出料管线阀门 XVV211B，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2111，开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C						
节点四 R203/R208 单元（LPO/219/EHP/PX16）							
SIF7-1	R203 反应釜设有温度表 TIASZR2031、TIASZR2032，温度达到高高值联锁关闭 V203B 高位槽出料管线阀门 XVV203B，关闭 V203D 高位槽出料管线阀门 XVV203D，开启冷冻盐水进水管线阀门 XVR2032，开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2031	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	5.45E-2	2	1	达到要求
SIF7-2	R203 反应釜温度达到高高高值联锁开启淬灭水进料管线阀门 XVZV201C，开启生产水管线阀门 XVX1021，开启 P102 废水缓冲泵	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.94E-2	2	1	达到要求
SIF8	R203 反应釜设有电流异常，电流异常联锁关闭 V203B 高位槽出料阀门 XVV203B，关闭 V203D 高位槽出料阀门 XVV203D，开启冷冻盐水进水阀门 XVR2032，开启冷冻盐水回水管线阀门 XVR2031，开启淬灭水进料管线阀门 XVV201C	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	3.84E-2	2	1	达到要求
节点五 R201/R202/R206 单元(TBPO/TBEC/TBPV/TBPA/355/TBPND)							
SIF9	R202 反应釜设有温度表 TIASZR2021，温度达到高高高值联锁关闭 V202A 高位槽出料管线阀门 XVV2025，开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2021	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.86E-2	2	1	达到要求
SIF10	R202 反应釜设有电流异常检测器 YASZR2021，电流异常联锁关闭 V202A 高位槽出料管线阀门 XVV2025，开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2021	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.78E-2	2	1	达到要求
节点六 R201/R204/R207 单元(TAPO/TAEC/TAPV/TAPA/TAPB)							

编号	安全功能名称	要求的 SIL	要求的 PFD	目前达到的 SIL			是否达到要求
				PFD	结构约束的 SIL	综合 SIL	
节点一 R205 单元（301/KP/AAP）							
SIF11	R204 反应釜设有温度表 TIASZR2041，温度达到高高高值联锁关闭 V204A 高位槽出料管线阀门 XVV2045，开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2041	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.86E-2	2	1	达到要求
SIF12	R204 反应釜设有电流异常联锁关闭 V204A 高位槽出料管线阀门 XVV2045，开启冷冻盐水进水管线阀门 XV2041	1	$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$	2.78E-2	2	1	达到要求

小结: SIL 定级和验证情况与现场实际的一致。

### 3.6 反应工艺过程危险度等级及措施落实情况

本项目涉及双氧水的 10 个产品反应属于过氧化反应，其余 14 个品种属于取代反应，但依照重点监管危险化工艺过氧化反应进行监控及管理。辽宁中茂新材料有限公司已委托厦门标案科技有限公司对以下 24 种工艺进行了全流程的反应风险评估。反应风险评估的工艺名称与生产工艺产品名称一致，反应工艺过程危险度等级及措施落实情况见下表：

表 3-5 反应工艺过程危险度等级及措施落实情况

序号	工艺名称	反应工艺危险度等级/热风险等级	反应风险评估报告中提出的安全对策措施	落实情况
1	3, 6, 9-三乙基-3, 6, 9-三甲基-1, 4, 7-三过氧壬烷 (301) 工艺	反应工艺危险度等级：2 级	<p>针对此工艺的特点提出相应的安全对策措施和建议：</p> <p>(1) 反应的安全控制基本要求</p> <p>根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》(安监总管三(2009)116 号)可知：</p> <p>过氧化反应的危险特点为:a)过氧化物都含有过氧基(-O-O-)，属含能物质，由于过氧键结合力弱，断裂时所需的能量不大，对热、振动、冲击或摩擦等都极为敏感，极易分解甚至爆炸:b)过氧化物与有机物、纤维接触时易发生氧化、产生火灾:c)反应气相组成容易达到爆炸极限，具有燃爆危险。</p> <p>需要重点监管的工艺参数如下:过氧化反应内温度:pH 值过氧化反应釜内搅拌速率:(过)氧化剂流量:参加反应物质的配料比:过氧化物浓度气相氧含量等。</p> <p>安全控制的基本要求包括但不限于反应釜温度的报警和联锁:反应物料的比例控制和联锁及紧急切断动力系统:紧急断料系统:紧急冷却系统:紧急通风惰性气体的系统:相氧含量监测、报警和联锁:急停车系统:可燃和有毒气体检测报警装置等。</p>	已落实

		<p>宜采用的控制方式:将过氧化反应内温度与釜内搅拌电流、过氧化物流量、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 设置紧急停车系统。过氧化反应系统应设置泄爆管和安全泄放系统。</p> <p>具体到本过氧化反应, 吸入过氧化氢蒸气或雾对呼吸道有强烈刺激性。眼直接接触液体可致不可逆损伤甚至失明。口服中毒出现腹痛、胸口痛、呼吸困难、呕吐、一时性运动和感觉障碍、体温升高等。个别病例出现视力障碍、癫痫样痉挛、轻瘫。长期接触过氧化氢可致接触性皮炎。建议人员操作时做好防护。</p> <p>过氧化氢在 pH 值为 3.5-4.5 时最稳定, 在碱性溶液中极易分解。当加热到 100℃ 以上时, 开始急剧分解。过氧化氢为强氧化剂, 为甲类火灾危险性物质, 其分解速度受外界条件影响很大, 热可以加速其分解, 而且, 因为其分解反应是放热反应, 一旦发生反应, 其反应速度会越来越快。建议在产品存储时加入酸稳定剂, 同时尽量减少过量、过久的储存产品。</p> <p>(2) 反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</p> <p>物质热稳定性测试结果表明, 反应物料丁酮在 180-195℃ 有明显的放热峰, 放出热量为 48J/g, 异十二烷在 180-200℃ 有明显的放热峰, 放出热量为 61.2J/g; 27% 双氧水在 52.54-108.12℃ 有明显的放热峰, 放出热量为 669.51J/g, 过氧化反应液在 120-180℃ 有明显的放热峰, 放出热量为 195.6J/g。建议尽量减少反应性物料和反应产物的非必要停留时间。双氧水受热分解温度较低, 放热量大, 建议滴加 70% 硫酸和丁酮时严格控制温度和滴加速度并监控冷却系统和搅拌桨, 避免其分解放热, 产生大量气体, 使系统憋压带来冲料风险。</p> <p>同时, 建议建立完善的工艺操作规程制度, 规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存, 避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留, 防止反应物料的长时间热积累。</p> <p>(3) 生产过程中热累积风险分析及建议措施</p> <p>考虑到反应放热集中在滴加丁酮的过程中, 滴加丁酮的过程中, 计算得到的最大热累积度为 1.36%, 由此计算得 MTSR=17℃, 根据委托方提供的工艺信息, 作出如下判断, 若发生反应体系冷却失效情形, 考虑到反应体系会与环境持续发生热交换, 结合工业生产反应装置的情况, 此处建议取室温作为体系的 MTSR, 即 MTSR</p>	
--	--	--	--

			<p>取 25° ℃。该反应过程中不可高温, 温度控制在工业最高的反应温度 16℃ 以下, 并需要严格控制滴加丁酮速度, 并及时移出反应热, 避免过多热累积, 导致温度升高引发二次分解, 带来安全事故。基于此, 将过氧化反应釜内温度与釜内搅拌、丁酮流量、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系, 在过氧化反应釜处设立紧急停车系统, 当过氧化反应盖内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。</p>	
--	--	--	---	--

			<p><b>(1) 物理操作单元物料热风险及建议</b></p> <p><b>储存单元</b>的风险主要由来自储存单元储存的物料的危险性所决定。储存单元所涉及的物料为 3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷。</p> <p>建议于 10°C~40°C 阴凉干燥环境中，远离火种、热源、严禁明火。避免阳光直射。保持容器密封。与其他化学物质分开存储，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。禁止震动、撞击和摩擦。</p> <p><b>(2) 物料使用或存储注意事项</b></p> <p><b>过氧化氢操作注意事项：</b>密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具，穿聚乙烯防毒服，戴氧丁橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与还原剂、活性金属粉末接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。<b>过氧化氢储存注意事项：</b>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30°C。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、活性金属粉末等分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p> <p><b>异十二烷操作注意事项：</b>操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。操作处置应在具备局部通风或全面通风换气设施的场所进行。避免眼和皮肤的接触，</p>	
--	--	--	--	--



			<p>避免吸入蒸汽。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。如需罐装，应控制流速，且有接地装置，防止静电积聚。避免与氧化剂、强酸、强碱等禁配物接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。倒空的容器可能残留有害物。使用后洗手，禁止在工作场所进饮食。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。</p> <p><b>异十二烷储存注意事项：</b>储存于阴凉、通风的库房。库温不宜超过 37℃。应与氧化剂、食用化学品分开存放，切忌混储。保持容器密封。远离火种、热源。库房必须安装避雷设备。排风系统应设有导除静电的接地装置。禁止使用易产生火花的设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p> <p><b>硫酸操作注意事项：</b>操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止蒸汽泄漏到工作场所空气中。避免与还原剂、碱类、碱金属接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。稀释或制备溶液时，应把酸加入水中，避免沸腾和飞溅。</p> <p><b>硫酸储存注意事项：</b>储存于阴凉、通风的库房。库温不超过 35℃，相对湿度不超过 85%，保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p> <p><b>丁酮操作注意事项：</b>操作注意事项:密闭操作，全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)，戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴橡胶耐油手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、还原剂、碱类接触。灌装时应控制流速，且有接地装置，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。</p> <p><b>丁酮储存注意事项：</b>储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。保持容器密封。应与氧化剂、还原剂、碱类分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。</p>	
--	--	--	---	--



			<p>建议加强安全生产管理，建立有毒有害危化品的运输、使用等安全操作的规章制度，同时加强对管理人员和作业人员的相关安全培训，使其掌握本工艺岗位的安全操作技能，具备安全事故的预防和在紧急情况下的应急处理能力。</p> <p><b>(4) 工艺装置等潜在风险源排查</b></p> <p>建议加强设备、管线、接头等的维护，尽量避免物质的跑、冒、滴、漏现象。加强对安全设备、设施和控制仪表系统的维护和保养，并定期检测。</p> <p>建议制定危险源场所、设备、设施的安全技术标准和安全操作规程，设置危险源场所的安全警示标志，并配备必要的监控仪器和设备；建立危险因素电子台账和档案，并及时更新。</p>	
--	--	--	---	--

2	过氧化 甲基异 丁基酮 (KP)工 艺	反应工艺危险度 等级：1 级	<p>(1) 委托工艺对相关原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试和蒸馏、储存等单元操作的风险评估建议措施如下</p> <p>储存单元的物料为过氧化甲基异丁基酮，过氧化甲基异丁基酮属于有机过氧化物，自加速分解温度相对较低。建议添加合适的稳定剂进行储存，建议分批存储，储罐不宜过大，储量不宜过多，储罐储存于干燥通风的场所。常温常压储存，储存温度应低于 30℃，远离火种、热源、严禁明火。避免阳光直射。保持容器密封。与其他化学物质分开存储，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。禁止震动、撞击和摩擦。同时应符合《常用化学危险品贮存通则》(GB15603)的要求。</p> <p>(2) 物料使用或存储注意事项</p> <p><b>过氧化甲基异丁基酮操作注意事项：</b>操作时不得进食，饮用或吸烟。不得用口吸移液管。避免吸入蒸气/烟雾。在通风良好的场所进行操作。远离还原剂（如胺类），酸类，碱类和重金属化合物（如促进剂，干燥剂，金属皂类）。保持产品和空容器远离热源和点火源。</p> <p><b>过氧化甲基异丁基酮储存注意事项：</b>根据当地/国家法规的规定进行储存。远离食品，饮料和动物饲料。储存于干燥通风的场所，远离热源和避免阳光直射。与其他化学物质分开存储。仅存放在原容器包装内。为保持质量，储存温度应低于 30℃。</p> <p>其余相关物质及产物请厂方根据国家和地方相关规定和标准进行存储和使用，避免产生环境危害和人员损伤。</p> <p>(3) 相关人员培训与管理</p> <p>建议加强安全生产管理，建立有毒有害危化品的运输、使用等安全操作的规章制度，同时加强对管理人员和作业人员的相关安全培训，使其掌握本工艺岗位的安全操作技能，具备安全事故的预防和在紧急情况下的应急处理能力。</p> <p>(4) 工艺装置等潜在风险源排查</p> <p>建议加强设备、管线、接头等的维护，尽量避免物质的跑、冒、滴、漏现象。</p>	已落实
---	---------------------------------	-------------------	---	-----

			<p>加强对安全设备、设施和控制仪表系统的维护和保养，并定期检测。</p> <p>建议制定危险源场所、设备、设施的安全技术标准和操作规程，设置危险源场所的安全警示标志，并配备必要的监控仪器和设备；建立危险因素电子台账和档案，并及时更新。</p>	
3	过氧化乙酰丙酮 (AAP) 工艺	反应工艺危险度等级：2 级	<p><b>对于反应工艺危险度为 2 级的工艺过程</b>，在配置常规自动控制系统，对主要反应参数进行集中监控及自动调节（DCS 或 PLC）的基础上，应设置偏离正常值的报警和联锁控制；宜根据设计要求及规范设置但不限于爆破片、安全阀；应根据安全完整性等级（SIL）评估要求，设置相应的安全仪表系统。</p> <p>同时，应按照《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116 号）对过氧化工艺的监管要求采取相应措施。</p>	已落实

		<p><b>(1) 反应的安全控制基本要求</b></p> <p>根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》(安监总管三〔2009〕116 号)可知:</p> <p><b>过氧化反应的危险特点为:</b> a) 过氧化物都含有过氧基(-O-O-), 属含能物质, 由于过氧键结合力弱, 断裂时所需的能量不大, 对热、振动、冲击或摩擦等都极为敏感, 极易分解甚至爆炸; b) 过氧化物与有机物、纤维接触时易发生氧化、产生火灾; c) 反应气相组成容易达到爆炸极限, 具有燃爆危险。</p> <p><b>需要重点监管的工艺参数如下:</b> 过氧化反应釜内温度; pH 值过氧化反应釜内搅拌速率; (过)氧化剂流量; 参加反应物质的配料比; 过氧化物浓度气相氧含量等。</p> <p><b>安全控制的基本要求</b>包括但不限于反应釜温度的报警和联锁; 反应物料的比例控制和联锁及紧急切断动力系统; 紧急断料系统; 紧急冷却系统; 紧急通风惰性气体的系统; 相氧含量监测、报警和联锁; 急停车系统; 可燃和有毒气体检测报警装置等。</p> <p><b>宜采用的控制方式:</b> 将过氧化反应釜内温度与釜内搅拌电流、过氧化物流量、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系, 设置紧急停车系统。过氧化反应系统应设置泄爆管和安全泄放系统。</p>	
--	--	--	--

			<p>具体到本过氧化反应，吸入过氧化氢蒸气或雾对呼吸道有强烈刺激性。眼直接接触液体可致不可逆损伤甚至失明。口服中毒出现腹痛、胸口痛、呼吸困难、呕吐、一时性运动和感觉障碍、体温升高等。个别病例出现视力障碍、癫痫样痉挛、轻瘫。长期接触过氧化氢可致接触性皮炎。建议人员操作时做好防护。</p> <p>过氧化氢在 pH 值为 3.5-4.5 时最稳定，在碱性溶液中极易分解。当加热到 100℃以上时，开始急剧分解。过氧化氢为强氧化剂，为甲类火灾危险性物质，其分解速度受外界条件影响很大，热可以加速其分解，而且，因为其分解反应是放热反应，一旦发生反应，其反应速度会越来越快。建议在产品存储时加入酸稳定剂，同时尽量减少过量、过久的储存产品。</p>	
--	--	--	--	--



			<p><b>(2) 反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</b></p> <p>物质热稳定性测试结果表明，双氧水样品在 60-122℃有明显的放热，峰温为 91.9℃，放出热量为 642.96J/g；过氧化反应液在 105-157℃有明显的放热峰，峰温为 136.9℃，放出热量为 459.36J/g。故建议严格控制反应体系温度。同时建立完善的工艺操作规章制度，规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存，避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留，防止反应物料的长时间热积累。</p> <p><b>(3) 生产过程中热累积风险分析及建议措施</b></p> <p>考虑到反应放热集中在滴加乙酰丙酮的过程中，以滴加完乙酰丙酮为节点，计算得到的热累积度为 6.3%，反应体系由于积累的物料反应放热能够达到的温度为 22.16℃。根据委托方提供的工艺信息，若发生反应体系冷却失效情形，考虑到反应体系会与环境持续发生热交换，结合工业生产反应装置的情况，此处建议取室温作为体系的 MTSR，即此处 MTSR 取 25℃。该过氧化过程不可高温，温度控制在工业最高的反应温度 20℃以下。基于此，将过氧化反应釜内温度与釜内搅拌、乙酰丙酮滴加速率、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，</p>	
--	--	--	--	--

			在过氧化反应釜处设立紧急停车系统,当过氧化反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。	
4	过氧化二叔丁基 (DTBP) 工艺	反应工艺危险度等级: 2 级	<p>(1) 反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</p> <p>建议尽快将反应液取出,减少停留在反应釜内非必要的时间,反应液中还存在少量过氧化氢,需通过常温下静置等操作,减小过氧化氢带来的影响,并且储存时需妥善隔离有机物、金属、还原剂和碱类,保持阴凉、通风、避光。27%双氧水样品在 52.54-108.12℃有明显的放热峰,放出热量为 669.51J/g,峰温为 74.07℃,即样品的分解放热量为 669.51J/g。27%双氧水在 52.54℃开始分解,分解温度较低,放热量大,建议滴加时严格控制温度并监控冷却系统和搅拌桨,避免其分解放热,产生大量气体,使系统憋压带来冲料风险。同时,建议建立完善的工艺操作规章制度,规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存,避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留,防止反应物料的长时间热累积。</p> <p>(2) 生产过程中热累积风险分析及建议措施</p> <p>建议将过氧化反应釜内温度与釜内搅拌、过氧化氢的量、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系,当过氧化反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障,能及时停止加料。加快滴加速率会明显影响反应放热量,所以需要严格控制滴加速度。</p>	已落实
5	过氧化二叔戊基 (DTAP) 工艺	反应工艺等级: 1 级	<p>(1) 反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</p> <p>建议滴加双氧水时严格控制温度和滴加速度并监控冷却系统和搅拌桨,避免其分解放热,产生大量气体,使系统憋压带来冲料风险。同时,建议建立完善的工艺操作规章制度,规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存,避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留,防止反应物料的长时间热累积。</p> <p>(2) 生产过程中热累积风险分析及建议措施 该过氧化过程热累积较大,反应过程中不可高温,温度控制在</p>	已落实

			工业最高的反应温度 22℃ 一下，并需要严格控制滴加双氧水速度，及时移出反应热，避免过多热累积导致温度升高引发二次分解，带来安全事故。基于此，将过氧化反应釜内温度、压力与釜内搅拌、双氧水流量、过氧化反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在过氧化反应釜处设立紧急停车系统，当过氧化反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。如条件允许，可设置安全泄放系统。	
6	2,5-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧基)己烷(101)工艺	反应工艺风险等级：2 级	<p>(1) 反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</p> <p>过氧化反应液热稳定性很大程度会受到过量双氧水的影响，在储存或进行下一步反应时应尽可能出去反应液中的过量的双氧水。</p> <p>同时，建议建立完善的工艺操作规章制度，规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存，避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留，防止反应物料的长时间热累积。</p> <p>(2) 生产过程中热累积风险分析及建议措施</p> <p>建议在实际过程中严格控制硫酸的滴加速率，配置常规的自动控制系统。若条件允许，建议在搅拌器、物料滴加、冷却与釜内温度建立联锁，避免发生搅拌故障或冷却故障后仍滴加物料。</p>	已落实
7	过氧化二月桂酰(LPO)工艺	2 级	<p>在滴加双氧水的过程中若滴加速率过快反应体系很有可能超温达到双氧水的分解温度，反应体系具有二次分解的风险，建议在生产过程中严格控制双氧水的滴加速率，不能过快，避免温度异常升高到达双氧水的分解温度，导致发生二次分解风险；在第二步滴加月桂酰氯的过程中，随着反应的进行，在反应后期大量的产物过氧化月桂酰生成导致体系膨胀，在搅拌开大的情况下体系膨胀现象会减弱。</p> <p>在实际生产过程中应根据实际情况配置物料，反应过程中膨胀后的体积不应超过反应釜的 80%，应重点关注反应釜的搅拌情况，严格监控反应温度，严格控制月桂酰氯的滴加速率，应可通过视镜观察反应釜内部的情况，并持续进行关注，避免反应体系膨胀严重导致的冲料和爆炸的风险。</p>	已落实
8	过氧化	2 级	在滴加双氧水的过程中若滴加速率过快反应体系很有可能超温达到双氧水的分解温度，反应体系具有二次分	已落实



