附件目录

附件目录 I

F1 选用的安全评价方法简介 1

F1.1 安全检查表法 1

F1.2 危险度评价法 1

F1.3 预先危险性分析（PHA） 2

F1.4 定量风险评价法 3

F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程 4

F2.1 危险、有害因素辨识、分析 4

F2.2 定性、定量分析危险、有害过程 90

F2.3 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程 128

F3 依据的法律、法规、部门规章和标准 133

F3.1 依据的法律、法规 133

F3.2 标准、规范 136

F3.3 相关文件 138

F4 收集的文件、资料目录 140

F1 选用的安全评价方法简介

F1.1 安全检查表法

“安全检查表法”是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况熟悉并富有技术经验的人员，事先对分析对象详尽分析和充分讨论，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、各项赋值标准、评定系统安全等级标准等内容的表格。对系统进行评价、验收时，对照安全检查表逐项进行检查、赋分，从而评价出系统的安全等级。

F1.2 危险度评价法

“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GB50160-1992《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）、《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。

附件表1-2 危险度评价取值表

＼分值 项目＼	A(10分)	B(5分)	C(2分)	D(0分)
物质	1．甲类可燃气体； 2.甲A类可燃液体； 3．甲类固体； 4．极度危害介质。	1．乙类可燃气体； 2．甲B、乙A类可燃液体； 3．乙类固体； 4．高度危害介质。	1．乙B、丙A、B类可燃液体； 2．丙类固体； 3．中、轻度危害介质。	不属于A～C项物质
单元容量	气体1000m^3以上； 液体100m^3以上。	气体500～1000m^3； 液体50～100m^3。	气体100～500m^3； 液体10～50 m^3。	气体<100m^3， 液体<10m^3

＼分值 项目＼	A(10 分）	B(5 分）	C(2 分）	D(0 分）
温度	1000℃以上使用，其操作温度在燃点以上。	1.1000℃以上使用，但其操作温度在燃点以下； 2．在 250～1000℃使用，且其操作温度在燃点以上。	1．在 250～1000℃使用，但其操作温度在燃点以下； 2．在低于 250℃使用，但其操作温度在燃点以上。	2．在低于 250℃使用，但其操作温度在 燃点以下
压力	100MPa 以上	20~100MPa	1~20MPa	1MPa 以下.
操作	1．临界放热和特别剧烈的放热反应操作； 2.在爆炸极限范围内或其附近的操作。	1．中等放热反应操作（如烷基化、酯化、聚合等反应）； 2．系统中进入空气等不纯物质就可能发生危险反应的操作； 3．使用状态为粉状或雾状，且有可能发生粉尘爆炸的反应； 4．单批式操作。	1．轻微放热反应操作（如加氢、异构化、中和等反应）； 2．伴有化学反应的精制操作； 3．单批式，但开始用机械进行程序操作的； 4．有一定危险的操作。	无危险地操作

附件表 1-3 危险度分级表

分值	危险程度	等级
≥16	高度危险	Ⅰ
11-15	中度危险	Ⅱ
1-10	低度危险	Ⅲ

F1.3 预先危险性分析（PHA）

预先危险性分析（PHA）是对系统存在的各种危险因素（类别、分布），出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概率分析的系统安全分析方法。其目的在于早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成事故，避免考虑不周所造成的损失。格式见附件表 1-4。

附件表 1-4 预先危险性分析表格式

事故	触发事件	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

按危险、有害因素导致事故、危害的程度，将危险、有害因素划分为四个等级。见附件表 1-5。

附件表 1-5 危险等级划分表

危险等级	影响程度	定义
Ⅰ级	安全的	尚不能造成事故。
Ⅱ级	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡和财产损失，应予以排除或采取措施。
Ⅲ级	危险的	必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。
Ⅳ级	破坏性的	会造成灾难性事故（伤亡严重、系统破坏），必须立即排除。

F1.4 定量风险评价法

1）定量风险评价

个人风险计算中的危害辨识和评价单元选择、失效场景分析、失效后果分析、个人风险计算和社会风险计算可参照《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）中有关规定执行。其中设备设施的失效场景频率及修正可参照《基于风险检验的基础方法》（SY/T 6714-2008）中有关规定执行。

2）确定外部安全防护距离

根据本公告公布的可接受风险标准及《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/T 37243-2019），通过定量风险评价法得到生产、储存装置的个人可接受风险等值线及社会可接受风险图，以此确定该装置与防护目标的外部安全防护距离。

3）计算方法

本报告采用南京安元科技有限公司推荐使用的定量风险评价法计算模型来计算该项目的外部安全防护距离。

F2 定性、定量分析危险、有害程度的过程

F2.1 危险、有害因素辨识、分析

F2.1.1 危险物质分析

附件表 2-1 液碱

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	氢氧化钠
化学品英文名称：	sodiun hydroxide
中文名称 2：	苛性钠；烧碱
英文名称 2：	caustic soda;sodium hydrate
CAS No.：	1310-73-2
分子式：	NaOH
分子量：	40.01

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氢氧化钠	≥99.5%	1310-73-2

第三部分：危险性概述

危险性类别：	皮肤腐蚀/刺激,类别 1A 严重眼损伤/眼刺激,类别 1
侵入途径：	
健康危害：	本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。
环境危害：	对水体可造成污染。
燃爆危险：	本品不燃，具有强腐蚀性、强刺激性，可致人体灼伤。

第四部分：急救措施

皮肤接触：	立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 分钟。就医。
眼睛接触：	立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟。就医。
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
食入：	用水漱口，给饮牛奶或蛋清。就医。

第五部分：消防措施

危险特性：	与酸发生中和反应并放热。遇潮时对铝、锌和锡有腐蚀性，并放出易燃易爆的氢气。本品不会燃烧, 遇水和水蒸气大量放热, 形成腐蚀性溶液。具有强腐蚀性。
有害燃烧产物：	可能产生有害的毒性烟雾。
灭火方法：	用水、砂土扑救，但须防止物品遇水产生飞溅，造成灼伤。

第六部分：泄漏应急处理

应急处理：	隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。小量泄漏：避免扬尘，用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。大量泄漏：收集回收或运至废物处理场所处置。

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项：	密闭操作。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器，穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套。远离易燃、可燃物。避免产生粉尘。避免与酸类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有

	害物。稀释或制备溶液时，应把碱加入水中，避免沸腾和飞溅。
储存注意事项：	储存于阴凉、干燥、通风良好的库房。远离火种、热源。库内湿度最好不大于 85%。包装必须密封，切勿受潮。应与易（可）燃物、酸类等分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。

第八部分：接触控制/个体防护

职业接触限值	
中国 MAC(mg/m3)：	0.5
前苏联 MAC(mg/m3)：	0.5
TLVTN：	OSHA 2mg/m3
TLVWN：	ACGIH 2mg/m3
监测方法：	酸碱滴定法；火焰光度法
工程控制：	密闭操作。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护：	可能接触其粉尘时，必须佩戴头罩型电动送风过滤式防尘呼吸器。必要时，佩戴空气呼吸器。
眼睛防护：	呼吸系统防护中已做防护。
身体防护：	穿橡胶耐酸碱服。
手防护：	戴橡胶耐酸碱手套。
其他防护：	工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。

第九部分：理化特性

主要成分：	含量: 工业品 一级≥99.5%；二级≥99.0%。
外观与性状：	白色不透明固体，易潮解。
pH：	
熔点(℃)：	318.