	二 - (3, 5, 5 - 三 甲 基 己 酰 ) (219) 工艺		解的风险，建议在生产过程中严格控制双氧水的滴加速率，不能过快，避免温度异常升高到达双氧水的分解温度，导致发生二次分解风险；过氧化反应液的 TD24（40℃）与失控体系所能达到的最高温度 MTSR（38℃）较近，应严格控制反应温度和反应物料的滴加速率，避免滴加速率过快导致反应温度过高，从而引起物料分解，产生大量热量，一旦体系的 MTSR 超过体系 TD24，是极为危险的情况。建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间，避免因停留时间过长导致体系发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；	
9	二 - (4- 叔 丁基环 己基) 过氧化 二碳酸 酯 (EHP) 工艺	2 级	<p>建议反应过程应严格控制双氧水的滴加速度，严格控制反应体系温度和压力，确保反应温度在工艺温度范围内，以控制反应正常进行，避免温度异常升高、正常冷却能力不足，导致反应失控。</p> <p>建议在反应结束后，尽快放料至下一环节，减少停留在反应釜内非必要的时间，在反应时需要严格控制反应温度，禁止反应釜高温，禁止反应产物受到撞击和摩擦。</p> <p>同时，建议建立完善的工艺操作规章制度，规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存，避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停留，防止反应物料的长时间热积累</p> <p>建议在生产过程中严格控制双氧水的滴加速率，不能过快，避免温度异常升高到达双氧水的分解温度，导致发生二次分解风险。</p> <p>建议严格控制釜内温度、将反应釜内温度、压力和切断阀、盘管冷却水、淬灭水形成连锁关系，当反应釜内温度超标、压力超压，能及时切断进料，开启冷却水和淬灭水。</p>	已落实
10	过二碳 酸 二 (2- 乙	2 级	<p>反应体系热稳定性的风险分析及建议措施</p> <p>建议尽量减少反应物料和反应产物的非必要停留时间。同时， 建议建立完善的工艺操作规章 制度，规范反应操作以及原料、产物和中间物的投料、取料、运输和储存， 避免物料在反应装置及工艺管道内的非必要停</p>	已落实

	基己) 酯 (PX16) 工艺		留，防止反应物料的长时间热积累。 生产过程中热累积风险分析及建议措施 该反应过程在常温下进行，故应做好过氧化釜的降温措施。注意控制滴加双氧水和 4-叔丁基环己基氯甲酸酯的速率，配置常规的自动控制系统。若条件允许，建议在搅拌器、物料滴加、冷却器与釜内温度建立联锁，避免发生搅拌故障或冷却故障后仍滴加物料。	
11	过氧化 -2- 乙 基己基 碳酸叔 丁酯工 艺 (TBEC)	取代反应：反应工 艺风险等级为 2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时减少在釜内的停留时间，避免因停留时间过长出现在更低温度的时候就会发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；	已落实
		取代反应：反应工 艺风险等级为 2 级	加料时需要严格控制加料速度，严格控制反应釜内温度，并及时移出反应热，避免过多热累积，导致温度升高引发二次分解，带来安全事故。	已落实

12	过氧化 -2- 乙 基己基 碳酸叔 戊 酯 (TAEC)	1#取代反应、2#取代反应：2 级	<p>建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时减少在釜内的停留时间，避免因停留时间过长出现在更低温度的时候就会发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。</p> <p>需严格监控反应温度，严格控制滴加速率，尽可能的延长滴加时间，超温及时停止加料、冷却；</p> <p>特戊基过氧化氢属于易燃液体和蒸气，加热可能起火，建议在储存和实验特戊基过氧化氢的场所远离火种、热源，保持通风，禁止使用易产生火花的设备和工具；</p> <p>氢氧化钠和氯甲酸-2-乙基己酯可腐蚀金属，具有强腐蚀性，应定期对釜体和压力元件进行探伤和校准，避免反应釜夹套内漏，应定期检查安全阀，避免设备压力异常之后安全阀没有工作导致事故的发生；</p>	已落实
13	过氧化 苯甲酸 叔戊酯 (TAPB)	1#取代反应、2#取代反应：2 级	<p>1) 建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时减少在釜内的停留时间，避免因停留时间过长出现在更低温度的时候就会发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。</p> <p>2) 过氧化反应中底料为上步反应的取代反应液，取代反应液的 TD24 为 27.7℃，工业上滴加苯甲酰氯的时间在 40-50 分钟，过氧化反应的反应温度 10-30℃，即取代反应液的安全温度比过氧化反应温度低的，所以在反应初期，也就是取代反应液大量存在的时候，需要避免反应温度过高，在反应过程中严格监控反应温度，若反应温度骤升，需要冷却水降低体系温度确保安全，在控制滴加速率的同时，也要避免反应液在釜内的停</p>	已落实

		<p>留时间过长，避免发生反应物料分解或其他事故；</p> <p>3) 取代反应和过氧化反应危险主要来源为原料（叔丁基过氧化氢），含有过氧基(-O-O-)，具有热不稳定性。易燃。具有强氧化性。受高热、撞击、摩擦，遇明火或其它点火源极易爆炸。燃烧产生有害的一氧化碳气体。在操作过程中应严格按照操作规程进行操作，厂房要符合防爆要求，有足够的泄压面积，室内电机、照明等电器设备均应采用防爆产品，且应灵敏可靠，同时应注意消除系统的静电，禁止使用易产生火花的机械设备和工具；</p> <p>4) 从实验现象可知，两步反应温升明显，若滴加速率过快容易导致超温，且取代反应液和过氧化反应液的分解温度较低，滴加特戊基过氧化氢的过程中，由于特戊基过氧化氢分解温度较低，故需严格监控反应温度，严格控制滴加速率，</p> <p>尽可能的延长滴加时间，超温及时停止加料、冷却；</p> <p>5) 特戊基过氧化氢属于易燃液体和蒸气，加热可能起火，建议在储存和实验特戊基过氧化氢的场所远离火种、热源，保持通风，禁止使用易产生火花的设备和工具；</p> <p>6) 氢氧化钠具有强腐蚀性；苯甲酰氯可燃，燃烧产生有毒的一氧化碳、氯化氢和光气，遇水和水蒸汽反应放热，产生有毒的腐蚀性的气体，对许多金属尤其在潮湿空气下具有腐蚀性。建议应定期对釜体和压力元件进行探伤和校准，避免反应釜夹套内漏，应定期检查安全阀，避免设备压力异常之后安全阀没有工作导致事故的发生，在储存和使用苯甲酰氯的场所要远离火种、热源，同时保存干燥。</p>	
--	--	--	--

14	过氧化 2-乙基 己酸叔 戊酯	1#取代反应、2#取代反应：2 级	<p>1) 建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间，避免因停留时间过长导致体系发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车。</p> <p>2) 叔戊基过氧化氢为易燃液体和蒸气，加热可能起火，吞咽有害，皮肤接触会中毒，造成严重皮肤灼伤和眼损伤；因此应禁止明火、禁止火花，禁止与易燃物质接触。操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。操作处置应在具备局部通风或全面通风换气设施的场所进行。避免眼和皮肤的接触，避免吸入蒸汽。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备；</p> <p>3) 2-乙基己酰氯可能腐蚀金属，吞咽有害。造成严重皮肤灼伤和眼损伤，可能导致皮肤过敏反应，吸入致命。氢氧化钠可能腐蚀金属，吞咽有害，造成严重皮肤灼伤和眼损伤。可能导致皮肤过敏反应。操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。避免眼和皮肤的接触，避免吸入蒸汽。同时应定期对釜体和压力元件进行探伤和校准，避免反应釜夹套内漏，应定期检查安全阀，避免设备压力异常之后安全阀没有工作导致事故的发生；</p>	已落实
----	--------------------------	-------------------	--	-----

15	1,1 二叔丁基过氧化 3,5,5 三甲基环己烷	取代反应：2 级	<p>1) 建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间，避免因停留时间过长导致体系发生分解，建议将过氧化反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；该反应在酸性介质中进行，反应设备、管道等具有腐蚀性，所以对相关反应设备、管道等受腐蚀检查也是极其必要的，避免在反应中出现管道破裂、漏液等危险。</p> <p>2) 叔丁基过氧化氢为易燃液体和蒸气，加热可能起火，吞咽有害；因此应禁止明火、禁止火花，禁止与易燃物质接触。操作人员应经过专门培训，严格遵守操作规程。操作处置应在具备局部通风或全面通风换气设施的场所进行。避免眼和皮肤的接触，避免吸入蒸汽。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备；</p> <p>2)</p>	已落实
16	过氧化-2-乙基己酸叔丁酯 (TBEC)	1#、2#取代反应:2 级	<p>建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率，严格监控反应温度，同时减少在釜内的停留时间，避免因停留时间过长出现在更低温度时就会发生分解，建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；</p>	已落实

17	过氧化 新戊酸 叔丁酯 TBPV	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时减少在釜内的停留时间, 避免因停留时间过长出现在更低温度的时候就会发生分解, 建议将反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实
18	过氧化 醋酸叔 戊 酯 TAPA	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时减少在釜内的停留时间, 避免因停留时间过长出现在更低温度的时候就会发生分解, 建议将反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实

19	过氧化 新癸酸 叔丁酯 TBPND	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间, 避免因停留时间过长导致体系发生分解, 建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实
20	过氧化 新戊酸 叔戊酯 TAPV	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间, 避免因停留时间过长导致体系发生分解, 建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实



21	过氧化 醋酸叔 丁 酯 TBPA	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间, 避免因停留时间过长导致体系发生分解, 建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实
22	过氧化 3, 5, 5- 三甲基 己酸叔 丁 酯 (355)	1#、2#取代反应:2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间, 避免因停留时间过长导致体系发生分解, 建议将取代反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成连锁关系, 在反应釜处设立紧急停车系统, 当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车;	已落实
23	过氧化	取代反应: 2 级	建议在工业上反应釜设置 DCS、SIS(安全仪表系统)和温度连锁。严格控制滴加速率, 严格监控反应温度, 同	已落实

	二叔丁基环己酮 CH		时反应性物料减少在釜内的非必要停留时间，避免因停留时间过长导致体系发生分解，建议将反应釜内温度与釜内搅拌、物料投料速率、反应釜夹套冷却水进水阀形成联锁关系，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；	
24	过氧化马来酸叔丁酯 TBMA	取代反应：2 级	建议在添加马来酸酐时和滴加硫酸钠时缓慢添加，注意观察体系内部是否有明显变化，严格监控反应温度，若发现反应温度有明显上升应及时停止加料，并强制了冷却，待温度稳定在添加物料。严格控制马来酸酐和硫酸的加料速率，控制体系的热累积，避免因投料过快引发的体系失控。严格监控反应温度，在反应釜处设立紧急停车系统，当反应釜内温度超标或搅拌系统发生故障时自动停止加料并紧急停车；	已落实

表 3-6 原料、中间产品、产品热稳定测试结果

序号	工艺名称	原料、产品名称	分解热 kJ/kg	评估等级	后果级说明
1	3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷 (301) 工艺	丁酮	48	1	潜在爆炸危险性
		异十二烷	61.2	1	潜在爆炸危险性
		27%双氧水	669.51	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
		过氧化反应液	195.6	2	潜在爆炸危险性
2	过氧化甲基异丁基酮 (KP) 工艺	过氧化甲基异丁基酮	1246.48	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
3	过氧化乙酰丙酮 (AAP) 工艺	邻苯二甲酸二甲酯	-	-	测试区间未见明显放热现象
		双氧水	642.96	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
		过氧化反应液	459.36	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
4	过氧化二叔丁基 (DTBP) 工艺	第一步反应液	62.4	1	潜在爆炸危险性
		第二步反应液	396	1	潜在爆炸危险性

		过氧化氢	669.5	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
5	过氧化二叔戊基 (DTAP) 工艺	叔戊醇	351.1	1	潜在爆炸危险性
		27%双氧水	669.5	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
		过氧化反应液	462	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
6	2,5-二甲基-2,5-双(叔丁基过氧基)己烷 (101) 工艺	2,5-二甲基-2,5-己二醇	-	-	测试区间未见明显放热现象
		27%双氧水	669.5	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
		2.5H	807.9	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
		过氧化反应液	1211.9	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
7	过氧化二月桂酰 (LPO) 工艺	50%双氧水	1265.88	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
		中间产物过氧化钠	62.4	1	潜在爆炸危险性
		月桂酰氯	45.79	1	潜在爆炸危险性
		过氧化二月桂酰	678.64	2	分解放热量较大，潜在爆炸危险性较高
8	过氧化二- (3,5,5-三甲基己酰) (219) 工艺	50%双氧水	1265.9	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
		过氧化反应液	343.3	1	潜在爆炸危险性
		异壬酰氯	-	-	测试区间未见明显放热现象
9	二-(4-叔丁基环己基)过氧化二碳酸酯 (EHP) 工艺	50%双氧水	1265.9	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
		2-乙基己基氯甲酸酯	106.5	1	潜在爆炸危险性
		过氧化反应液	194.4	1	潜在爆炸危险性

10	过二碳酸二(2-乙基己)酯 (PX16) 工艺	50%双氧水	1619.9	3	分解放热量大, 潜在爆炸危险性高
		第一步取代反应液	708.8	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		32%液碱	—	—	测试区间未见明显放热现象
11	过氧化-2-乙基己基碳酸叔丁酯工艺 (TBEC)	叔丁基过氧化氢	939.6	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		1#取代反应液	797	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		2-乙基己基氯甲酸酯	106.2	1	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	609.2	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
12	过氧化-2-乙基己基碳酸叔戊酯 (TAEC)	叔戊基过氧化氢	1841.2	3	分解放热量大, 潜在爆炸危险性高
		1#取代反应液	383.2	1	潜在爆炸危险性
		2-乙基己基氯甲酸酯	106.2	1	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	618.8	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
13	过氧化苯甲酸叔戊酯 (TAPB)	叔戊基过氧化氢	1841.2	3	分解放热量大, 潜在爆炸危险性高
		1#取代液	383.2	1	潜在爆炸危险性
		苯甲酰氯	—	—	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	907	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高

14	过氧化 2-乙基己酸叔戊酯 (TAPO)	叔戊基过氧化氢	1841.2	3	分解放热量大, 潜在爆炸危险性高
		取代反应液	383.2	1	潜在爆炸危险性
		2-乙基己酰氯	41.6	1	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	792.7	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
15	1,1 二叔丁基过氧化 3,5,5 三甲基环己烷 (CH335)	76%TBHP	979.6	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		取代反应液	884	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		3,5,5-三甲基环己酮	194.4	1	潜在爆炸危险性
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
16	过氧化-2-乙基己酸叔丁酯 (TBEC)	叔丁基过氧化氢	939.6	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		1#取得反应液	797	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		2-乙基己基氯甲酸酯	106.2	1	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	609.2	2	分解放热量较大, 潜在爆炸危险性较高
17	过氧化新戊酸叔丁酯 TBPV	76%TBHP	979.6	2	分解热量较大, 潜在爆炸危险性较高
		1#取得反应液	592.1	2	分解热量较大, 潜在爆炸危险性较高

		新戊酰氯	17.7	1	潜在爆炸危险性
		2#取得反应液	598.7	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
18	过氧化醋酸叔戊酯 TAPA	88%TAHP	1841.2	3	分解放热量大，潜在爆炸危险性高
		1#取代反应液	383.2	1	潜在爆炸危险性
		醋酸酐	42	1	潜在爆炸危险性
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
		2#取代反应液	336.5	1	潜在爆炸危险性
19	过氧化新癸酸叔丁酯 TBPND	叔丁基过氧化氢	939.6	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		第一步取得反应液	797.3	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		新癸酰氯	80.8	1	潜在爆炸危险性
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
		第二步取代反应液	914.9	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
20	过氧化新戊酸叔戊酯 TAPV	叔戊基过氧化氢	1841.2	3	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		第一步取代反应液	383.2	1	潜在爆炸危险性
		新戊酰氯	27.2	1	潜在爆炸危险性
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
		第二步取代反应液	485.2	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
21	过氧化醋酸叔丁酯 TBPA	76%TBHP	979.6	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高

		1#取代反应液	562.3	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
		醋酸酐	41.9	1	潜在爆炸危险性
		2#取得反应液	562.3	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
22	过氧化 3,5,5-三甲基己酸叔丁酯(355)	76%TBHP	979.6	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		取代反应液	708.8	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		异壬酰氯	—	—	测试区间未见明显放热现象
		第二步取代反应液	634.5	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
23	过氧化二叔丁基环己酮CH	环己酮	—	—	测试区间未见明显放热现象
		异十二烷	27.2	1	潜在爆炸危险性
		取代反应液	1077.9	2	分解热量较大，潜在爆炸危险性较高
		叔丁基过氧化氢	2050	3	分解热量大，潜在爆炸危险性高
24	过氧化马来酸叔丁酯TBMA	马来酸酐	—	—	测试区间未见明显放热现象
		取代反应液	1778.5	3	分解热量大，潜在爆炸危险性高
		叔丁基过氧化氢	2050	3	分解热量大，潜在爆炸危险性高

表 3-7 有机过氧化物 SADT 数据

序号	类别	名称	仓库（存储）	
			SADT (℃)	控制温度
1	原料	叔丁基过氧化氢	80	常温
2	原料	叔戊基过氧化氢	80	常温
32	产品	1,1 二叔丁基过氧化 3,5,5 三甲基环己酮	60	常温
33	产品	过氧化二叔丁基环己酮	60	常温
34	产品	3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷	110	常温
35	产品	过氧化甲基异丁基酮	60	常温
36	产品	过氧化乙酰丙酮	60	常温
37	产品	过氧化苯甲酸叔戊酯	60	常温
38	产品	过氧化 2-乙基己基碳酸叔丁酯	60	常温
39	产品	过氧化 2-乙基己基碳酸叔戊酯	55	常温
40	产品	过氧化马来酸叔丁酯	60	常温
41	产品	过氧化 2-乙基己酸叔丁酯	35	25℃ 以下



42	产品	过氧化 3, 5, 5-三甲基己酸叔丁酯	55	25℃ 以下
43	产品	过氧化醋酸叔丁酯	70	25℃ 以下
44	产品	过氧化醋酸叔戊酯	60	25℃ 以下
45	产品	过氧化二叔丁基	80	25℃ 以下
46	产品	过氧化二叔戊基	80	25℃ 以下
47	产品	2, 5-二甲基-2, 5-双（叔丁基过氧基）己烷	80	25℃ 以下
48	产品	过氧化二-（3, 5, 5 三甲基己酰）	20	-10℃ 以下
49	产品	双（4-叔丁基环己基）过氧化二碳酸酯	40	25℃ 以下
50	产品	过氧化二月桂酰	50 (32. 3)	25℃ 以下
51	产品	过氧化二碳酸二（2-乙基己酯）	5	-10℃ 以下
52	产品	过氧化 2-乙基己酸叔戊酯	35	-10℃ 以下
53	产品	过氧化新戊酸叔丁酯	20	-10℃ 以下
54	产品	过氧化新癸酸叔丁酯	15	-10℃ 以下
55	产品	过氧化新戊酸叔戊酯	25	-10℃ 以下

## 4 评价单元划分及评价方法选择结果

### 4.1 评价单元划分结果及其依据

根据《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化字〔2007〕255 号)的要求,根据建设项目的实际情况和安全评价的需要,本评价将该建设项目划分为 4 个单元:选址及总平面布置单元、主要装置(设施)单元、公用辅助工程单元、安全管理单元。评价单元划分情况见表 4-1。

表 4-1 安全验收评价单元划分表

序号	评价单元名称	评价子单元
1	选址及总平面布置	选址及总平面布置子单元
		建(构)筑物防火间距子单元
2	主要装置(设施)单元	生产装置子单元
		仓储设施子单元
3	公用辅助工程单元	用电设备及防雷防静电子单元
		消防设施子及其它子单元
4	安全管理单元	/

### 4.2 评价方法选择结果及理由说明

#### 4.2.1 评价方法的选择

根据《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(安监总危化字〔2007〕255 号)的要求,竣工验收评价选择的评价方法为:安全检查表法、预先危险性分析法、危险度评价法、定量分析法。

表 4-2 评价单元采用评价方法

序号	评价单元名称	评价方法
1	总平面布置	安全检查表法
2	主要装置(设施)单元	安全检查表法、预先危险性分析法、危险度评价法、定量分析法
3	公用辅助工程单元	安全检查表法
4	安全管理单元	安全检查表法

#### 4.2.2 理由说明

采用预先危险性分析法对系统存在的各种危险因素、出现条件、和事故可能造成的后果进行分析，其目的是早期发现系统中存在的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成事故。

安全检查表法（SafetyCheckList）是一种系统的定性评价方法。它根据已有的法律、法规、规章、标准等，将要检查的项目，事先以提问的方式编制成各种各样的表格，检查的内容系统、完整，可以对生产经营单位或建设项目的安全管理（组织、制度、安全行为）、设计布局、设备设施、作业和储存场所等可能导致危险的关键因素，进行局部或全方位的安全评价。

危险度评价法：是借鉴日本劳动省“化工厂安全评价六阶段法”的定量评价表，结合我国国家标准《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险度评价分类》（HG20660-2000）等技术标准、规范，编制了“危险度评价取值表”（附件表 1-2），规定了危险度由物质、容量、温度、压力和操作等 5 个项目共同确定，其危险度分为 A=10 分，B=5 分，C=2 分，D=0 分赋值记分，由 A、B、C、D 之和确定单元危险度。危险度分级见（附件表 1-3）。

16 点以上为 I 级，属高度危险；

11~15 点为 II 级，与周围状况，其他设备联系起来进行评价；

1~10 点为 III 级，低度危险。

定量分析法是一种以数值数据为基础，通过数学、统计或计量模型进行系统化测量、计算和分析，以揭示事物间数量关系、验证假设、预测趋势或支持决策的研究方法。

## 5 建设项目固有危险程度分析

### 5.1 定量分析具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性化学品的数量、浓度（含量）、状态和所在作业场所（部位）及状态

本项目主要危险有害物质数量、浓度(含量)、状态和所在的作业场所及其状况(温度、压力)详见表 5-1。

表 5-1 危险化学品数量、浓度、状态等统计表

原、辅材料部分							
序号	危险物质名称	状态	规格	数量(吨)	所在作业场所	状况(温度、压力)	危险性
1	叔丁基过氧化氢(TBHP)	液体	工业级	20	仓库一隔间一	常温常压	易燃，强氧化性
				0.7	实验车间一	常温常压	
2	双氧水(50%)	液体	工业级	5	仓库一易制爆隔间	常温常压	强氧化性
				1	实验车间一	常温常压	
	双氧水(27%)	液体	工业级	5	仓库一易制爆隔间	常温常压	强氧化性
				0.5	实验车间一	常温常压	
3	环己酮	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	可燃，刺激性
				0.3	实验车间一	常温常压	
4	丁酮	液体	工业级	5	仓库一易制毒隔间	常温常压	易燃性
				0.4	实验车间一	常温常压	
5	甲基异丁基酮	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	易燃，刺激性
				0.45	实验车间一	常温常压	
6	乙酰丙酮	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	易燃
				0.3	实验车间一	常温常压	
7	32%Y 液碱	液体	工业级	10	实验车间一	常温常压	腐蚀性
8	叔戊基过氧化氢(TAHP)	液体	工业级	10	仓库一隔间一	常温常压	易燃，强氧化性
				0.8	实验车间一	常温常压	
9	醋酸酐	液体	工业级	10	仓库一易制毒隔间	常温常压	可燃，腐蚀性
				1	实验车间一	常温常压	
10	叔丁醇	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	易燃，刺激性

				3	实验车间一	常温常压	
11	叔戊醇	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	易燃, 刺激性
				3	实验车间一	常温常压	
12	月桂酰氯	液体	工业级	0.5	实验车间一	常温常压	可燃, 腐蚀性, 刺激性
13	35%磷酸	液体	工业级	0.5	实验车间一	常温常压	腐蚀性, 刺激性
		液体	工业级	-	委外储存	常温常压	腐蚀性, 刺激性
14	93%硫酸	液体	工业级	30	实验车间一南侧	常温常压	腐蚀性, 刺激性
15	新戊酰氯	液体	工业级	0.8	实验车间一	常温常压	易燃, 刺激性
16	3, 5, 5-三甲基环己酮	液体	工业级	5	仓库一隔间二	常温常压	易燃, 刺激性
17	马来酸酐	液	工业级	5	仓库一易制毒隔间	常温常压	腐蚀性
18	苯甲酰氯	液	工业级	-	外委储存	常温常压	腐蚀性
19	新戊酰氯	液	工业级	-	外委储存	常温常压	易燃, 毒性、腐蚀性
20	月桂酰氯	液	工业级	-	外委储存	常温常压	腐蚀性
21	异十二烷	液	工业级	-	外委储存	常温常压	易燃、

产品部分

序号	危险物质名称	状态	规格	储存场所最大存量(吨)	生产场所实际存量(吨)	所在作业场所	状况(温度、压力)	危险性
1	1,1-双(叔丁基过氧基)-3,3,5-三甲基环己烷	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
2	1,1-二-(叔丁基过氧)环己烷	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性

3	3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
4	过氧化异丁基甲基甲酮	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
5	过氧化乙酰丙酮	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
6	过氧化-2-乙基己酸叔丁酯	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压, 10℃	控温储存 (20℃ 以下), 可燃, 强氧化性
7	过氧化苯甲酸叔戊酯	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
8	过氧化叔戊基-2-乙基己酸酯	液体	工业级	2	0.6	药品库-10℃ 以下隔间	常压, -15℃	控温储存 (10℃ 以下), 可燃, 强氧化性
9	叔丁基过氧化碳酸-2-乙基己酯	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
10	过氧化新戊酸叔丁酯	液体	工业级	2	0.6	药品库-10℃ 隔间	常压, -15℃	控温储存 (5℃ 以下), 可燃, 强氧化性
11	过氧化马来酸叔丁酯	液体	工业级	2	0.6	药品库常温间	常压, 30℃	可燃, 强氧化性
12	叔丁基过氧化-3,5,5-三甲基己酸酯	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压, 15℃	可燃, 强氧化性
13	过乙酸叔丁酯	液体	工业级	2	0.6	药品库 125℃ 以下隔间	常压, 15℃	可燃, 强氧化性, 有毒
14	叔丁基过氧新癸酸酯	液体	工业级	2	0.6	药品库-10℃ 隔间以下储存间	常压, -15℃	控温储存 (-5℃ 以下), 可燃, 强氧化性
15	叔戊基过氧戊酸酯	液体	工业级	2	0.6	药品库-10℃ 以下储存隔间	常压, -15℃	控温储存 (-5℃ 以下),

								可燃，强氧化性
16	过氧化二叔丁基	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，15℃	易燃，强氧化性
17	二(1,1-二甲基丙基)过氧化物	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，15℃	易燃，强氧化性
18	2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧基)己烷	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，15℃	可燃，强氧化性
19	过氧化二月桂酰	固体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，15℃	可燃，强氧化性
20	双(3,5,5-三甲基己酰)过氧化物	液体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，15℃	控温储存(0℃ 以下)，易燃，强氧化性
21	双(4-叔丁基环己基)过碳酸酯	固体	工业级	2	0.6	药品库 25℃ 以下隔间	常压，10℃	可燃，强氧化性
22	过氧化二碳酸二(2-乙基己)酯	液体	工业级	2	0.6	药品库-10℃ 以下隔间	常压，-15℃	控温储存(0℃ 以下)，可燃，强氧化性

注：对于储存状态为“常压，10℃”的产品，在放入药品库 15℃ 隔间时，将隔间温度调整至 10℃。

## 5.2 定性分析建设项目总的和各个作业场所的固有危险程度

根据评价的目的、要求和评价对象的特点、工艺、功能或活动分布，按照科学、合理、适用的原则，本次评价采用“预先危险性分析法”对生产系统中存在的固有危险程度进行定性分析。具体见 F4.2.2

按预先危险性分析方法对该建设项目进行分析评价，结果以表格形式给出，见表 5-2

表 5-2 预先危险分析表

系统：3000 吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司
潜在事故	一、火灾、爆炸	
危险因素	易燃液体	

触 发 事 件 (一)	1、生产设施、泵、阀门、管道等因质量或安装不当泄漏； 2、转动设备密封处泄漏； 3、生产设施、阀门、管道仪表连接处泄漏； 4、车辆撞击、人为破坏或自然灾害等造成设备、管道等破裂而泄漏； 5、基础下沉引发设备损坏	
发生条件	(1) 泄 漏 。 (2) 易燃 易爆 物 达 爆 炸 极 限 。 (3) 助 燃 气 体 遇 可 燃 物 。	
触 发 事 件 (二)	1、点火吸烟； 2、抢修、检修时违章动火、焊接时未按有关规定动火； 3、摩擦、撞击火花； 4、静电放电，杂散电流； 5、雷击(直接雷击、雷电二次作用、沿着电气线路、金属管道侵入)； 6、电气不防爆或防爆级别低； 7、焊、割、打磨产生的火花等；其他	
事故后果	人员伤亡、设备损坏	
危险等级	III 级	
危险程度	危险的	
防范措施	1、控制与消除火源 (1) 严禁吸烟、携带火种进入易燃易爆区。 (2) 严格执行动火证制度，并加强防范措施。 2、严格控制设备及其安装质量	
系统：3000 吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司
	(1) 压力容器、管道及其仪表要定期检验、检测、试压。 (2) 设备及电气按规范和标准安装，定期检修，保证完好状态。 3、加强管理、严格工艺 (1) 杜绝“三违”(违章作业、违章指挥、违反劳纪)。 (2) 检修时做好隔离、清空、通风，在监护下进行动火等作业。 (3) 加强培训、教育、考核工作，经常性检查有否违章、违纪现象。 4、安全设施保持齐全、完好 5、严禁危险性原料混放	
潜在事故	二、中毒	



危险因素	(1) 物料泄漏； (2) 检修、抢修作业时接触有毒或窒息性物料。	
触发事件 (一)	(1) 生产过程中的主要有毒有害物料发生泄漏； (2) 故障泄漏、运行泄漏等方面； (3) 检修、维修、抢修时，罐、槽、塔、器、管、阀等中的有毒有害物料未彻底清洗干净； (4) 泄漏量较大，且有积聚； (5) 在容器内作业时缺氧。	
发生条件	(1) 有毒物料超过容许浓度； (2) 毒物摄入体内； (3) 缺氧。	
触发事件 (二)	(1) 毒物及窒息性物质浓度超标； (2) 通风不良； (3) 缺乏泄漏物料的危险、有害特性及其应急预防方法的知识； (4) 不清楚泄漏物料的种类，应急处理不当； (5) 在有毒现场无相应的防毒过滤器、面具、空气呼吸器以及其它有关的防护用品； (6) 因故未戴防护用品； (7) 防护用品选型不当或使用不当； (8) 救护不当； (9) 在有毒或缺氧、窒息场所作业时无人监护。	
事故后果	人员伤亡	
危险等级	II 级	
系统：3000 吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司
危险程度	临界的	

防范措施	<p>(1) 严格控制设备及其安装质量，消除泄漏的可能性；</p> <p>(2) 严防车辆行驶时撞坏管线、管架桥、其它设备</p> <p>(3) 泄漏后应采取相应措施：①查明泄漏源点，切断相关阀门，消除泄漏源，及时报告；②如泄漏量大，应疏散有关人员至安全处。</p> <p>(4) 定期检修、维护保养，保持设备完好；检修时，彻底清洗干净并检测有毒有害物质浓度氧含量，合格后方可作业；作业时，穿戴劳动防护用品，有人监护并有抢救后备措施；</p> <p>(5) 要有应急预案，抢救时勿忘正确使用防毒过滤器、氧气呼吸器及其它劳动防护用品；</p> <p>(6) 组织管理措施：①加强检查、检测有毒有害物质有否跑、冒、滴、漏；②教育、培训职工掌握有关毒物的毒性，预防中毒的方法及其急救法；③要求职工严格遵守各种规章制度、操作规程；④设立危险、有毒、窒息性标志；⑤设立急救点，配备相应的急救药品、器材；⑥培训医务人员对中毒等的急救处理能力。</p>	
潜在事故	三、化学灼伤	
危险因素	硫酸、液碱、醋酸酐	
触发事件 (一)	<p>1. 物料泄漏；</p> <p>2. 搬运、使用等作业时无意触及；</p> <p>3. 清洗罐、槽、阀、泵、管等设备时触及，或由于清洗不净而在检修时触及；</p> <p>4. 设备、管道、阀门、泵等连接处密封不良或腐蚀；</p> <p>5. 密封件损坏、紧固件松动；</p> <p>6. 罐、槽、管道等破损。</p>	
发生条件	物料等溅及人体	
触发事件 (二)	<p>1 泄漏的物料溅及人体；</p> <p>2 人进入现场无个体防护措施。</p>	
事故后果	导致人员灼烫伤、财产受损	
危险等级	II 级	
危险程度	临界的	
防范措施	<p>1. 防止泄漏首先选用质量合格管线、容器等，并精心安装；</p> <p>2. 定期检查跑、冒、滴、漏，保持罐、槽、塔、器、管阀完好，保</p>	
系统：3000吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司

	<p>护保温层完好无缺；</p> <p>3. 必穿戴相应防护用品如防酸碱服、手套、靴及防护眼镜等；</p> <p>4. 检查、检修设备，必须先清洗干净并作隔离，且检测合格；</p> <p>5. 加强对有关化学品和高温物料灼烫伤预防知识和应急处理方法的培训和教育；</p> <p>6. 设立救护点，并配备器材和物品；</p> <p>7. 设立警示标志。</p>
潜在事故	四、触电
危险因素	漏电、绝缘损坏、安全距离不够、雷击
触发事件 (一)	<p>(1) 设备漏电。</p> <p>(2) 安全距离不够(如架空线路、室内线路、车间内配电柜、用电设备及检修的安全距离)。</p> <p>(3) 绝缘损坏、老化。</p> <p>(4) 保护接地、接零不当。</p> <p>(5) 手持电动工具类别选择不当，疏于管理。</p> <p>(6) 建筑结构未做到“五防一通”(即防火防水、防漏、防雨雪、防小动物和通风良好)。</p> <p>(7) 雷击。</p>
发生条件	<p>(1) 人体接触带电体。</p> <p>(2) 安全距离不够，引起电击穿。</p> <p>(3) 通过人体的电流时间超过50mA/s。</p> <p>(4) 设备外壳带电。</p>
触发事件 (二)	<p>(1) 手及人体其它部位、随身金属物品触及带电体，或因空气潮湿，安全距离不够，造成电击穿。</p> <p>(2) 电气设备漏电、绝缘损坏，如电焊机无良好保护措施，外壳漏电、接线端子裸露、更换电焊条时人触及焊钳或焊接变压器一次、二次绕组损坏，利用金属结构、管线或其它金属物作焊接回路等。</p> <p>(3) 电气设备金属外壳接地不良。</p> <p>(4) 防护用品、电动工具验收、检验、更新程序有缺陷。</p> <p>(5) 防护用品、电动工具使用方法不当。</p> <p>(6) 电工违章作业或非电工违章操作。</p> <p>(7) 雷电(直接雷、感应雷、雷电侵入波)。</p>
<p>系统：3000吨/年特种功能添加剂项目</p> <p>制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司</p>	

事故后果	人员受伤、设备损坏	
危险等级	II级	
危险程度	临界的	
防范措施	<p>(1) 电气绝缘等级要与使用电压、环境动作条件相符，并定期检查、检测、维护、维修、保持完好状态。</p> <p>(2) 采用遮拦、护罩、箱匣等防护措施，防止人体接触带电体。</p> <p>(3) 架空、室内线、所有漏电设备及其检修作业要有安全距离。</p> <p>(4) 严格按标准要求对电气设备做好保护接地和三相接零。</p> <p>(5) 根据作业场所特点正确选择 I、II、III类手持电动工具，确保安全可靠，并根据要求严格执行安全操作规程。</p> <p>(6) 电焊机绝缘完好、接线不裸露，定期检测漏电，电焊作业者穿戴防护用品，注意夏季防触电，有监护和应急措施。</p> <p>(7) 建立、健全并严格执行电气安全规章制度和电气操作规程。</p> <p>(8) 坚持对员工的电气安全操作和急救方法的培训、教育。</p> <p>(9) 定期进行电气安全检查，严禁“三违”。</p> <p>(10) 对防雷措施进行定期检查、检测，保持完好、可靠状态。</p> <p>(11) 制定并执行电气设备使用、保管、检验、维修、更新程序。</p> <p>(12) 特种作业人员执行培训、持证上岗，专人使用制度。</p> <p>(13) 按制度对强电线路加强管理、巡查、检修。</p>	
潜在事故	五、机械伤害	
危险因素	夹、绞、碾、碰、割、卷、剪刺、压伤人身体	
触发事件 (一)	<p>(1) 在生产、检查、维修设备时，不注意被碰、割、戳等。</p> <p>(2) 衣物被绞入转动设备。</p> <p>(3) 旋转、往复、滑动物撞击人体。</p> <p>(4) 工具设备边缘锋利处碰伤。</p> <p>(5) 机械旋转部分缺少防护罩。</p> <p>(6) 检修时未挂牌作业。</p>	
发生条件	人体直接碰到转动、移动、静止的部件、工具、加工件等	
触发事件 (二)	<p>(1) 工作时注意力不集中。</p> <p>(2) 劳动防护用品未正确穿戴。</p> <p>(3) 违章作业。</p>	
事故后果	人体伤害	
系统：3000吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公

	司
危险等级	II级
危险程度	临界的
防范措施	(1) 工作时要集中注意力，要注意观察。 (2) 正确穿戴好劳动防护用品。 (3) 遵守安全规程进行作业。 (4) 采取防护罩、防护屏、栏板等固定、半固定防护装置。 (5) 危险运动部位的周围应设置防护栅栏。 (6) 机械设备要定期检查、检修，保证其完好状态。 (7) 作业场地应防滑。 (8) 设备运转时不许进行检修。
潜在事故	六、高处坠落
危险因素	登高检查、检修
触发事件 (一)	(1) 高处作业场所临边无栏，不小心造成坠落。 (2) 防护栏不牢固或高度不够。 (3) 无脚手架、板，造成高处坠落。 (4) 梯子无防滑措施或强度不够，人字梯无拉绳等造成跌落。 (5) 防护用品穿戴不当，造成滑跌坠落。 (6) 高空作业无防护设施。
发生条件	2m以上高度坠落；作业面下是机器设备或硬质地面
触发事件 (二)	(1) 踩空或支撑物倒塌。 (2) 高处作业下的地面是机器设备或硬质的混凝土地面。 (3) 未系安全带或安全带挂结不可靠。 (4) 安全带等损坏或不合格。 (5) 违章指挥、违章作业、违反劳动纪律。
事故后果	人员受伤
危险等级	II级
危险程度	临界的

防范措施	(1) 制定并严格遵守高处作业安全管理制度。 (2) 2m以上的高处作业，必须办理高处作业票，设围栏、盖、平台、走道等。 (3) 登高作业人员必须严格执行高处作业安全规定。 (4) 登高作业人员必须戴好安全帽，系挂好安全带，穿好防滑鞋及	
系统：3000吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司
	紧身工作服。 (5) 事先搭脚手架等防坠落措施，梯子应有防滑措施，并有专人扶。 (6) 临边要做到“有边必有栏”，以防坠落。 (7) 对平台、栏杆、护墙及安全带等到要定期检查，确保完好。 (8) 可以在平地做的作业，尽量不要拿到高处去做，即“高处作业平地做”。 (9) 杜绝“三违”。	
潜在事故	七、物体打击	
危险因素	物体坠落、脱落	
触发事件 (一)	(1) 高处有未被固定的物体被碰撞或风吹等坠落。 (2) 工具、器具等上下抛掷。 (3) 违章作业、违章指挥、违反劳动纪律等。	
发生条件	坠落物、脱落物击中人体	
触发事件 (二)	(1) 未戴安全帽。 (2) 在高处作业区域内行进、停留。 (3) 在高处有浮物或设施不牢的地方行进或停留。	
事故后果	人员受伤、设备损坏	
危险等级	II级	
危险程度	临界的	
防范措施	(1) 高处作业要严格遵守高处作业安全规定。 (2) 高处的物件应摆放固定好。 (3) 作业人员戴好安全帽并穿好劳动防护用品。 (4) 加强安全检查和安全管理工。作。 (5) 加强对职工进行有关的安全教育，杜绝“三违”。 (6) 不在设施不牢固处行走或停留。 (7) 人员禁止在危险区域及下部逗留。	

潜在事故	八、噪声与振动	
危险因素	设备的噪声与振动	
触发事件 (一)	(1) 作业人员在噪声强度大的场所作业。	
发生条件	缺乏个体防护用品(护耳器等)	
系统：3000 吨/年特种功能添加剂项目		制表：大连天籁安全风险管理技术有限公司
触发事件 (二)	(1) 装置没有减振、降噪设施。 (2) 减振、降噪设施无效。 (3) 未戴个体护耳器；①因故、或故意不戴护耳器；②无护耳器。 (4) 护耳器无效；①选型不当；②使用不当；③护耳器已经失效。	
事故后果	人员伤害	
危险等级	II 级	
危险程度	临界的	
防范措施	(1) 采取隔声、吸声、消声等降噪设施。 (2) 设置减振、阻尼等装置。 (3) 佩带适宜的护耳器。 (4) 尽量减少在噪声处不必要的停留时间。	
潜在事故	九、粉尘危害	
危险因素	粉尘	
触发事件 (一)	作业人员在实验车间一和药品库操作	
发生条件	缺乏防护措施或防护设施损坏	
触发事件 (二)	(1) 车间无降低粉尘危害设施。 (2) 未戴防尘口罩；①因故、或故意不戴防尘口罩；②无防尘口罩。 (3) 防尘口罩无效；①选型不当；②使用不当；③防尘口罩已经失效。	
事故后果	人员伤害	
危险等级	II 级	
危险程度	临界的	

通过预先危险性分析：该建设项目存在危险、有害性及其危险等级如下：

III 级(危险的)：火灾、爆炸；

II 级(临界的): 中毒、化学灼伤、腐蚀、触电、机械伤害、高处坠落、物体打击、噪声与振动、粉尘危害;

## 2) 控制室单元

表 5-3 控制室单元预先危险性分析

事故类型	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
电气火灾	1. 电缆质量问题; 2. 电缆隔热、散热不良; 3. 电缆在运行过程中受损伤; 4. 负荷过载, 引起电缆发热; 5. 电缆绝缘老化, 接触不良; 6. 电缆接头不好, 接头材料选择不当, 接头氧化、脱焊发热; 7. 设备故障; 8. 引出线间距过小。	人员伤亡, 设备设施损坏	II	1. 选择质量好的电缆, 在运输、安装及运行过程中要避免电缆受损。 2. 严禁电负荷过载运行。 3. 采用电缆防火封堵设计。 4. 电缆接头区域采取防火措施。 5. 运行中及时清扫电缆上积聚的易燃物, 电缆沟内要防止油类易燃物渗漏入内。 6. 加强管理, 杜绝高温物体接触电缆和外来火种。
触电	1、电气设备金属外壳接零不良或未接零; 2、电气设备、电动工具的使用、维修不规范; 3、电气防护距离不足; 4、线路的电线质量、安装质量及管理有缺陷; 5、违反操作规程。	人员伤亡	II	1、确保电气设备接地、接零效果良好; 2、电气绝缘效果良好; 3、加强个人防护; 4、禁止违章操作; 5、使用 I 类手持电动工具配用漏电保护装置, 移动行灯使用安全电压。

小结, 通过对控制室采用预先危险性分析法进行分析, 控制室发生电气火灾、触电的危险等级为 II, 危险程度为临界的。

## 2) 配电柜单元

表 5-4 配电柜预先危险性分析

事故类型	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
触电	1 配电柜裸露带电部位未安装屏护和遮栏, 或遮栏不完善, 配电柜通道宽度和操作空间不符合标准规范要求, 不能满足电气作业时的安全距离。 2 高压开关柜的电气操作“五防”功能不齐全。 3 电气作业时不使用或不正确使用电工安全用具, 对防触电的安全用具不定期按标准进行耐压试验。 4 在电气设备上工作不认真执行工作票制度, 由不熟悉现场情况的人员填写工作票, 采取的安全技术措施不完	人员伤亡	III	1 配电柜裸露带电部位应按标准安装屏护和遮栏, 配电柜通道宽度和操作空间应符合标准规范要求。 2 高压开关柜“五防”功能齐全可靠。 3 电工作业人员应正确使用安全用具, 安全用具应定期检验, 妥善保管。 4 在电气设备上工作应认真执行工作票制度, 落实安全技术措施, 工作中认真执行工作许可、



事故类型	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
	<p>善；工作中不认真执行工作许可、工作监护以及工作间断、转移和终结制度等组织措施；工作中擅自变更安全措施等。</p> <p>5 维修电气设备时，未采取可靠断电措施，控制箱未上锁并挂警示牌。</p> <p>6 设备、线路、接线处破损，导线老化龟裂等使绝缘失效。</p> <p>7 应安装剩余电流动作保护装置的场所，未安装剩余电流动作保护装置。</p> <p>8 低压侧中性点直接接地系统，如果配电变压器中性点接地电阻太大，或接地干线安装质量欠佳，或不进行定期维护检修出现断线或接触电阻过大，一旦高压窜入低压使零线电压过高。</p> <p>9 低压电气设备未采取接零保护；保护零线断线、接触不良或接触电阻过大，保护零线未采取重复接地。</p> <p>10 未按作业场所要求选用手持电动工具。</p> <p>11 临时用电不按照临时用电制度要求安装线路和设备。</p> <p>12 由于错误接线，导致设备外壳意外带电。</p> <p>13 建、构筑物防雷设施设计、安装不合理，避雷装置失效等，可引发人员雷击触电。</p> <p>14 电气作业人员违章作业。</p>			<p>工作监护以及工作间断、转移和终结制度等组织措施等。</p> <p>5 维修电气设备时，应采取可靠断电措施，控制箱应上锁并挂警示牌。</p> <p>6 电气设备、线路采用与电压相符、与使用环境和运行条件相适应的绝缘，并定期检查、维修，保持完好状态。</p> <p>7 应安装剩余电流动作保护装置的场所，如水下用电设备、手持电动工具用电，插座回路等，在配电柜相应电气回路中应安装剩余电流动作保护装置。剩余电流动作保护装置参数选择、安装接线正确。</p> <p>8 低压侧中性点直接接地系统，应定期检测配电变压器中性点接地电阻，接地干线定期维护。</p> <p>9 低压电气设备应采取可靠的接零保护，TN 系统中的 PEN 导体（或保护导体）应在建筑物入口处作重复接地。</p> <p>10 应按作业场所要求选用手持电动工具。一般场所使用的手持电动工具应优先选用加强绝缘型，潮湿或金属构架上工作尽量选用加强绝缘型，或选用安全电压的工具。</p> <p>11 临时用电应按照临时用电制度要求安装线路和设备。</p> <p>12 电气线路应按规范进行敷设。</p> <p>13 防雷装置设计合理，对防雷装置定期进行检查、检测、保持完好状态，使之有可靠的保护作用。</p> <p>14 电气作业人员应持证上岗，遵守电气安全工作规程。对职工做好安全用电知识教育，掌握触电急救方法。</p>
电气火灾	<p>1. 电缆质量问题；</p> <p>2. 电缆隔热、散热不良；</p> <p>3. 电缆在运行过程中受损伤；</p> <p>4. 负荷过载，引起电缆发热；</p> <p>5. 电缆绝缘老化，接触不良；</p> <p>6. 电缆接头不好，接头材料选择不当，接头氧化、脱焊发热；</p> <p>7. 设备故障；</p> <p>8. 引出线间距过小。</p>	<p>人 员 伤 亡</p> <p>设 备 设 施 损 坏</p> <p>停 产</p>	III	<p>1. 选择质量好的电缆，在运输、安装及运行过程中要避免电缆受损。</p> <p>2. 严禁电负荷过载运行。</p> <p>3. 采用电缆防火封堵设计。</p> <p>4. 电缆接头区域采取防火措施。</p> <p>5. 运行中及时清扫电缆上积聚的易燃物，电缆沟内要防止油类易燃物渗漏入内。</p>

事故类型	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
				6. 加强管理，杜绝高温物体接触电缆和外来火种。
噪声危害	1 电子噪声 2 个人防护措施不力 3 工人在噪声环境中操作时间过长	对听力和身体健康造成损害	II	1 选择低噪声设备； 2 确保个人防护装置有效，并正确佩戴； 3 加强个体防护和换岗作业。

小结，通过对配电柜采用预先危险性分析法进行分析，配电柜发生电气火灾、触电的危险等级为III，危险程度为危险的。配电柜发生噪声危害为II，危险程度为临界的。

根据危险度评价方法的要求，对该项目进行危险度评价，其评价结果见表 5-5。具体评价过程见 F4.2.3。

表 5-5 实验车间一危险度评价

序号	单元名称	物质名称	物料评分	容量评分	温度评分	压力评分	操作评分	总分	等级
1	R203	双氧水	10	0	0	0	5	15	II
2	R209	异十二烷	5	0	0	0	5	10	III
3	R211	双氧水	10	0	0	0	5	15	II
4	R205	双氧水	10	0	0	0	5	15	II

小结：经过分析 R205、R203、R211 反应釜危险性最大，实验车间一中的反应釜进行危险度评价的结果为II级，属中度危险。

### 5.3 定量分析固有危险程度

#### 5.3.1 具有可燃性的化学品质量及燃烧后放出的热量

可燃性化学品有叔丁基过氧化氢、环己酮、丁酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、叔戊基过氧化氢、苯甲酰氯、2-乙基己基氯甲酸酯、马来酸酐、醋酸酐、叔丁醇、叔戊醇、月桂酰氯、1,1-双(叔丁基过氧基)-3,3,5-三甲基环己烷、1,1-二-(叔丁基过氧)环己烷、3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷、过氧化异丁基甲基甲酮、过氧化乙酰丙酮、过氧化-2-乙基己酸叔丁酯、过氧化

苯甲酸叔戊酯、过氧化叔戊基-2-乙基己酸酯、叔丁基过氧化碳酸-2-乙基己酯、过氧化新戊酸叔丁酯、过氧化马来酸叔丁酯、叔丁基过氧化-3,5,5-三甲基己酸酯、过乙酸叔丁酯、叔丁基过氧新癸酸酯、叔戊基过氧戊酸酯、过氧化二叔丁基、二(1,1-二甲基丙基)过氧化物、2, 5-二甲基-2, 5-二(叔丁基过氧基)己烷、过氧化二月桂酰、双(3,5,5-三甲基己酰)过氧化物、双(4-叔丁基环己基)过氧化二碳酸酯、过氧化二碳酸二(2-乙基己)酯等。依据该项目的储存规模及设备清单, 按最大数量计算其质量及燃烧热量(参见下表)。

表 5-6 具有可燃性的化学品的质量及相当于 TNT 的摩尔数

序号	化学品名称	所在作业场所	最大存在量 $W_f$ (t)	燃烧热 $Q_f$ (kJ/kg)
1	叔丁基过氧化氢	实验车间一	0.7	15110
		仓库一隔间一	20	15110
2	双氧水(50%)	仓库一易制爆隔间	10	12552
		实验车间	1	12552
3	环己酮	仓库一隔间二	5.3	30839.7
		实验车间一	0.3	30839.7
4	丁酮	仓库一易制毒隔间	5	38103
		实验车间一	0.4	38103
5	甲基异丁基酮	仓库一隔间二	5	42981
		实验车间一	0.45	42981
6	乙酰丙酮	仓库一隔间二	5.3	43514
		实验车间一	0.3	43514
7	叔戊基过氧化氢(TAHP)	仓库一隔间一	10	38875
		实验车间一	0.8	38875
8	苯甲酰氯	外委储存	-	16292

序号	化学品名称	所在作业场所	最大存在量 $W_f$ (t)	燃烧热 $Q_f$ (kJ/kg)
		实验车间一	0.1	16292
9	2-乙基己基氯 甲酸酯	外委储存	—	156555
		实验车间一	0.6	156555
10	马来酸酐	仓库一易制毒隔间	5.22	48866
		实验车间一	0.22	48866
11	醋酸酐	仓库一易制毒隔间	10	456566
		实验车间一	1	456566
12	叔丁醇	仓库一隔间二	5	445445
		实验车间一	3	445445
13	月桂酰氯	委外储存	—	34667
		实验车间一	0.5	34667
14	新戊酰氯	委外储存	—	455555
		实验车间一	0.8	455555

### 5.3.2 具有毒性、腐蚀性的化学品质量及浓度

该项目涉及的具有毒性化学品有 2-乙基己基氯甲酸酯、过乙酸叔丁酯。

表 5-7 有毒性的化学品浓度和质量

有毒性的化学品	质量 (t)	化学品浓度
2-乙基己基氯甲酸酯	2	99%
过乙酸叔丁酯	2	99%

具有腐蚀性的化学品有氢氧化钠溶液、叔戊基过氧化氢、苯甲酰氯等

表 5-8 有腐蚀性的化学品浓度和质量

具有腐蚀性的化学品	质量 (t)	化学品浓度
-----------	--------	-------

具有腐蚀性的化学品	质量 (t)	化学品浓度
氢氧化钠溶液	10	99%
叔戊基过氧化氢	10.8	99%
苯甲酰氯	—	99%
马来酸酐	5.22	99%
醋酸酐	1	99%
月桂酰氯	0.5	99%
磷酸	0.5	35%
硫酸	30	93%
新戊酰氯	0.8	99%

### 5.3.3 本项目具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯（TNT）的摩尔量

依据《危险化学品目录（2015 年版）》，该项目不涉及爆炸品。

## 6 建设项目风险程度分析

### 6.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性化学品泄漏的可能性

该项目生产装置可能发生泄漏的原因主要有设备故障如：管线、阀门和操作失误以及自然条件和外界影响等。依据南京安元安全评价软件模拟计算可知，容器、管道、机泵、换热器等设备的泄漏频率见表 6-1。

表 6-1 典型设备的泄露频率

设备类型	泄漏频率 (/年, 4 种场景)			
	5mm	25mm	100mm	完全破裂
单密封离心泵	$6 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$	-
过滤器	$9 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$
翅片/风扇冷却器	$2 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$5 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-8}$
19mm 直径管道	$1 \times 10^{-5}$	-	-	$3 \times 10^{-7}$
25mm 直径管道	$5 \times 10^{-6}$	-	-	$5 \times 10^{-7}$
51mm 直径管道	$3 \times 10^{-6}$	-	-	$6 \times 10^{-2}$
102mm 直径管道	$9 \times 10^{-7}$	$6 \times 10^{-7}$	-	$7 \times 10^{-8}$
152mm 直径管道	$4 \times 10^{-7}$	$4 \times 10^{-7}$	-	$7 \times 10^{-8}$
254mm 直径管道	$2 \times 10^{-7}$	$3 \times 10^{-7}$	$8 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-8}$
305mm 直径管道	$1 \times 10^{-7}$	$3 \times 10^{-7}$	$3 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-8}$
406mm 直径管道	$1 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-8}$
>406mm 直径管道	$6 \times 10^{-8}$	$2 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-8}$
反应器	$1 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-6}$
常压储罐	$4 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-5}$

另外，根据世界范围内发生的重大事故统计得出石油化工加工装置发生重大事故的几率一般在  $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-3}$  (年·套)，发生几率的高低与装置类型有关。

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

(1) 具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后造成爆炸、火灾事故的条件：

① 爆炸事故：具有可燃气体(蒸气)；可燃气体(蒸气)与空气(或氧化剂)混合达到爆炸极限；有激发能量。只在这三者同时存在，相互作用，爆炸事

故方能发生。

可能发生的爆炸危险主要是物理爆炸和化学爆炸，本项目只涉及化学爆炸。

化学爆炸：装置的爆炸混合物有可燃液体的蒸气与空气形成的爆炸性混合物，当达到其爆炸浓度范围时，一旦遇到明火或点火源均有可能发生爆炸事故。

爆炸主要以冲击波的形式对人员、设备及环境造成伤害与破坏。机械设备、装置、容器等爆炸后产生许多碎片，飞出后会在相当大的范围内造成危害。

容器、管道发生爆炸时，爆炸抛出的易燃物有可能引起大面积火灾。

②火灾事故：可燃性物质；助燃性物质；点火源。只有这三者同时存在，相互作用，火灾事故方能发生该项目中部分物料为易燃或可燃物，助燃剂为空气，因此，只要有点火源(明火、电火花、炽热物体等)存在，并发生作用，就会引起燃烧。若燃烧所放出的热量足以把临近的可燃物提高到燃烧所必需的温度，火焰就会蔓延开来，形成火灾。

(2)具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后造成爆炸、火灾事故需要的时间：

该项目所涉原料具有爆炸性和可燃性，如果在管道输送过程中发生泄漏，遇到明火或电火花可能发生燃烧甚至爆炸事故。

无论燃烧还是爆炸事故往往都是瞬间发生，且事故发生后很难控制，对人员造成伤害，对经济财产造成损失。

### 6.3 毒性化学品泄漏后扩散达到人接触最高限值的时间

本项目所涉叔丁基过氧化氢、双氧水(50%)、环己酮、丁酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、叔戊基过氧化氢、苯甲酰氯、马来酸酐和过氧化醋酸叔丁酯均属于具有毒害性的化学品。

## 6.4 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围

本评价采用“区域定量分析”方法对室内过氧化反应釜进行定量评价，以计算出现爆炸、火灾、中毒造成人员伤亡的范围。

通过“区域定量分析”，见 F3.6 事故后果模拟，反应釜发生池火灾事故模拟情况：死亡半径为 11.5m，重伤半径为 14.3m，轻伤半径为 21.4m，财产损失半径为 4.7m。

## 6.5 外部安全防护距离计算结果

依据标准《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）选择外部安全防护距离方法。依据标准《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）来确定个人和社会可接受风险值。

### 6.5.1 危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法

1) 危险化学品生产、储存装置外部安全防护距离计算方法选择依据根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）第 4 章内容，其危险化学品生产装置和储存设施确定外部安全防护距离的流程见下图：



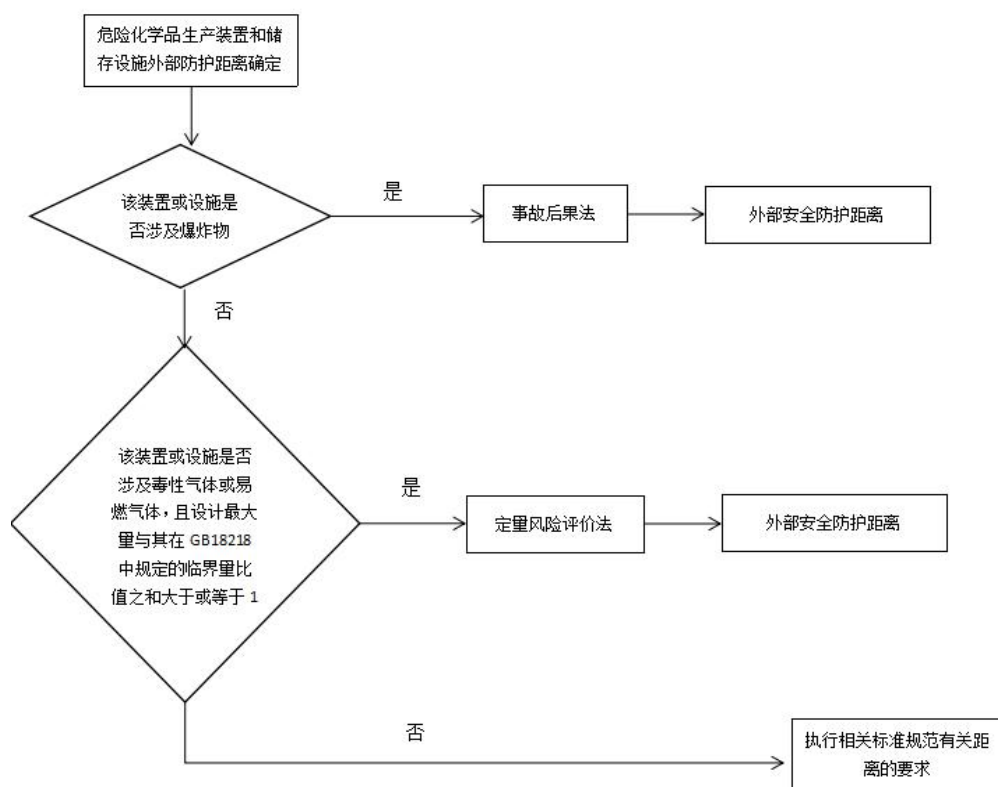


图 5-1 危险化学品生产装置和储存设施外部防护距离确定流程

## 2) 危险化学品生产、储存装置外部安全防护距离计算方法选择结果及计算结果

该项目装置或设施不涉及爆炸物，不涉及毒性气体，不涉及易燃气体且设计最大量与其 GB18218 中规定的临界量的比值之和小于 1，依据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）第 4 章内容，该项目不需要采用定量风险评价法或事故后果评价法计算外部防护距离，仅执行相关标准规范有关距离的要求即可。经安全间距检查表可知（见附件），该项目设备、设施与周边企业的防火间距符合《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283 - 2020 第 4.1.5 条和《公路安全保护条例》的有关规定，因此该项目外部安全防护距离符合要求。

### 6.5.2 个人风险和社会风险计算结果

#### 1) 个人风险模拟结果

本报告在对实验车间内设备等单元失效场景分析、失效后果分析的基础

上,采用安全评价软件进行个人风险计算、个人风险等值曲线的追踪与绘制,模拟该项目个人风险曲线图。具体见附件 F3.6。

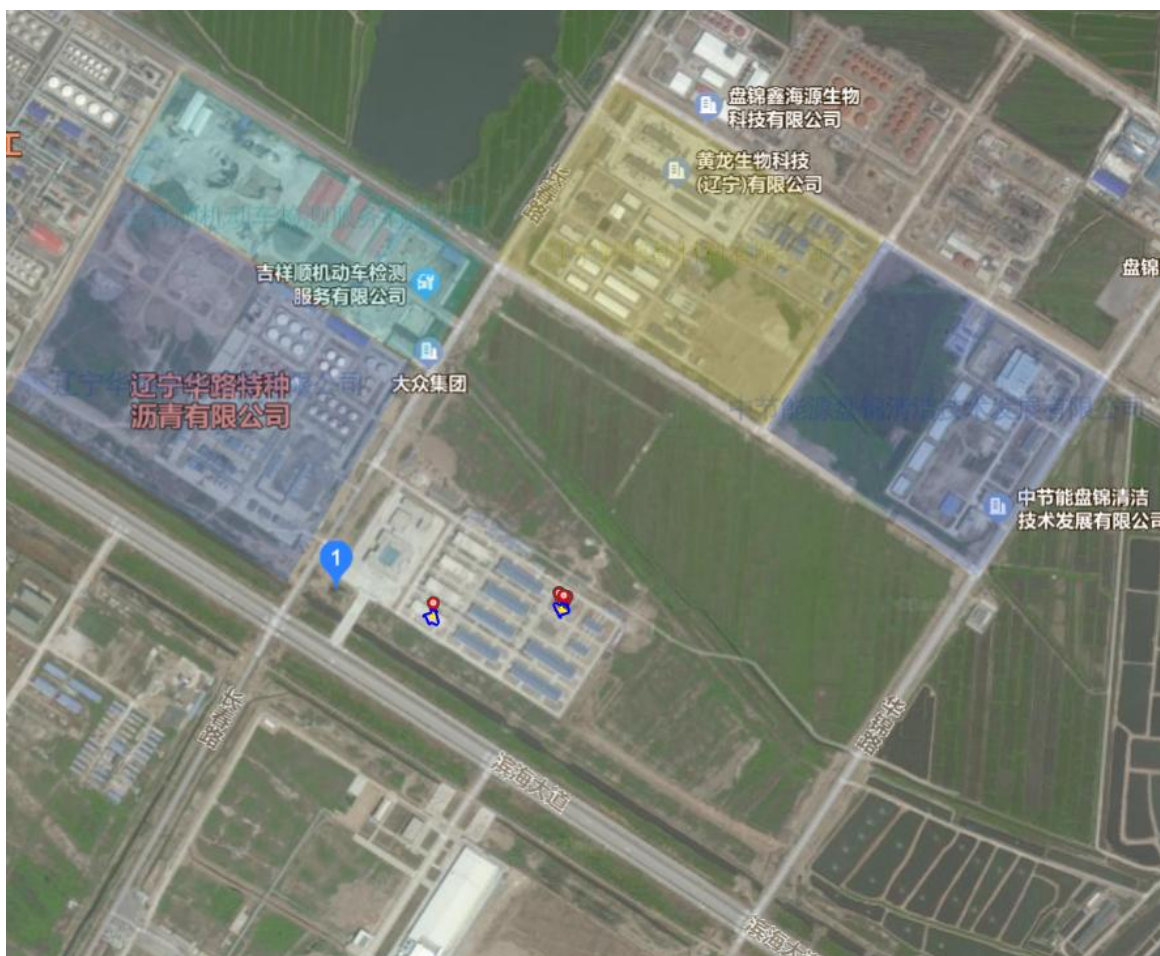


图 5-2 个人风险模拟曲线图

(1)  $1 \times 10^{-5}$ /年等值曲线(红色)范围未超过一般防护目标中的三类防护目标,符合标准规范要求。

(2) 在  $3 \times 10^{-6}$ /年等值曲线(黄色)范围未超过一般防护目标中的二类防护目标,符合标准规范要求。

(3) 在  $3 \times 10^{-7}$ /年等值曲线(蓝色)范围未超过高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标中的一类防护目标,符合标准规范要求。

## 2) 社会风险模拟结果

通过定量风险评价软件计算,得到该项目的社会风险曲线如下图。具体见附件F3.6。

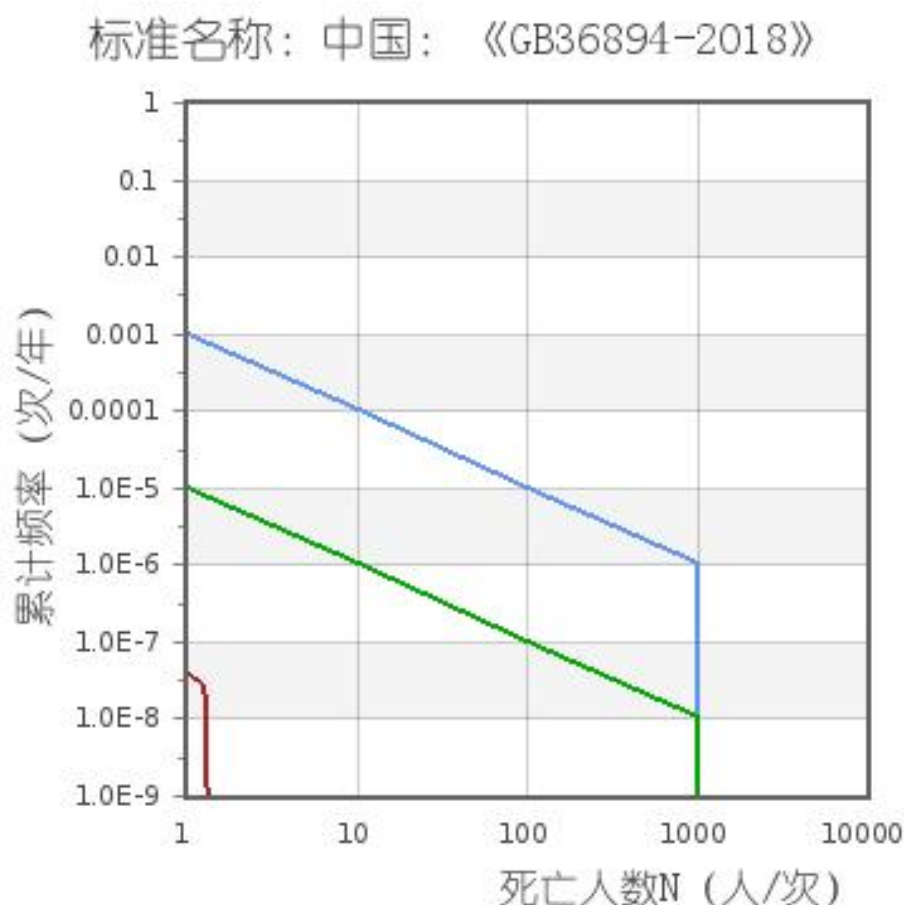


图 5-3 社会风险模拟曲线图

本项目通过南京安元软件进行社会风险计算，生产装置发生事故影响范围均在厂区内，影响区域未波及到厂外的防护目标，因此社会风险未显示。因此该项目风险可接受。

### 6.5.3 装置发生爆炸的多米诺半径结果

由 F3.6 节可知，该项目生产装置多米诺半径影响区域范围内没有相继发生安全事故的厂外设施，与相邻企业之间不会产生多米诺效应。一旦上述装置发生火灾爆炸事故，其伤害半径均在厂区内，可能会对本企业内的设备设施产生相应的影响，发生多米诺效应。上下游工序间设置自动切断措施，风险可控。

## 7 安全条件分析结果

### 7.1 建设项目的周边环境情况

本项目建于辽滨经开区精细化工产业园（化工新材料产业科创园）内。盘锦辽东湾新区精细化工产业园东侧为空地、隔空地为华锦路，南侧为滨海大道，西侧为长春路，隔道路为辽宁华路特种沥青有限公司；北侧为空地、隔空地为合力街，合力街北侧为辽宁新邦新材料有限公司和中节能源盘锦清洁技术发展有限公司。

辽宁中茂公司周围无商业中心、公园等人口密集区域；周边无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施；也没有供水水源、水厂及水源保护区；周围无铁路交通干线、地铁风亭及出入口；无基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地、河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区、军事禁区、军事管理区和法律、行政法规规定予以保护的其他敏感区域。

### 7.2 建设项目对外部环境的影响分析

#### 1) 可能影响外界的危险、有害因素

通过前面对该项目主要物料及生产过程中存在的危险、有害因素辨识结果可知，该项目可能影响外界的危险、有害因素为火灾爆炸，无疑它是该项目对外界可能造成影响的最主要的危险、有害因素。

#### 2) 影响分析

该项目工艺装置涉及的物料具有易燃、易爆及毒害特性，存在火灾爆炸和中毒的危险性。通过定量计算，该项目反应釜发生火灾爆炸事故时，影响区域均位于实验车间一内部。在设计中采取相应的监测、报警、控制措施，可有效防止和控制其危险化学品泄漏，同时，在应急预案中制定相应的告知、应急处置措施等，可将此类影响降至最低。不会对周边企业造成影响。已在附表 4-1 列出该项目与周边建构筑物防火间距检查表，符合《精细化工企业

工程设计防火标准》GB 51283 - 2020、《公路安全保护条例》有关规定。

### 7.3 周边单位生产、经营活动对该项目的影响

本项目建于辽宁省盘锦市辽滨经开区精细化工产业园（化工新材料产业科创园）内。辽滨经开区精细化工产业园（化工新材料产业科创园）东侧为空地、隔空地为华锦路，南侧为滨海大道，西侧为长春路，隔道路为辽宁华路特种沥青有限公司；北侧为空地、隔空地为合力街，合力街北侧为辽宁新邦新材料有限公司和中节能源盘锦清洁技术发展有限公司。本项目位于实验车间一，其周围实验车间二和车间三属于甲类车间，暂尚未有企业入驻，一旦有企业入驻，应考虑其对本项目的影响。若南侧滨海大道和西侧长春路上的危险化学品车辆发生火灾爆炸事故，可能会对本项目产生影响。若西侧辽宁华路特种沥青有限公司发生火灾爆炸事故，可能会对本项目产生影响。

### 7.4 当地自然条件对该建设项目的影

#### (1) 地震

地震灾害的特点是突发性强；破坏性大；社会影响大；防御难度大。

地震灾害分直接灾害和次生灾害。

直接灾害对该项目造成的灾害是地震波引起的强烈震动、地震断层的错动和地面变形等所造成的灾害，主要表现为断裂、隆起、平移或凹陷等形式。这些现象对该项目的建筑物、地面造成破坏，对相关设施如交通、通讯、供水、排水、供电等造成破坏。

次生灾害是由于地震时酿成的管线破裂，危险物料泄漏，以致酿成重大火灾爆炸、中毒事故，造成人员伤亡，公路等交通中断，影响生产经营和日常生活。

辽宁中茂新材料有限公司所在地区抗震设防烈度为 7 度，设计地震基本加速度值为 0.10g。从地质调查及已建工程情况看，未见到明显的地震活动迹象，区内现处于相对稳定阶段，破坏性地震不多，但从预防为主的角度考

虑，为确保安全生产，避免和降低地震灾害可能造成的损失，该项目已按照地震烈度 8 度进行抗震设防，可以消除或减小地震对其产生的影响。

## (2) 雷电

雷电是自然界中的声、光、电现象，它给人类生活和生产活动带来很大的影响。由于雷电具有电流很大、电压很高、冲击性很强的特点，一旦被雷电击中，不但可能损坏有关设备和设施，造成大规模停电，而且还会导致火灾和爆炸，造成人员伤亡事故。

根据辽宁中茂新材料有限公司所在地的气象条件和水文地质资料，该地区气候严寒、干燥，其年均雷电天数为 23.4d，且该项目周边地形平坦，实验车间一(甲类)、药品库和仓库一等建(构)筑物均采取避雷带保护，加之，受到土壤的屏蔽作用，将起到有效地防雷保护。投入生产运营后，还可采取一些行之有效的经营管理措施，以降低和消除雷电所带来的危害和影响。

## (3) 汛期

辽宁中茂新材料有限公司所在地年平均降水量 616.6mm，厂区内生产装置区拟采取有效的排水设计；另外，该项目周边无湖泊。因此，该项目受到内涝和洪水威胁的可能性不大，其对生产装置等的不良影响较小。

## (4) 风暴潮

该项目地处沿海，有可能受到巨浪和台风的侵袭。

台风是一种灾害性天气，还经常伴随有洪水和海啸等次生灾害。台风可能造成地面建(构)筑物的破坏；储罐壁如果缺乏足够强的加强构件，在大风作用下迎风面会发生大面积向内弯塌，此类破坏事故在国内外均有发生；风暴带来的暴雨可能冲毁堤防，破坏油罐基础等。

## (5) 地下水

由于地下水大都含有一定的盐份，如地下水位接近地面，而此时土壤又比较干旱，由于毛细作用上升到地表的水蒸发后，土壤中便会残留下盐分。



经过长期的日积月累，土壤含盐量就会逐渐增加，最终导致土壤盐渍化。

#### (6) 盐雾

盐雾是指大气中由含盐微小液滴所构成的弥散系统，本项目所在地为沿海地区，由于海洋中海水激烈扰动，风浪破碎，海浪拍岸等产生大量泡沫、气泡，气泡破裂时会生成微小的水滴，海水滴大部分因重力作用而降落，部分处于同涡动扩散保持平衡的状态而分布于海面上。它们随气流升入空中，经裂解、蒸发、混并等过程演变成弥散系统，形成大气盐核。这些盐核随着上升气流，可达到 2000 多米的高空。

#### (7) 气温

辽宁中茂新材料有限公司所在地气候温和，但冬、夏两季的低温和高温会对从事室外作业的人员产生一定的影响。该企业试生产后，应做好防暑、防寒工作。

小结：从以上分析可知，该项目所在地自然条件会对生产活动、生产设施产生一定影响。当采取有效的对策、精心操作、加强管理等措施，这些不利影响是可以接受的。但应对雷、雨天气和地震等自然灾害采取切实有效的安全防范措施，以将其危害和可能造成的损失降到最低程度，将直接灾害及次生灾害降低到最小程度。

## 8 安全设施施工、检验、检测和调试情况

### 8.1 安全设施施工质量情况

该项目安全设施设计、施工单位及监理单位资质等级见表 8-1。

表 8-1 建设项目设计、施工、监理一览表

序号	公司名称	资质等级	范围
1	山东鸿运工程设计有限公司	化工石油医药行业（化工工程）专业甲级	安全专篇编制、实验车间一、仓库一、药品库、控制室设计
	辽宁省轻工设计院有限公司	化工石油医药行业（化工工程）专业甲级	全流程自动化改造设计
2	中铁建发（辽宁）建筑工程有限责任公司	建筑工程施工总承包叁级；石油化工工程施工总承包叁级；市政公用工程施工总承包叁级；机电工程施工总承包叁级；钢结构工程专业承包叁级；古建筑工程专业承包叁级。	实验车间一内原酰氯上料间、仓库、控制室改造等建筑施工
	大连玉百实业有限公司	建筑工程施工总承包叁级	上料包装间施工
	沈阳武安建设系统安装工程 有限公司	消防设施工程专业承包壹级	实验车间一原消防设施及上料包装间内消防施工
	辽宁众联机电工程有限公司	石油化工工程施工总承包叁级；电力工程施工总承包叁级；机电工程施工总承包叁级	原实验车间一设备、机电、仪表安装；全流程自动化改造相关电气、仪表、设备等施工
3	盘锦恒信建设工程项目管理 有限公司	房屋建筑工程监理甲级；市政公用工程监理甲级。化工石油工程监理乙级	原实验车间一工程监理
	大连昕晔工程项目管理有限 公司	工程监理综合资质	全流程自动化改造工程监理

由上表可知，设计单位、施工单位、监理单位资质均为石油化工类资质范围，符合要求。

辽宁中茂公司提供了建筑施工、监理、设备安装工程等竣工验收资料和试生产方案及记录等，评价组人员和有关专家进入现场检查 and 确认，认为该项目施工单位、设备安装单位有完善的管理和质量保证体系，有较强的过程



控制能力，根据施工项目特点制定了详细的安装施工质量控制计划，各施工工序得到较好控制。设备安装、管道施工、焊道无损检测按照相关规范进行，有较为详细的交工验收资料，无损检测比例严格按照规范进行，采用的设备、管道、管件严格按照施工图设计要求进行，其设备、管道安装工程有可靠的质量保证。安全阀、压力表、报警、联锁、自动控制系统、防静电、电气、防雷接地系统等安全设施，均按照规范要求 and 施工图要求进行，有相应的调试、检测、检验记录和确认签字。

辽宁众联机电工程有限公司安全设施施工报告的结论：项目部严格按照设计图纸、建设单位、监理单位要求，保质保量进行施工。

沈阳武安建设系统安装工程有限公司安全设施施工报告的结论：本项目均按照安全设计专篇和设计图纸进行施工，安全设施无重大变更。我项目部严格按照设计图纸、建设单位、监理单位要求，保质保量进行施工。

大连玉百实业有限公司安全设施施工报告的结论：本项目均按照安全设计专篇和设计图纸进行施工，安全设施无重大变更。我项目部严格按照设计图纸、建设单位、监理单位要求，保质保量进行施工。

中铁建发（辽宁）建筑工程有限责任公司安全设施施工报告的结论：本项目均按照安全设计专篇和设计图纸进行施工，安全设施无重大变更。我项目部严格按照设计图纸、建设单位、监理单位要求，保质保量进行施工。

## 8.2 安全设施在施工前后的检验、检测及有效性情况

### 1) 检测报警安全设施

检测报警设施包括压力表、温度表、液位计及自控制仪表等。按照设计图纸的要求装设了可燃气体检测报警仪，并在控制室内设置了终端显示报警设施，可燃气体报警器已经检测合格。

### 2) 设备安全防护设施

各反应釜搅拌机、车间泵、公用工程所使用的泵均设置防护罩。

所使用的泵经现场检查，设备防护罩齐全、完好，生产车间、仓库等处均按要求设施了防雷防静电装置，并提供有效期内的防雷防静电检测报告。

### 3) 防腐设施

所有工艺管道均进行了防腐蚀处理。

### 4) 静电接地设施

需要静电接的电气设备和工艺设施均进行静电接地设施。

### 5) 作业场所防护设施

生产车间、仓库均设置事故通风与机械通风相结合的方式，事故通风换气次数为 12 次/h，平台、楼梯安装防护网、防护栏杆，使用防滑钢板敷设；高温管线均采取保温措施。

### 6) 安全警示标志

各危险作业场所、设备的危险部位、出入口、安全通道等处均设置警示标志，厂区内设置风向标。

### 7) 泄压和止逆安全设施

反应釜设置泄爆罐、爆破片。机泵出口管线设置止逆阀。

### 8) 紧急处理设施

反应釜吹扫、置换使用氮气。

### 9) 防止火灾蔓延设施

仓库一、药品库租赁区两侧设置防火墙。

### 10) 灭火设施

生产车间、仓库设置灭火器、消火栓等消防设置。

### 11) 紧急个体处置设施

实验车间一、药品库、仓库一各设置有洗眼器。

### 11) 应急救援设施

企业为员工准备了医疗救护药品及器具，准备了工程抢险物资如正压式

空气呼吸器、过滤式防毒面具、便携式可燃气体探测器、对讲机等。

#### 12) 逃生避难设施

厂区消防通道的各个路口，各建筑物设置安全出口、疏散通道、事故现场上风向处及道路安全通道设置避难信号。

#### 13) 劳动防护用品和装备

企业为员工配备了比较齐全的劳动防护用品，如安全帽、防尘口罩、绝缘手套、耐酸碱手套、防静电鞋、耐酸碱鞋、防静电服、防酸碱服、防毒面具等。

通过调查和分析，该建设项目安全设施在施工前后的检验、检测能够按照施工规范和标准的要求进行，有较为详细的检验、检测记录，有施工单位、监理单位、质量监督单位的确认签字，程序合法，有效。

### 8.3 安全设施试生产前的调试情况

该项目在投入试生产以前，全部安全设施包括压力表、安全阀、可燃气体检测报警器等，均经过相应的测试和调试；消防及防雷防静电设施由相应具有资质单位进行检测、检验合格；机、电、仪在交工前由施工单位进行了测试、调试和联校；设备、管道进行了试压、吹扫以及气密性试验；工艺装置进行了单机试车和联动试车，对调试中发现的问题进行了及时的处理，其安全设施可以满足试生产的需要，符合安全要求。

## 9 安全生产条件分析结果

### 9.1 建设项目采用（取）的安全设施

山东鸿运工程设计有限公司依据《建设项目安全设施设计专篇编制导则》（安监总厅管三〔2013〕39 号）文件要求，以及设立评价报告，为该项目编制了《辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目安全设施设计专篇》，设立评价报告中提出的安全措施，设计单位均已全部采纳，其余安全对策措施均体现在安全设施设计专篇中。辽宁省轻工设计院有限公司对全流程自动化改造的安全设施设计均已采纳。经检查表符合性检查，及现场勘察，安全设施设计专篇中的安全措施全部落实，具体符合性分析见附表 4-13。主要安全设施如下表：

表 9-1 采用的安全设施一览表

序号	安全设施名称	名称	数量	设置部位	依据标准条款	是否符合或高于标准条款	备注
1、预防事故设施							
(1) 检测、报警、联锁设施							
1	温度仪表	一体化变送	32	各反应釜	工艺、安全要求	符合	
2	温度计	就地式	26	各反应釜夹套冷盐进回水管线	工艺要求	符合	
3	称重模块	远传式	39	各反应釜、计量罐	工艺要求	符合	
4	称重模块	就地式	4	桶装料上料设施	工艺要求	符合	
5	压力仪表	压力变送器	6	各后处理釜、真空上料罐	工艺要求	符合	
6	压力表	就地式	26	各反应釜冷盐进回水管线、泵出口管线	工艺要求	符合	
7	调节阀	防爆气动调节阀	25	各反应釜计量罐出料管线、各反应釜夹套冷盐进水管	工艺要求	符合	

8	开关阀	防爆气动开关阀	27	过氧化反应釜内盘管冷盐进回水管、过氧化反应计量罐出料管线、过氧化反应淬灭水管线、气泵气源管线	工艺、安全要求	符合	
9	流量计	电磁	7	过氧化反应计量罐滴加管线	工艺、安全要求	符合	
10	可燃、有毒气体检测和报警器	可燃气体检测器	17	实验车间一、仓库一	《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》GB/T50493-2019	符合	
		有毒气体检测器	27				
11	控制系统	DCS 控制系统	1	总控室	工艺要求	符合	
		SIS 控制系统	1	总控室	《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三【2014】116 号）		
(2) 设备安全防护设施							

1	防护罩、防护屏	泵和风机、搅拌电机	31	各反应釜搅拌机、车间泵、公用工程所使用的泵	《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087-2013 中的 4.1.1 和 4.1.2、 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2018) 中的 5.1.5	符合	
2	防雷设施	热镀锌圆钢 $\phi 10$	280m	需要防雷的建筑物屋面	《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 中 5.1~6.4 条	符合	
		热镀锌扁钢-40*4	850m	水平接地线		符合	
		浪涌保护器	20	配电室电源进线处		符合	
3	防腐设施	管道的防腐涂层	若干	所有需防腐蚀的部位	《化工设备管道外防腐设计规范》HG/T20679 - 2014 中 3.1、3.2 和 3.3	符合	
		建筑上采用耐腐蚀材料	若干		《工业建筑防腐蚀设计规范》GB/T50046-2018 中的 7.3	符合	
		热继电器	60 个	电动机配电回路	《低压配电设计规范》GB50054-2011 中的 6.1~6.3 条、	符合	

4	电器过载保护设施	热过载保护断路器	60 个	其他配电回路	《通用用电设备配电设计规范》GB50055-2011 中的 2.3 条、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008 中的 9.0.4 条	符合	
5	静电接地设施	热镀锌扁钢-40*4	约 200m	需要静电接的电气设备和工艺设施	《化工企业静电接地设计规程》HG/T20675-1990	符合	
6	保护接地设施	6mm <sup>2</sup> 黄绿双色电线	约 200m	电气设备外露导电部位	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范.》GB50169-2006 中的第 3 条	符合	
7	防触电设施	漏电断路器	10 个	插座及易触电配电回路	《低压配电设计规范》GB50054-2011	符合	
(3) 作业场所防护设施							
1	防静电设施	热镀锌扁钢-40*4	约 880m	需要静电接的电气设备和工艺设施	《化工企业静电接地设计规程》HG/T20675-1990	符合	
2	通风(除尘、排毒)设施	边墙防爆风机 Q=135000m <sup>3</sup> /h, P=50Pa, N=1.1kW	10 (依托)	实验车间一	《化工采暖通风与空气调节设计规定》 HG/T20698-2009 第 5 章“通风”	符合	
		边墙防爆风机 Q=10981m <sup>3</sup> /h, P=156Pa, N=1.1kW	8 (新增)				



		边墙防爆风机 Q=10981m <sup>3</sup> /h, P=242Pa, N=1.1kW	8 (新增)	仓库一		符合	
		边墙防爆风机 Q=9100m <sup>3</sup> /h, P=60Pa, N=0.55kW	3 (依托)	仓库一			
		边墙防爆风机 Q=9100m <sup>3</sup> /h, P=60Pa, N=0.55kW	1 (依托)	药品库		符合	
4	防护栏(网)设施			凡有高度超过 1 米的平台、人行通道、升降口等有跌落危险的场所	《固定式钢梯及平台安全要求》(第 1 部分: 钢直梯、第 2 部分: 钢斜梯、第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台)GB 4053.1~3-2009 中的第 4 条	符合	
5	防滑设施	花纹钢板面		梯子、平台和易滑倒操作通道	工艺、安全要求	符合	
6	防冻伤设施	防冻保冷材料		冷盐水管线保冷外壳	工艺、安全要求	符合	
(4) 安全警示标志							
1	各种指示、警示作业安全标志	危险警示标志和危险区域范围警示标志牌		危险物料卸车输送、使用、储存、操作岗位设备、管道、场地边界	《安全标志及其使用导则》GB2894-2008 中的 4.1、4.2、4.3、4.4、4.5 《安全色》	符合	

大连天籁安全风险管理技术有限公司

		防触电内容的警示标志		高压线缆、变配电室、电气设备等处	GB2893-2008 中的第 4 条	符合	
		防上部坠落物品伤害的警示标志		双层操作的区域		符合	
		互知安全提示标志		运转设备处		符合	
		防跌落安全提示标志		操作平台		符合	
		人员安全行走和疏散指示标志		厂区道路		符合	
3	风向警示标志	风向标	2	可研综合楼、试验车间一		符合	
2、控制事故设施							
(5)泄压和止逆设施							
1	用于止逆的阀门等设施	止回阀	11	实验车间一	《化工装置工艺系统工程设计规定》HG/T 20570.18—95 中的 2.0.4.6	符合	
2	泄压设施	泄爆罐	1	实验车间一	-	符合	新增
		爆破片	4	实验车间一	-	符合	新增

		放空管	1	实验车间一	实验车间一	符合	新增
(6) 紧急处理设施							
1	紧急备用电源	系统采用 UPS 电源由配电柜提供，另一路来自配电柜的电源作市电，二路电源可自动切换。	1	总控室	《仪表供电设计规范》(HG/T 20509-2014) 4.3.1	符合	
3、减少与消除事故影响设施							
(7) 灭火设施							
1	水喷淋、惰性气体、蒸气、泡沫释放等灭火设施	MF/ABC8 型干粉灭火器(具)	32	实验车间一	《精细化工企业工程设计防火标准》 GB51283-2020 中的 9.6.2 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005 中 6.1、6.2	符合	
			18	仓库一		符合	
			18	仓库二		符合	
		50kg 推车式干粉灭火器(具)	5	实验车间一		符合	
		7kg 二氧化碳灭火器(具)	4	操作室		符合	
		30kg 推车式二氧化碳灭火器(具)	2	机柜室		符合	
		干粉灭火系统	若干	实验车间一	《精细化工企业工程设计防火标准》GB51283-2020 中的 9.4.3 《干粉灭火系统设计规范》 GB50347-2004	符合	

		气体灭火系统	若干	机柜室、UPS室、电信间	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 中的 8.3.9 《干粉灭火系统设计规范》 GB50347-2004	符合	
2	消火栓、高压水枪(炮)、消防车、消防水管网、消防站等	室内消火栓	13	实验车间一	《精细化工企业工程设计防火标准》 GB51283-2020 中的 9.4.2 《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 中的 8.2.1	符合	
			10	仓库一		符合	
			6	仓库二		符合	
(8)防止火灾蔓延设施							
1	防火墙、防火门	防火墙	4	仓库一、药品库租赁区两侧	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 3.3.1； 5.3.1	符合	
		甲级防火门	40	各建筑各防火分区通向室外的出口处	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 6.1.5； 6.2.7； 6.2.9， 6.4.3； 6.4.3	符合	
		乙级防火门				符合	
(9)紧急个体处置设施							
1	洗眼器、喷淋器	洗眼器	6	实验车间一	《化工企业安全卫生设计规范》 HG20571-2014	符合	
		洗眼器	3	药品库		符合	

		洗眼器	2	仓库一		符合	
2	逃生器、逃生索	安全通道			现场安全要求		
3	应急照明	消防应急照明灯具	135 个	需要消防应 急照明灯具 的场所	《建筑设计防火规范(2018 年版)》 GB50016-2014 《建筑照明设计标 准》GB50034-2013	符合	
(10)应急救援设施							
1	正压空呼器	RHZKF6.8 型	2	实验车间一事故应急柜	《危险化学品单位应 急救援物资配备要求》 (GB30077-2013)	符合	
2	重型防化服	SH14-0594	2				
3	堵漏工具		若干				
4	轻型化学防护服	雷克兰系列凯麦斯 1	2				
5	过滤式防毒面具	3M8000	1 个/ 人				
6	清洗剂		若干				
7	应急药箱		1				
8	防爆对讲机		4	总控室及现 场巡检人员 使用			
9	防爆手电筒		1 个/ 人				
10	有毒气体浓度检测仪	2-乙基己基氯甲酸酯	2				
11	可燃气体检测仪	便携式	2				
(11)逃生避难设施							
1	逃生和避难的安全通道 (梯)	厂区消防车道		场内各个道路	《建筑设计防火规范 (2018 年版)》 GB50016-2014 中的 7.1.1 和 7.1.5	符合	
2	安全通道(梯)	疏散通道		各单项建筑物安全出口	《建筑设计防火规范	符合	

大连天籁安全风险管理技术有限公司

		疏散楼梯		各单项建筑物安全出口	(2018 年版)》 GB50016-2014 中的 3.7.1、3.7.2、3.7.4、 3.7.5	符合	
		通向地面梯子		钢平台		符合	
3	安全避难所(带 空气呼吸系统)、 避难信号	安全避难所		事故现场的上风向处	现场安全要求	符合	
		避难信号		道路及安全通道	现场安全要求	符合	
(12) 劳动防护用品装备							
1	包括头部，面部，	过滤式防毒面	1 人 1 套/月		《个体防护装备选用	符合	
	视觉、呼吸、听觉器官，四 肢，躯干防火、防毒、防灼 烫、防腐蚀、等免受作业场 所物理、化学因素伤害的劳 动防护 用品和装备	具			《规范》 GB/T11651-2008 第 5 条和第 6 条		
		安全帽	1 人 1 顶/2 年				
		防毒口罩	1 人 1 套/月				
		防静电工作服	1 人 1 套/1 年				
		防酸碱工作服	1 人 1 套/1 年				
		防寒服	1 人 1 套/1 年				
		防噪音耳塞	1 人 1 副/1 月				
		耐酸碱胶靴	1 人 1 双/1 年				
		脚面防砸安全鞋	1 人 1 双/1 年•人				
		防酸碱手套	1 人 1 套/月				
防化学护目镜	1 人 1 副/1 年						

依据安全设施目录对该项目采取的各项安全设施的统计检查，确认该项目所采取的安全设施，基本符合规范要求。

## 9.2 安全生产管理评价结果

根据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》，对该建设项目危险化学品的安全生产管理情况进行检查，具体见附件 4.4。

### 9.2.1 安全生产责任制的建立和执行情况

辽宁中茂公司根据新建装置情况，建立有完善的安全生产责任制，责任制涵盖公司各级人员，做到“横到边、纵到底”一岗一责制，定期对安全生产责任制的执行情况进行检查、考核，对发现的问题能够按照危害因素、环境因素辨识评价与削减措施控制程序，及时进行处理或申报，各个部门、岗位和人员能够按照《辽宁省企业安全生产主体责任规定》（辽宁省人民政府令[2021]第 341 号修正）要求落实，该公司安全生产责任制落实情况可以满足安全生产的要求，安全生产责任制见附件。

### 9.2.2 安全管理制度制定和执行情况

辽宁中茂公司有完善的安全管理制度。制定了完善的安全生产规章制度，并将全部的安全管理制度分发至各级部门，组织企业相关人员对安全管理制度进行了学习，同时将安全管理制度张贴上墙以警示相关安全管理人员按照制度执行。具体安全管理制度明细见附件。

该公司的安全生产管理制度能够较好的执行，评价人员在现场检查中，对工艺纪律、劳动纪律、操作纪律、现场作业等方面的管理制度执行情况进行检查，各项管理制度得到落实。安全管理制度编制内容符合《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理总局令第 41 号）第十四条规定。

该公司已建立双重预防机制数字化建设，制定隐患排查管理制度，该公司定期对现场进行隐患排查情况，并对重点区域进行风险分级管控。实验车间一、仓库一、药品库均设置人员定位系统。

承包商管理：

大连天籁安全风险管理工作有限公司

签约时，双方签署安全管理协议、发放相关管理资料及审查承包商相关资格材料等。

入厂前，对相关人员进行安全教育培训并考核合格后入厂。

作业中，对承包商进行统一管理、检查，涉及特殊作业的开具特殊作业票并配备具有监护资格的企业员工进行监护。

### 9.2.3 安全操作规程制定和执行情况

根据工艺、技术、设备特点和原辅料、产品的危险性，辽宁中茂公司编制了安全操作规程，并将全部的安全操作规程分发给各级部门、相关操作人员，张贴操作岗位附近。于 2025 年 5 月进行修订，并组织相关人员进行培训。具体安全操作规程见附件。

在本评价现场检查中，岗位作业人员能够严格执行各项操作规程和作业规程，没有发现违章作业现象。该公司能够根据装置试运行情况，对试运行前制定的操作规程进行必要修订完善，以便能够更好指导操作，满足该建设项目安全生产的需要。企业根据危险化学品的生产工艺、技术、设备特点和原辅料、产品的危险性编制岗位操作安全规程，符合《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理总局令第 41 号）第十五条规定。

企业按照《企业安全风险分级管控和隐患排查治理工作指南》的要求，制定安全风险分级管控和隐患排查治理制度；建立安全风险清单和数据库；绘制安全风险四色分布图和作业安全风险比较图；制定重大安全风险管控措施；设置重大安全风险公告栏和制作岗位安全风险告知卡；建立隐患排查治理台账；制定重大隐患治理实施方案；建立完善安全风险和隐患排查信息管理系统并实现与监管部门系统系统对接。

### 9.2.4 安全组织机构设置情况

辽宁中茂公司依据相关法律法规，建立了组织机构。详见下图。



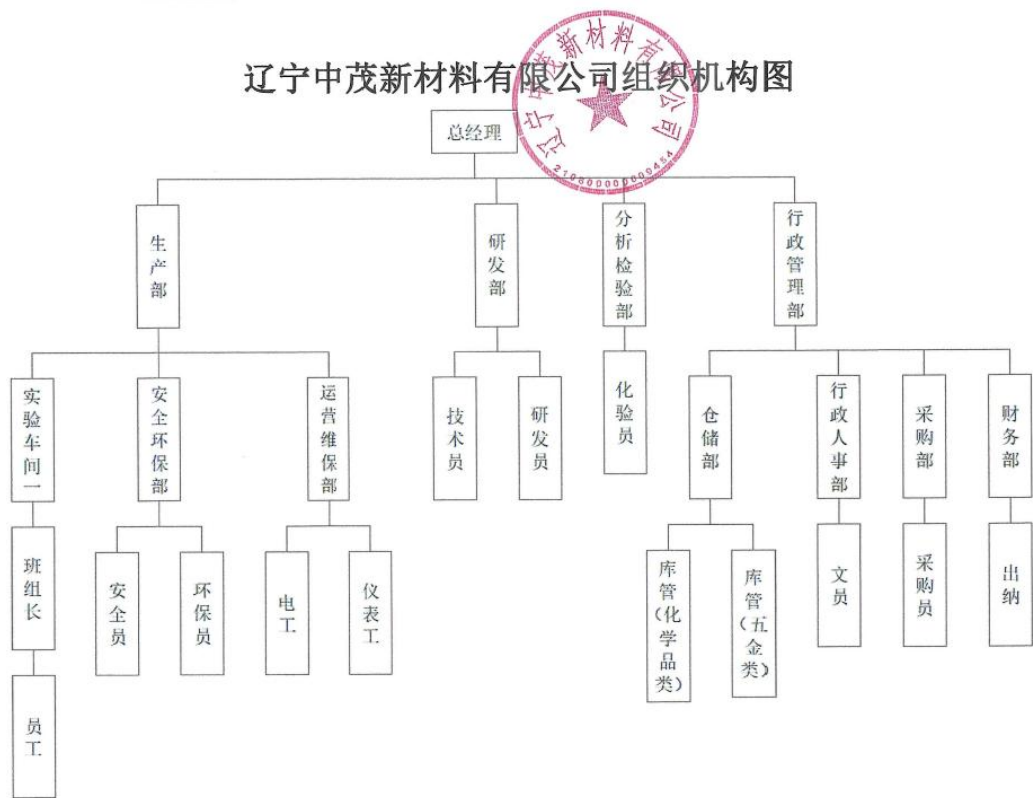


图 9-1 安全管理组织机构图

9.2.5 主要负责人、安全管理人员知识和能力情况

辽宁中茂公司公司主要负责人和安全管理人员均已参加了盘锦市应急管理局举办的危险化学品生产单位安全培训，经考试合格，取得危险化学品生产单位安全培训合格证。其中主管生产负责人姓名：赵大成；主管技术负责人姓名：赵大成；主管安全负责人姓名：刘海述；主要设备负责人：周峰全。专职安全管理人姓名：刘海述。

表 9-2 主要负责人、安全管理人员安全培训取证情况

姓名	人员类型	行业类别	发证日期	有效期结束日期
董淑祥	企业负责人	危险化学品生产单位	2024 年 8 月 8 日	2027 年 8 月 7 日
刘海述	安全生产管理人员	危险化学品生产单位	2024 年 11 月 5 日	2027 年 11 月 4 日

表 9-3 生产、设备技术、安全方面负责人、注册安全工程师专业、学历及经验介绍

大连天籁安全风险管理工作有限公司

序号	姓名	人员类型	学历	专业	工作年限
1	赵大成	主管生产负责人	专科	化学工程	35
		主管技术负责人			
2	刘海述	主管安全负责人	专科	数控设备应用与维护	15
3	刘海述	注册安全工程师	专科	数控设备应用与维护	15
4	周峰全	主管设备负责人	本科	应用化学	15

### 9.2.6 其它人员知识和能力情况

现有岗位操作人员基本上长期在公司生产一线从事管理和操作工作，有多年的操作经验和一定的理论知识。针对新建项目工艺状况，试运行前期组织多种形式的基本操作技能、安全技能、应急处置能力等技术教育培训，并经过考试合格后上岗作业。培训取证情况详见附件。该项目车间岗位人员 20 人，均取得过氧化工艺操作证书。

辽宁中茂公司的特种作业人员、特种设备操作人员等均经过安全培训、取证，分别取得辽宁省应急管理厅、市场监督管理局等颁发的资格证书。培训取证情况详见附件。

表 9-4 特种作业、特种设备作业人员取证情况表

序号	行业类别	准操项目	姓名	学历	发证日期	有效期结束日期	证件编号
1	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	刘策	大专	2023 年 3 月 30 日	2029 年 3 月 29 日	T211103199211252319
2	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	刘亮	大专	2023 年 5 月 4 日	2029 年 5 月 3 日	T211121199904121218
3	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	刘超阳	大专	2023 年 6 月 13 日	2029 年 6 月 12 日	T210403199512051823
4	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	齐洛慧	大专	2023 年 6 月 13 日	2029 年 6 月 12 日	T211121199906051217
5	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	周峰全	本科	2023 年 6 月 13 日	2029 年 6 月 12 日	T231084198802011738
6	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	缴军	高中	2023 年 6 月 13 日	2029 年 6 月 12 日	T211121199205052014
7	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	于忠宝	高中	2023 年 10 月 31 日	2029 年 10 月 30 日	T211121199006241218
8	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	李洪源	高中	2023 年 10 月 31 日	2029 年 10 月 30 日	T211121199305041814
9	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	孙永富	大专	2021 年 11 月 17 日	2027 年 11 月 16 日	T211121199402281211
10	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	王铎	大专	2024 年 6 月 13 日	2030 年 6 月 12 日	T211121199511123618
11	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	聂鑫驰	大专	2024 年 7 月 29 日	2030 年 7 月 28 日	T36010219940818073X
12	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	杨文军	大专	2024 年 12 月 23 日	2030 年 12 月 22 日	T211122197711151119
13	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	于文博	大专	2024 年 12 月 23 日	2030 年 12 月 22 日	T230704200002200210
14	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	张恩蒙	大专	2024 年 12 月 23 日	2030 年 12 月 22 日	T230229198805244815
15	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	李行	高中	2025 年 3 月 19 日	2031 年 3 月 18 日	T211122199409250318
16	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	吕洪禹	大专	2025 年 3 月 19 日	2031 年 3 月 18 日	T210782199211133413
17	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	游祉祥	大专	2025 年 3 月 19 日	2031 年 3 月 18 日	T21112120000211361X

18	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	郑德雷	大专	2025 年 6 月 10 日	2031 年 6 月 9 日	T211121199203041418
19	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	齐百强	本科	2025 年 6 月 10 日	2031 年 6 月 9 日	T211121199406281016
20	危险化学品安全作业	过氧化工艺作业	付鹏飞	高中	2025 年 6 月 10 日	2031 年 6 月 9 日	T211122198901250032
21	危险化学品安全作业	化工自动化控制仪表作业	于文博	大专	2025 年 12 月 17 日	2031 年 12 月 16 日	T230704200002200210
22	危险化学品安全作业	化工自动化控制仪表作业	郭俊	本科	2025 年 12 月 17 日	2031 年 12 月 16 日	T210811198903110031
23	电工作业	低压电工作业	李健	大专	2023 年 4 月 14 日	2029 年 4 月 13 日	T210381198310281611
24	电工作业	低压电工作业	郭俊	本科	2024/11/20	2030/11/19	T210811198903110031
25	特种设备	叉车司机	孙永富	大专	2022 年 11 月	2026 年 11 月	211121199402281211
26	特种设备	叉车司机	于忠宝	高中	2022 年 7 月	2026 年 7 月	'211121199006241218
27	特种设备	特种安全管理人员	周峰全	本科	2025 年 4 月	2029 年 4 月	231084198802011738

注明：双氧水储存已取得过氧化工艺操作证书，自动化仪表作业证书满足生产需要。

### 9.2.7 安全生产投入情况

本项目建设总投资为 2000 万元，其中安全设施投资为 350 万元，投资占比为 17.5%，其中：

- （1）预防事故设施投资 250 万元；
- （2）控制事故设施投资 30 万元；
- （3）减少与消除事故影响设施投资 70 万元。

从该项目安全设施的设计、施工、试运行情况可以看出，该公司重视安全设施的投入，安全设施做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

该公司建立健全企业内部安全生产费用管理制度，明确了企业安全生产费用提取和使用的程序、职责及权限，落实责任。按第五节危险化学品生产与储存企业提取安全生产费用，安全生产费用用于完善、改造和维护安全防护设施

设备支出，包括车间、库房、等作业场所的监控、监测、通风、防火、灭火、泄压、防爆、防雷、防静电、防腐、防泄漏等设施的支出；配备、维护、保养应急救援器材、设备支出和应急预案修订与应急演练支出；用于安全生产检查支出；配备和更新现场作业人员安全防护用品支出；安全生产宣传、教育、培训和从业人员发现并报告事故隐患的奖励支出；安全设施及特种设备检测检验、检定校准支出；安全生产责任保险支出；符合《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资【2022】136 号）的要求。

### 9.2.8 安全生产的检查情况

公司制定了安全生产巡回检查制度、隐患排查制度及隐患排查台帐，结合企业实际组织不同层次、不同形式的定期、不定期安全检查，对安全检查中提出的问题按照 PDCA 闭环管理模式及时安排整改和治理。该公司的安全检查制度执行较好，可以满足该建设项目安全生产的需要。

### 9.2.9 劳动防护用品配备情况

辽宁中茂公司制定了劳动保护管理规定，设有安全生产专项资金，对装置所有人员配备有安全帽、防静电工作服、工作鞋、劳保手套等劳动防护用品；根据生产过程有毒有害的特点，配备有便携式可燃气体检测仪等。配备的劳动防护用品基本可以满足保护职工安全健康的需要。该项目劳动保护发放表与实际岗位要求发放的劳动保护种类与数量一致。

## 9.3 重大危险源辨识结果

该项目生产单元及储存单元均不构成危险化学品重大危险源。辨识过程见 F3.4 节。

## 9.4 技术和工艺安全评价结果

### 9.4.1 建设项目试生产（使用）情况

于 2021 年 7 月开工建设，于 2022 年 7 月工程竣工。第一次试生产起止时间为 2022 年 9 月 15 日至 2023 年 9 月 14 日，本次试生产因原料供应不及

时，设备故障，人员调整等因素，本次试生产未完成全部产品的试生产工作。

第二次试生产起止时间 2023 年 9 月 15 日至 2024 年 9 月 14 日，本项目产品用途较特殊，产出的产品不宜长时间储存及试生产末期应急管理部发布了《过氧化企业安全风险隐患排查指南（试行）》和《有机过氧化物生产企业安全风险隐患排查指南（试行）》（2024 年版），本次试生产未完成全部产品的试生产工作。

第三次试生产起止时间 2024 年 9 月 15 日至 2025 年 9 月 14 日，期间企业依照发布的过氧化指南要求，进行自查发现现有生产装置不满足全流程自动化，企业于 2024 年 9 月 20 日暂停试生产工作，并重新委托设计单位进行全流程自动化改造设计（2025 年 4 月完成设计），设计完成后开展全流程自动化现场改造（2025 年 5 月完成现场改造工作）。

2025 年 4-5 月进行全流程自动化改造后 2025 年 5 月 9 日重新对试生产方案进行评审并通过审查。

重新进行第三次试生产起止时间 2025 年 5 月 10 日至 2025 年 8 月 31 日。完成全部产品的全流程自动化试生产工作。于 2025 年 5 月 13 日建设单位组织专家对现场条件进行确认，于 2025 年 9 月 1 日完成辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目补充安全设施竣工验收审查。试生产过程中未发生生产安全事故，运行良好。

主要安全设施运行情况如下：

1) 检测、报警设施：压力表、安全阀、液位仪等设施运行良好，技术数据、测试指标可靠，能够真实反映现场各项需要检测参数的实际情况，出现异常情况后能够及时报警。

2) 设备安全防护设施：防护罩、防雷、防腐等设施，在试生产过程中起到应有的作用，未见发生因防护设施故障和缺陷产生的人身伤害、防雷失效、腐蚀损坏、泄漏等事故发生，传动设备安全锁闭设施、电器过载保护设

施、静电接地设施等防护功能可靠。

3) 防爆设施：各种电气、仪表的防爆设施运行和使用正常，没有发生因防爆设施运行不良产生的安全事故。

4) 作业场所防护设施：作业场所的防静电、通风、防护栏、防滑、防灼烫等防护效果良好。

5) 安全警示标志：车间管道识别色与流向标识与实际相符，安全警示标志及安全出口标志醒目并且使用正常。

6) 泄压和止逆设施：止逆阀等设施完好，能够起到控制事故扩大化的作用。

7) 紧急处理设施：紧急备用电源、应急照明、紧急停车、仪表联锁等设施。

8) 防止火灾蔓延设施：钢结构涂刷防火涂料，可有效减少火灾事故造成的影响。

9) 灭火设施：干粉灭火器、消火栓、消防水管网等灭火设施通过检测和消防验收，经过内部消防应急演练，现场运行和使用状态一切正常。

10) 紧急个体处置设施：车间里洗眼器使用正常，应急照明等设施调试运行正常。

11) 应急救援设施：配备应急事故柜，应急通讯设备、应急照等设置完善并且使用正常。

12) 劳动防护用品和装备：防静电工作服、防护鞋、耐酸碱手套以及防毒面具等劳动防护用品和装备配备齐全、配型合适，可正常使用。

#### 9.4.2 仪表调校

2022 年 8 月 10 日对该项目涉及 SIS 系统进行使用前的联锁调校，结果为合格，调校记录见附件。该项目于 2025 年 9 月完成全流程自动化改造施工后，重新对该项目 DCS、SIS 系统进行，使用前的联锁调校，结果为合格，



调校记录见附件。

综上所述，该项目 SIS 系统使用前的联锁调校符合要求，已达到标准要求。

#### 9.4.3 异常工况处置

紧急停车：首先关闭所有进料阀门，其次开启冷却水进水出水阀门，并立即上报直属领导。

搅拌机故障：在进行“紧急停车”操作后，开启紧急排料阀门及排料管道补水阀门。

冷冻机组故障：在进行“紧急停车”操作后，启动备用冷冻机组。

停仪表风：在进行“紧急停车”操作后，启动备用空压机组。

反应釜超温/超压：在进行“紧急停车”操作后，开启紧急排料阀门及排料管线补水阀门，同时观察反应釜压力及温度。

#### 9.4.4 评价结果

3000 吨/年特种功能添加剂项目生产装置采用成熟的工艺技术，工艺设备及工艺过程相对简单，对关键工序和设备的压力、温度、流量、液位等工艺参数设置报警、高高报警和联锁装置，对生产工艺安全多一重保障。安全专篇中设置的控制和联锁在施工中得到落实，并在试运行前进行调试，投入运行，有调试记录，并能够在试运行中全部投入运行，评价组在现场检查中没有发现随意消除报警和摘除联锁的现象。

### 9.5 装置、设备和设施安全评价结果

根据《精细化工企业工程设计防火标准》、《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》、《石油化工静电接地设计规范》和《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》等标准规范要求，结合该建设项目的实际情况，对生产设备采用安全检查表法进行了符合性检查，详见附件 4.2。

### 9.5.1 装置、设备、设施的运行情况

生产装置、设备和设施在试生产过程中均经过调试、单试、联动试车，试生产期间运行正常，未发生安全生产事故。调试记录见附件。

### 9.5.2 装置、设备、设施的检修、维护情况

辽宁中茂公司建立了一系列设备、设施检修、维护保养规章制度，试运行期间未进行停工检修，各类设备均处于完好状态。

试生产停工期间不涉及设备设施检维修作业。

### 9.5.3 装置、设备、设施的法定检验、检测情况

1) 盘锦辽东湾精细化工园区建设管理有限公司已于 2022 年 1 月 25 日取得盘锦辽东湾新区行政审批服务局颁发的“消防验收意见书”（辽东湾特消验 2022001 号）。辽宁中茂新材料有限公司已于 2022 年 10 月 18 日取得盘锦辽东湾新区行政审批服务局颁发的“消防验收意见书”（辽东湾特消验 2022008 号）。

2) 控制室、主变电站、区域变电室、实验车间一、药品库、仓库一雷电、静电防护装置已经盘锦宇安科技有限公司检测合格，并取得“防雷装置检测报告”，有效期至 2026 年 5 月 7 日。

3) 叉车已在盘锦市市场监督管理局登记，取得特种设备使用登记证，并经盘锦市特种设备监督检验所检验合格，有效期至 2025 年 11 月。

4) 安全阀经辽宁中油澳维检测有限公司检测合格，有效期至 2026 年 9 月 24 日。

5) 压力表经深圳天溯计量检测股份有限公司检定合格，有效期至 2026 年 2 月 6 日。

6) 可燃气体报警器经中计计量检测有限公司检测合格，有效期至 2026 年 6 月 16 日。

7) 有毒气体检测报警器经深圳天溯计量检测股份有限公司效验合格，

有效期至 2026 年 6 月 16 日。

8) 该公司防爆电气经盘锦辽河油田裕隆安全技术检测有限公司鉴定合格，并出具厂区防爆电气检测报告和合格证，有效期至 2026 年 3 月 23 日。

9) 该公司的消防设施经辽宁安建消防技术服务有限公司检定合格，有效期至 2026 年 7 月 22 日。

#### 9.5.4 评价结果

通过对该项目设备、设施运行和检验、检测情况进行核查，该建设项目设备设施运行良好，未发生生产安全事故，且强制检定设备设施均委托第三方检测合格，检测报告均在有效期内。

### 9.6 包装、储存、运输设施安全评价结果

该项目产品包装使用桶装，原料为桶装或塑料袋包装，入库时保管人员对商品包装进行认真检查，发现有破损现象及时处理。原料储存在仓库一中，成品储存在药品库中，依据《精细化工企业工程设计防火标准》、《常用化学危险品贮存通则》等规范，对仓储设施进行符合性检查，检查过程详见附件 F4.2 节。从检查结果可以看出，包装、储存设施基本符合规范、标准要求。对不符合项在第 12 章中提出整改要求。

### 9.7 作业场所安全评价结果

#### 9.7.1 职业危害防护设施设置情况

辽宁中茂公司已按《个体防护装备配备规范第一部分：总则》（GB39800.1-2020）的相关要求，根据各操作岗位的特点配置必需的防护用具和用品，并定期进行检修，对不合格用品及时进行更换。

该项目主要职业危害有 2-乙基己基氯甲酸酯、过乙酸叔丁酯、苯甲酰氯、氢氧化钠溶液、醋酸酐、磷酸、醋酸等，泄漏后可能引发的毒性和腐蚀灼烫危害，生产车间采取自然通风，同时为员工配备了防护手套、防护服和紧急冲洗设施等防护用品和设施，可有效地隔离腐蚀性介质对人体的伤害。

从现场检查情况看，职业危害防护设施比较完善，总体上能够满足该建设项目的职业防护需要。

#### 9.7.2 职业危害防护设施的检修、维护情况

从项目的试运行情况和现场检查来看，辽宁中茂公司设置设备管理机构，有严格的设备、设施维护保养制度，有专业的检维修人员，职业危害防护设施在该公司均能够得到较好维护。

#### 9.7.3 法定职业危害监测、监控情况

该项目投入试运行以后，辽宁中茂公司已经委托相关机构进行职业病危害控制效果评价。

#### 9.7.4 建（构）筑物的建设情况

主要建（构）筑物在全部建成投用之前，经设计、施工、监理、建设单位组织的竣工验收，设计、施工、监理单位资质符合国家有关规定。建筑工程已通过盘锦辽东湾新区行政审批服务局的消防验收。

### 9.8 事故及应急管理评价结果

#### 9.8.1 事故应急救援预案编制

该项目投产后可能发生的事故主要为火灾爆炸和危险化学品泄漏等事故。辽宁中茂公司已针对可能发生的事故类型编制了“辽宁中茂新材料有限公司生产安全事故综合应急预案”、2 个专项预案以及 10 个现场处置方案。并已经过专家评审发布后，在盘锦市应急管理局（辽滨经开区）备案。备案号：LBJKQ-2025-16。

#### 9.8.2 应急救援组织和人员

为应对生产安全事故，公司成立生产安全事故应急指挥部（以下简称应急指挥部），统一领导公司应急救援工作。下设应急办公室，设在安全管理部。应急指挥部：总指挥为董事长；副总指挥为生产经理和生产总监。应急办公室主任由安全主管担任。应急救援组织机构详见图 9-1。

该项目的应急救援组织和人员能够满足要求。

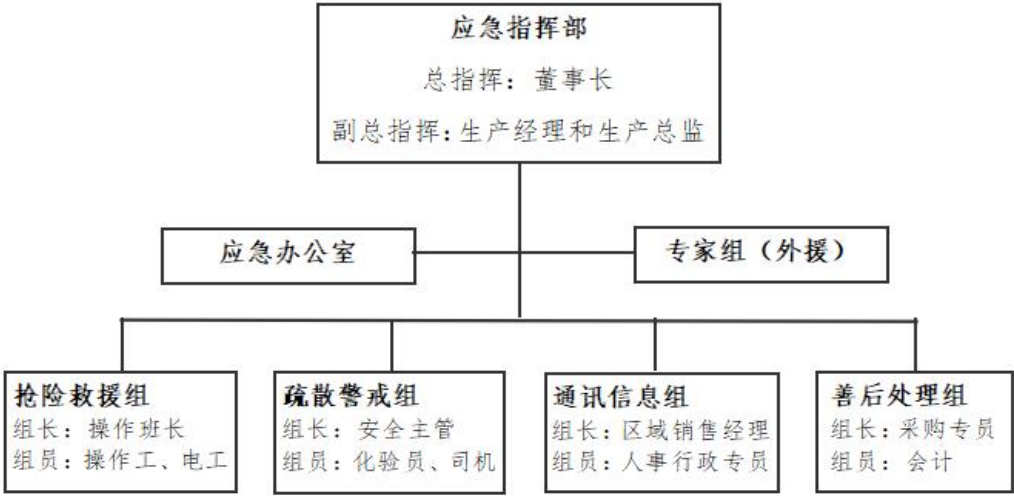


图 9-1 应急救援组织机构图

9.8.3 事故应急救援预案演练

辽宁中茂公司编制了《辽宁中茂新材料有限公司生产安全事故综合应急预案》、《辽宁中茂新材料有限公司火灾爆炸事故专项应急预案》和《辽宁中茂新材料有限公司泄漏事故专项应急预案》和 10 个现场处置方案，并按照预案的要求于 2025 年 8 月、2023 年 2 月、2023 年 6 月、2023 年 9 月、2023 年 11 月、2024 年 3 月、2024 年 5 月、2024 年 6 月、2024 年 8 月、2024 年 12 月、2025 年 2 月、2025 年 5 月分别进行了相应综合应急演练和专项应急演练，演练后进行总结，演练记录见附件。

9.8.4 事故应急救援器材和装备

辽宁中茂公司应急救援器材配备一览表见表 9-5：

表 9-5 应急救援器材配备一览表

序号	物资名称	数量	单位	规格型号	存放位置	管理人员
1	正压式空气呼吸器	2	套	RHZKF6.8 型	应急物资柜	周峰全
2	气瓶（正压空气呼吸器）	2	个	WGII140-（3-12）-30T	应急物资柜	周峰全
3	化学防护服	2	套	雷克兰系列凯麦斯	应急物资柜	周峰全

4	自吸过滤式防毒面具	6	套	半面罩（3M6200 型 3 个、地球 7100 型 3 个）	应急物资柜	周峰全
5	滤盒	3	个	地球 7100-3 型	应急物资柜	周峰全
6	滤盒	4	个	3M6006CN 型	应急物资柜	周峰全
7	可燃气体检测仪（防爆型）	1	台	BH-4 氧气、可燃气、 硫化氢、一氧化碳	应急物资柜	周峰全
8	有毒气体检测仪（防爆型）	2	台	BT-DR650 检测：C6H6	应急物资柜	周峰全
9	气体采样泵（防爆型）	2	台	KP800	应急物资柜	周峰全
10	手电筒（防爆型）	5	台	BLT-5920	应急物资柜及值班室	周峰全
11	对讲机（防爆型）	3	台	FT68	值班室	周峰全
12	应急药箱	2	个	详见应急药品清单	应急物资柜	周峰全
13	消防水带	2	根	25 米	应急物资柜	周峰全
14	多功能水枪	1	个	QLD6.0/8I	应急物资柜	周峰全
15	收容桶（小）	2	个	15L	应急物资柜	周峰全
16	吸油毡	2	包	PP1/2	应急物资柜	周峰全
17	干沙土	6	立方		生产现场一二层	周峰全
18	冲淋洗眼器（固定式）	4	套		生产现场一二层	周峰全
19	洗眼器（便携式）	3	台	8L	应急物资柜及生产现场	周峰全
20	铜扳手	1	套	21、22、23、 24、活扳手	应急物资柜	周峰全
21	警戒绳	2	卷	50 米	应急物资柜	周峰全
22	风向风速仪（手持式）	2	个	8232	应急物资柜	周峰全
23	救生绳	1	根	10 米	应急物资柜	周峰全
24	消防斧	1	把		应急物资柜	周峰全
25	担架	1	副		应急物资柜	周峰全
26	长管呼吸器（带面具）	1	套	10 米、全面罩	应急物资柜	周峰全
27	安全帽	9	顶	白色	中控室	周峰全
28	防毒面具	4	具	全面罩、3M6800	应急物资柜	周峰全

29	耳塞	4	付	3M1110	应急物资柜	周峰全
30	护目镜	5	付	S200A 防雾镜片	应急物资柜	周峰全
31	防护手套（耐油）	1	双	耐油 998	应急物资柜	周峰全
32	防护手套（耐酸碱）	2	双	耐酸碱	应急物资柜	周峰全
33	雨靴	2	双	42	应急物资柜	周峰全
34	安全带	3	套	双钩五点式 2 套 双钩四点式 1 套	应急物资柜	周峰全
35	灭火毯	2	张	1 米 X1 米	应急物资柜	周峰全
36	绳梯	1	个		应急物资柜	周峰全
37	潜水泵	1	台		生产现场	周峰全
38	消防气垫	1	个	3 米 X3 米 X1 米	应急物资柜	周峰全
39	叉车	1	台		停车位	周峰全
40	应急车辆	1	台	GL8	停车场	苏莹莹

事故应急救援器材和装备满足《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB30077-2023 要求。

9.8.5 事故调查和处理

已建立《安全生产事故报告和调查处理制度》，制度中明确提出事故处理“四不放过”原则，并对事故处理的程序进行严格的规定。企业利用安全活动时间，组织员工学习和讨论同行业发生的各类事故，认真吸取事故教训，杜绝类似事故的发生。

该项目于 2022 年 9 月 15 日开始第一次试生产。于 2023 年 9 月 15 日开始第二次试生产，在此期间应急管理部发布了《过氧化企业安全风险隐患排查指南（试行）》和《有机过氧化物生产企业安全风险隐患排查指南（试行）》（2024 年版），对照两个指南要求对现有工艺进行全流程自动化改造，于 2024 年 9 月 14 日第三次试生产至 2025 年 8 月 10 日。未发生过安全事故。试生产运行报告见附件。

9.9 其它方面

9.9.1 与原有设施的衔接情况

大连天籁安全风险管理技术有限公司

该项目为新建项目，无原有设施。

### 9.9.2 与周边社区、生活区的衔接情况

该公司周边有盘锦市中医院、盘锦市人民政府应急管理办公室、辽滨经开区管理委员会、辽滨经开区应急管理部、辽东湾新区公安分局、盘锦市消防局。

在滨海大道北侧，嵩山路西侧有消防站一座，为辽东湾新区石化园区特勤消防站，距离项目用地约 5km，并依托周边企业的应急救援队伍及物资。

辽东湾新区石化园区特勤消防站位于盘锦市辽东湾新区石化园区，项目总投资 4716 万元，该建设项目由综合楼、训练馆、训练塔、设备用房及各类专业训练区构成，项目总用地面积 14831 平方米，总建筑面积 8195.45 平方米。其中综合楼层数为 4 层，包括消防车库、特勤消防站办公、模拟训练中心办公、餐厅、厨房、住宿、学习室等，建筑面积 6242.67 平方米；训练馆层数为 2 层包括体能训练室、篮球场、羽毛球场等。建筑面积 1563.88 平方米。

辽东湾新区共有应急救援队伍 4 支，一是政府直属应急救援大队(新区消防大队)1 支，共有指战员 59 人(干部 8 人，文职人员 4 人，在编消防员 4 人，合同制消防员 47 人)；执勤车辆 13 台，总计载水量 141.6 吨，泡沫 16.8 吨，泡沫储备 50 吨。二是企业救援队伍 3 支，分别为盘锦北方沥青燃料有限公司消防站，共有消防员 40 人，消防车辆 3 台；长春化工(盘锦)有限公司消防站，专职消防员 8 人，兼职消防员 32 人，配备 25 吨泡沫消防车 1 台，紧急应变车辆 1 台；盘锦港消防站，消防员 38 人，执勤车辆 10 台；3 家企业消防站共有消防员 188 人，消防车辆 14 台，器材 2921 件套。

距离本项目最近的医院为盘锦市人民医院，距离约为 14.1km，可以 15min 内到达建设单位。



## 10 可能发生的危险化学品事故及后果、对策

### 10.1 危险化学品事故及后果预测、对策

#### 1) 可能发生的事故

经过分析评价,该项目涉及的易燃易爆物质为叔丁基过氧化氢、环己酮、丁酮、甲基异丁基酮、乙酰丙酮、叔戊基过氧化氢、1,1-双(叔丁基过氧基)-3,3,5-三甲基环己烷等。故可能发生的事故主要是火灾爆炸事故,一旦发生事故,将会造成人员伤亡和财产损失。

使用腐蚀性物质硫酸、磷酸、月桂酰氯、马来酸酐、氢氧化钠溶液等,可能发生的事故有人员灼伤,设备、管线、电气线路等受到腐蚀。同时生产过程中还存在发生容器爆炸、机械伤害、中毒和窒息、触电、高处坠落、车辆伤害和物体打击等事故的可能性。

#### 2) 事故后果预测

通过“区域风险程度分析”,见 F3.6 事故后果模拟,蒸汽云爆炸事故模拟情况:死亡半径为 11.5m,重伤半径为 14.3m,轻伤半径为 21.4m,财产损失半径为 4.7m。

#### 3) 危险化学品事故及对策

该项目可能发生的危险化学品事故主要为火灾爆炸、中毒和窒息,对可能发生的危险化学品事故及对策,见表 10-1。

表 10-1 危险化学品事故及对策

序号	事故类型	事故后果	对策
1	火灾、爆炸	人员伤亡、设备损坏、财产损失	1、立即启动应急预案和现场处置方案； 2、立即判明着火或爆炸部位，尽快切断已着火或爆炸的设备管线，并立即卸压，切断进料； 3、员工使用就近的灭火器材对火源进行扑救； 4、不能有效扑灭火源时，必须马上启动报警装置； 5、立即向上级主管领导汇报，立即启动应急救援预案； 6、立即向消防队报警； 7、根据火灾或爆炸程度，决定局部或全部装置紧急停工； 8、安排两名以上人员佩戴好防护用品从上风向进入现场，如果有人受伤应进行紧急救护，并拨打 120 联系急救； 9、疏散现场人员、设置警戒线，严格限制人员、车辆出入； 10、清除现场可燃物，并利用消火栓、灭火器等消防设施进行扑救，并对泄漏设备及其邻近设备进行冷却；如果火势较大无法熄灭时，应尽可能控制火灾蔓延，待消防车到达现场后，配合消防人员灭火。
2	中毒和窒息	人员中毒、窒息	1、立即启动应急预案和现场处置方案； 2、事故发生者立即向上级主管领导汇报； 3、接到报告后应立即启动应急救援预案； 4、根据事故情况在控制室进行调节，维持操作正常； 5、拨打 120 联系急救； 6、疏散现场人员，设置警戒线，严格限制人员、车辆出入； 7、安排两名以上人员佩戴好防护用品从上风向进入现场，摸清情况切断有毒介质来源； 8、迅速将中毒或窒息者撤离现场，移到空气新鲜流通的安全地带
3	腐蚀灼烫	人员伤亡、设备损坏、财产损失	1、立即启动应急预案和现场处置方案； 2、事故发生者立即向上级主管领导汇报； 3、接到报告后应立即启动应急救援预案； 4、根据事故情况在控制室进行调节，维持操作正常； 5、拨打 120 联系急救； 6、疏散现场人员，设置警戒线，严格限制人员、车辆出入； 7、安排两名以上人员佩戴好防护用品从上风向进入现场，摸清情况切断腐蚀性介质来源； 8、迅速将伤者撤离现场，转移到安全地带进行急救。

## 10.2 事故案例分析

### (1) 事故概况及经过

2002 年 1 月 3 日 07:30，过氧化甲乙酮车间 1 号釜开始生产第一批号产品。08:30，2 号釜开始生产第二批号产品。当天上午回收来的 10 桶(250kg)不合格过氧化甲乙酮(退货产品)临时堆放在邻间的洗衣粉车间内。约 12:00，2 号釜开始生产第五批号产品。此时，在配制作业点上有 21 桶(525kg)半成品，在合成釜西侧地面手推车上 有 275kg 成品。12:25 左右，运料工袁某看

到 2 号釜加料口冒出大量橘黄色烟雾并冲出料液,瞬间燃烧爆炸,大约 15min 后,洗衣粉车间发生更猛烈的爆炸,除西面过氧化苯甲酸叔丁酯车间外,整个厂房坍塌,造成过氧化甲乙酮车间当班的 4 名作业人员死亡。

## (2) 事故原因分析

### 1. 直接原因

①操作不当使合成釜内物料剧烈反应导致冲料,在釜外发生可燃性气液夹带物产生静电火花引起可燃性混合气体燃烧爆炸。

②车间结构不合理,从而使可燃性混合气体燃烧爆炸导致车间内存有的约 800kg 过氧化甲乙酮成品和半成品发生持续燃烧。

③临时堆放在邻间的 10 桶不合格过氧化甲乙酮遇爆炸和持续燃烧,产生分解,发生更猛烈的爆炸。

### 2. 间接原因

①某化工厂车间厂房及工艺设备均未经具有化工专业资质的单位设计和施工安装,不具备危险化学品生产的基本条件。

②企业没有相应的安全生产管理制度和操作规程,没有事故应急救援预案。大部分作业人员没有经过危险化学品安全培训教育,对突发事故应急处理能力差。

③政府有关基层组织和职能部门监管不力,对辖区内危险化学品生产企业存在的问题和严重事故隐患没有给予有力的监督和及时查处, (3) 事故教训

①应加强管理,要经常对职工进行安全教育及操作规程培训,必须使职工(包括操作工人和与其有关的电工、焊工等)理解和掌握所操作设备及内部介质的特性,提高每个职工的安全意识。

②对于新、改、扩建建设项目应履行安全设施“三同时”,在设计阶段对总平面布局、工艺流程等进行合理设计,以预防、减少及控制事故发生及

发展，避免二次事故等。

③设置专门的物品专用仓库，不能随意摆放。

④企业应建立健全安全生产责任制、安全生产规章制度和安全操作规程，编制生产安全事故应急预案，并进行备案及演练。

⑤监管部门应加大监管力度，对危险化学品建设项目进行重点监管，组织隐患排查等。

## 11 事故应急救援预案评价

根据第 10 章分析的可能发生的危险化学品事故及后果情况，根据《中华人民共和国安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》和《生产安全事故应急预案管理办法》等法律、法规要求，该公司高度重视应急救援预案编制与演练工作，遵循以人为本、依法依规、符合实际、注重实效的原则，以应急处置为核心，明确应急职责、规范应急程序、细化保障措施。

### 11.1 事故应急救援预案备案

该项目投产后可能发生的事故主要为火灾爆炸和危险化学品泄漏等事故。辽宁中茂公司已针对可能发生的事故类型编制了《辽宁中茂新材料有限公司生产安全事故综合应急预案》、《辽宁中茂新材料有限公司火灾爆炸事故专项应急预案》和《辽宁中茂新材料有限公司泄漏事故专项应急预案》和 10 个现场处置方案，并通过专家评审，由企业负责人签发后，正式下发，做为企业有法律效力的管理制度。上述预案已在盘锦市应急管理局（辽滨经开区）备案。备案号：LBJKQ-2025-16。

应急救援预案明确了适用范围和应急预案体系，对公司可能发生的事故风险种类和发生的可能性进行分析，明确生产场所危险源和储存场所危险源等两个危险目标；公司成立了事故应急指挥部，组建了抢险救援组、疏散警戒组、善后处理组、通讯信息组等应急小组，并明确各级、各应急小组的应急职责；确定应急响应的分级，明确事故接警、隔离事故现场、设立警戒区、人员疏散、现场处置、事态控制等应急程序，对企业涉及的危险化学品泄漏、火灾爆炸等主要事故风险种类编制了应急处置措施要点；明确了后期处置，保障措施的应急物资配备、应急队伍建设、应急救援评估等具体任务和责任部门；明确应急培训、演练的频次、内容和形式，对预案修订、备案等应急管理提出具体要求。预案的编制符合编制导则的要求。

## 11.2 应急救援预案演练情况

各项预案做到职责明确、反应迅速、处置得当，在日常学习培训的基础上，定期开展各种形式的应急救援预案演练，便于检验制定预案的可行性和可操作性。

根据企业事故风险特点，2022 年 8 月，对叔丁基过氧化氢泄漏着火事故进行应急演练，并对演练过程、演练存在问题及现场处置情况进行总结。2023 年 2 月 23 日对废水泄漏应急处置进行演练，2023 年 6 月 16 日对中毒窒息事故应急演练，2023 年 9 月 19 日对叔丁基过氧-2-乙基己酸酯泄漏着火事故进行应急演练，2023 年 11 月 29 日对物体打击事故进行应急演练，2024 年 3 月 27 日对火灾爆炸事故进行应急演练，2024 年 5 月 25 日对中毒窒息事故进行应急演练，2024 年 5 月 31 日对防汛进行应急演练，2024 年 6 月 19 日对消防进行应急演练，2024 年 8 月 27 日进行综合应急演练，2024 年 12 月 17 日对疏散逃生进行应急演练，2024 年 12 月 21 日对现场发生危险化学品事故进行应急演练，2025 年 2 月 27 日对危险化学品泄漏事故进行应急演练，2025 年 5 月 30 日对防汛进行应急演练，演练照片及演练记录见附件。

应急救援预案演练在演练前制定演练计划，确定演练考评组，对整个演练过程进行综合考评。演练结束后，进行考评总结，对演练存在的问题进行汇总，如是预案制定的问题应对预案进行修订，属于应急救援器材和装备的应及时补充和完善。

## 12 安全评价结论和建议

### 12.1 建设项目安全设施竣工验收评价结论

通过对辽宁中茂公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目进行危险、有害因素辨识，固有危险、有害程度和风险程度评价，安全设施的设计和施工情况分析，安全条件和安全生产条件分析，事故应急救援预案及演练情况分析，本评价得出如下结论：

#### 12.1.1 建设项目所在地的安全条件和与周边的安全防护距离

建设项目周边无《危险化学品建设项目安全评价细则（试行）》（安监总危化[2007]255 号）6.5.1.3 条所列的其他公共设施和敏感区域，符合有关要求。

建设项目所在地的自然条件能满足项目建设的需要，对建设地质条件、地震条件，设计已经采取了相应的对策和措施，可行。

该建设项目的安全条件和周边环境，能够满足《精细化工企业工程设计防火标准》和《建筑设计防火规范》等技术标准的要求。

#### 12.1.2 建设项目安全设施设计的采纳情况和已采用（取）的安全设施水平

该项目现场已严格按照安全设施设计专篇的内容进行施工，选取的安全设施已达到国内同类行业的先进水平，已采用（取）的安全设施能够满足安全生产的要求。

2025 年 4-5 月进行全流程自动化改造设计已按照设计文件进行施工，选取的安全设施已达到国内同类行业的先进水平，已采用（取）的安全设施能够满足安全生产的要求。

安全设施设计中采取的安全设施齐全完善，已全部得到落实，能够按照《精细化工企业工程设计防火标准》等专业规范采取防火、防爆设计，能够根据工艺特点选择生产设备，设置有必要的报警、联锁等安全设施，同时也

能够按照通用的检测和报警、设备安全防护、作业场所防护、泄压和止逆、紧急处理、灭火、紧急个体处置、劳动防护用品、逃生避难、应急救援设施和装备、防止火灾蔓延、安全警示标志等方面设置安全设施。选取的安全设施已达到国内同类行业的先进水平，现安全设施运行良好，可以保证系统的正常生产安全。

### 12.1.3 建设项目试生产（使用）中表现出来的技术、工艺和装置、设备（设施）的安全、可靠性和安全水平

该建设项目在试生产中未发生安全生产事故，工艺设备、储存设施、安全装置、自动控制设施等运行良好，各项工艺技术指标达到设计要求，具有较高的安全可靠性和安全水平。

整体上看，该建设项目技术成熟，工艺可靠，采用的设备、设施符合要求，辅助系统满足项目需要，报警系统完善，日常管理、维护较好，能够满足安全生产的要求。

### 12.1.4 建设项目“两重点一重大”

该项目不涉及国家重点监管的危险化学品；涉及国家重点监管危险化工工艺：过氧化工艺；其生产单元、储存单元均未构成危险化学品重大危险源。

### 12.1.5 存在的问题及整改情况




#### 1) 存在的问题及相关整改建议

评价组通过现场检查和查看公司提供的相关技术资料，采用安全检查表的方式对照检查，发现该建设项目还存在以下问题需要完善，以提高项目运行的安全可靠性的。存在的问题及整改建议统计汇总情况见表 12-1。

表 12-1 发现事故隐患及整改建议

序号	存在问题	依据	隐患照片	整改要求和建议
----	------	----	------	---------



序号	存在问题	依据	隐患照片	整改要求和建议
1	在危险化学品包装上未粘贴的安全标签	《危险化学品仓库储存通则》（GB15603-2022）第 7.5 条，入库物品应附有中文化学品安全技术说明书和安全标签。		在危险化学品包装（包括外包装件）上粘贴或者拴挂与包装内危险化学品相符的化学品安全标签。
2	实验车间一内硫酸罐围堰内未做防腐	《储罐防火堤设计规范》（GB50351-2014）第 4.2.2 条，储存酸、碱等腐蚀性介质的储罐组，防火堤堤身内侧应做防腐蚀处理		硫酸罐围堰内应做防腐处理
3	实验车间一内压力表无最高工作压力指示红线	《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG21-2016 第 9.2.1.2 条，压力表安装前应当进行检定，在刻度盘上应当画出指示工作压力红线，注明下次鉴定时间		压力表安装前应当进行检定，在刻度盘上应当画出指示工作压力红线，注明下次鉴定时间

## 2) 对存在的问题整改复查情况

评价组将上述问题提出后，企业在最短时间内进行了整改，目前已经全部整改完成。该建设项目试运行状况良好，达到了安全验收条件。整改确认报告见附件。

## 3) 重大生产安全事故隐患判定结果

依据《化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）》（安监总管三[2017]12 号）要求，判定辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目不存在重大生产安全事故隐患。

### 12.1.5 结论

辽宁中茂新材料有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目的安全设施达到同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”要求，在试生产后可以满足国家现行有关安全生产法律、法规和部门规章及标准规定和要求的安全生产条件，具备安全设施竣工验收条件。建设项目安全设施竣工验收已通过专

家评审。本次安全生产许可证取证范围：1,1-二-(叔丁基过氧)-3,3,5-三甲基环己烷[57%<含量≤90%,含A型稀释剂≥10%]、1,1-二-(叔丁基过氧)环己烷[52%<含量≤80%,含A型稀释剂≥20%]、3,6,9-三乙基-3,6,9-三甲基-1,4,7-三过氧壬烷[含量≤42%,含A型稀释剂≥58%]、过氧化甲基异丁基酮[含量≤62%,含A型稀释剂≥19%]、过氧化乙酰丙酮[含量≤42%,含水≥8%,含A型稀释剂≥48%,含有效氧≤4.7%]、叔丁基过氧-2-乙基己酸酯[52%<含量≤100%]、过氧化苯甲酸叔戊酯[含量≤100%]、叔戊基过氧-2-乙基己酸酯[含量≤100%]、叔丁基过氧-2-乙基己基碳酸酯[含量≤100%]、叔丁基过氧新戊酸酯[67%<含量≤77%,含A型稀释剂≥23%]、单过氧马来酸叔丁酯[含量≤52%,惰性固体含量≥48%]、过氧-3,5,5-三甲基己酸叔丁酯[32%<含量≤100%]、过乙酸叔丁酯[32%<含量≤52%,含A型稀释剂≥48%]、叔丁基过氧新癸酸酯[77%<含量≤100%]、叔戊基过氧戊酸酯[含量≤77%,含B型稀释剂≥23%]、二叔丁基过氧化物[52%<含量≤100%]、二-叔戊基过氧化物[含量≤100%]、2,5-二甲基-2,5-二-(叔丁基过氧)己烷[52%<含量≤90%,含A型稀释剂≥10%]、过氧化二月桂酰[含量≤42%,在水中稳定弥散]、二-(3,5,5-三甲基己酰)过氧化物[52%<含量≤82%,含A型稀释剂≥18%]、二-(4-叔丁基环己基)过氧重碳酸酯[含量≤42%,在水中稳定弥散]、过二碳酸二-(2-乙基己)酯[含量≤52%]。

## 12.2 建议

根据国、内外同类装置的运行情况，以及国家有关安全生产法律、法规和部门规章及标准，结合该建设项目特点，为确保该建设项目投产后实现长期安全平稳运行，保证作业人员身体健康，提出如下建议：

### 12.2.1 安全设施的更新与改进

企业应关注国内外同类项目的先进技术和安全设施的改进方案，不断更新完善本企业的安全设施，使该项目的安全设施水平持续改进。

### 12.2.2 安全条件和安全生产条件的完善与维护

根据国、内外同类危险化学品生产或者储存装置（设施）持续改进的情况和企业管理模式和趋势，以及国家有关安全生产法律、法规和部门规章及标准的发展趋势，提出如下建议措施：

1) 该项目工艺装置涉及的物料具有易燃、易爆及毒害特性，存在火灾爆炸和中毒的危险性。通过定量计算，该项目反应釜发生火灾爆炸事故时，影响区域均位于实验车间一内部。在设计中采取相应的监测、报警、控制措施，可有效防止和控制其危险化学品泄漏，同时，在应急预案中制定相应的告知、应急处置措施等，可将此类影响降至最低。不会对周边企业造成影响。

2) 依据国家安全生产相关的法律法规，定期对安全生产责任制、安全管理制度及操作规程进行修订，生产过程中对安全管理规章制度的落实情况进行检查、监督。

3) 做好安全阀、压力表等安全附件等强制检测设备的定期校对、检验工作，确保其完好，正常投用。

4) 任何事件的发生都存在潜伏期、发展初期、发展扩大期、发展后期，从管理理念和理论上讲，在发展初期的 5min 左右正确应对，可控制事态的扩大。为此，需要制定针对性强的应急救援预案，并不断加强员工技能教育，定期组织开展多种形式的应急预案演练，不断对预案的实用性、操作性进行完善，提高现场应急处置能力，有效防止事态的发展。

5) 结合该建设项目主要原料有 2-乙基己基氯甲酸酯、过乙酸叔丁酯等有毒物质，长期接触将导致职业病的严重后果，应提高现场管理水平，对生产过程中出现的渗漏、滴漏等问题要及时整改。同时在有可能泄漏的区域设置职业危害警示牌和告知牌、紧急冲洗淋浴设施等，配备应急药品，并应定期检查更新，确保其完好有效。

6) 建议企业按照《精细化工企业安全管理规范》（AQ3062-2025）第 9

章运行管理、第 10 章检维修管理、第 12 章应急管理等相关要求执行。

### 12.2.3 主要装置、设备（设施）和特种设备的维护与保养

1) 生产涉及多种特种设备如叉车等，企业应不断完善特种设备的安全管理，定期进行维护与保养，并按照国家有关规定对特种设备及其安全附件进行检测，保证其安全运行。

2) 定期对防雷防静电装置等强制性检测设施进行检测，保证其完好有效。

3) 定期对消防器材、应急救援设备等进行维护、保养、更换，保证其在事故状态下的有效性。

4) 特种设备操作人员应定期参加相关主管部门组织的安全技能培训，考试合格后，取得特种设备作业人员证书后方可上岗作业。

### 12.2.4 安全生产投入

随着生产装置的长期运行，可能暴露出一些影响安全生产的问题，安全设施失灵、设备出现故障，给安全生产带来一定的威胁，企业应在对该建设项目通过竣工验收以后，将其纳入正常的生产管理体系，建立长效的安全检查、安全评估、隐患治理机制，及时对存在的问题进行解决。同时必须建立安全投入机制，设置专项安全资金，用于治理隐患、配置劳动防护用品、配备应急救援器材和装备、进行事故应急救援预案演练、组织安全培训、设置安全奖励金等。

### 12.2.5 其它方面

1) 企业应严格八大作业（动火、进入受限空间、高处、吊装、临时用电、动土、检维修、盲板抽堵）的安全管理，审查作业过程中风险是否分析全面，确认作业条件是否具备、安全措施是否足够并落实，相关人员是否按要求现场确认、签字。同时，必须加强作业过程监督，作业过程中必须有监护人进行现场监护。防止作业过程中因审批制度不完善、执行不到位导致的

人身伤亡的事故。

2) 建立安全生产信息管理制度, 及时更新信息文件, 保证生产管理、过程危害分析、事故调查、符合性审核、安全监督检查、应急救援等方面的相关人员能够及时获取最新安全生产信息。

3) 建立风险管理制度, 明确风险辨识范围、方法、频次和责任人, 规定风险分析结果应用和改进措施落实的要求, 对生产全过程进行风险辨识分析。采用危险与可操作性分析 (HAZOP) 技术, 每 3 年对涉及重点监管危险化学品生产储存装置进行风险辨识分析; 对其他生产储存装置的风险辨识分析, 针对装置不同的复杂程度, 选用安全检查表、工作危害分析、预危险性分析、故障类型和影响分析 (FMEA)、HAZOP 技术等方法或多种方法组合, 可每 5 年进行一次。

4) 建议依据《生产安全事故应急条例》(国务院令 第 708 号) 第八条: 易燃易爆物品、危险化学品等危险物品的生产、经营、储存、运输单位, 矿山、金属冶炼、城市轨道交通运营、建筑施工单位, 以及宾馆、商场、娱乐场所、旅游景区等人员密集场所经营单位, 应当至少每半年组织 1 次生产安全事故应急救援预案演练, 并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门。

5) 建议依据《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部令 第 2 号) 第三十三条: 生产经营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。

6) 当国家的法律法规及标准规范对安全设施有新的要求时, 本项目应根据其相关内容, 完善安全设施的设置。设备损坏或正常报废时, 或生产工艺过程及作业环境场所和环境发生变化时, 要安装符合现行技术标准要求的安全设施, 减少和杜绝“三违”现象的发生。

7) 根据《安全生产法》第四条，企业应加强安全生产管理，建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

8) 根据《安全生产法》的有关规定，企业应及时修订安全生产责任制，明确主要负责人、安全管理人员的职责；此外，安全生产责任制应当明确各岗位的责任人员、责任范围和考核标准等内容。

9) 根据《生产安全事故应急预案管理办法》第十九条，生产经营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。

10) 根据《国务院安委会办公室关于全面排查整治危险化学品的烟花爆竹企业安全隐患的通知》的规定，企业应建立健全制度，建立安全生产长效机制，检维修作业中，动火、进入受限空间、高处、临时用电等作业安全管理制度执行情况；在生产和施工作业中，做好“四防”（即防火、防爆、防中毒、防跑料串料）安全管理制度建立健全和执行情况。

11) 根据《国务院安全生产委员会关于印发〈全国安全生产专项整治三年行动计划〉的通知》（安委〔2020〕3号）中的相关要求，应全面排查存在的安全隐患，并制定相应的整改措施，确保安全生产。

12) 在检维修作业时，应根据《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB30871-2022）、《关于加强全省化工企业检维修作业安全管理的指导意见》中的相关要求严格执行。

13) 应按《危险化学品单位应急救援物资配备要求》中的相关要求，配备相应的防护物资。

14) 根据《国家安全监管总局关于印发危险化学品从业单位安全生产标准化评审标准的通知》(安监总管三〔2011〕93 号)评审标准第 4.3 条,当国家安全生产法律法规发生变化或企业生产经营发生重大变化时,应及时修订安全生产责任制。

15) 根据《化工企业安全卫生设计规范》第 5.6.2 条,具有化学灼伤危害的作业应采用机械化管道化和自动化并安装必要的信号报警安全联锁和保险装置,不得使用玻璃等易碎材料制成的管道、管件、阀门、流量计、压力计等。

16) 建立风险管理制度,明确风险辨识范围、方法、频次和责任人,规定风险分析结果应用和改进措施落实的要求,对生产全过程进行风险辨识分析。采用危险与可操作性分析(HAZOP)技术,每 3 年对涉及重点监管危险化学品的生产储存装置进行风险辨识分析;对其他生产储存装置的风险辨识分析,针对装置不同的复杂程度,选用安全检查表、工作危害分析、预危险性分析、故障类型和影响分析(FMEA)、HAZOP 技术等方法或多种方法组合,可每 5 年进行一次。

17) 本项目生产涉及特种设备如叉车等,企业应不断完善特种设备的安全管理,定期进行维护与保养,并按照国家有关规定对特种设备及其安全附件进行检测,保证其安全运行。

18) 定期对防雷防静电装置等强制性检测设施进行检测,保证其完好有效。

19) 定期对消防器材、应急救援设备等进行维护、保养、更换,保证其在事故状态下的有效性。

20) 特种设备操作人员应定期参加相关主管部门组织的安全技能培训,考试合格后,取得特种设备作业人员证书后方可上岗作业。

21) 结合该建设项目主要原料有 2-乙基己基氯甲酸酯、过乙酸叔丁酯等

有毒物质，长期接触将导致职业病的严重后果，应提高现场管理水平，对生产过程中出现的渗漏、滴漏等问题要及时整改。同时在有可能泄漏的区域设置职业危害警示牌和告知牌、紧急冲洗淋浴设施等，配备应急药品，并应定期检查更新，确保其完好有效。

22) 根据《辽宁省危险化学品生产企业安全生产许可证实施细则》第三十七条及第四十条，企业在安全生产许可证有效期内危险化学品新建、改建、扩建建设项目且使安全生产许可证载明的许可范围(产品名称、生产能力、生产场所地址)发生变更的；企业应当在建设项目安全设施竣工验收合格之日起 10 个工作日内向原实施机关提出变更申请，提交《变更申请书》、建设项目安全设施竣工验收报告和本实施细则第二十六条中与变更有关的文件、资料，其中安全评价报告可使用《大连辽宁中茂公司化学股份有限公司 3000 吨/年特种功能添加剂项目安全设施竣工验收安全评价报告》。



### 13 与建设单位交换意见情况及隐患整改反馈情况说明

安全验收评价工作组从签订验收评价委托合同开始，就高度重视与辽宁中茂公司的协作与配合，针对评价过程中检查出的各项问题，评价组人员积极与企业一一进行了对接，共同制定了整改方案，建设单位对提出的问题没有异议。

本报告于 2023 年 4 月完成初稿后，及时与辽宁中茂公司的有关领导、工程技术人员、安全管理人员进行了较为广泛的交换意见，上达成了共识。

本项目于 2025 年 4-5 月进行全流程自动化改造设计，于 2025 年 8 月完成初稿，及时与辽宁中茂公司的有关领导、工程技术人员、安全管理人员进行了较为广泛的交换意见，上达成了共识。改造过程中提出的安全隐患已全部整改完成。

针对验收评价提出的安全对策措施和建议，辽宁中茂公司高度重视，进行了研究落实和前期准备工作，为该建设项目的顺利验收打下基础。《整改确认报告》见附件。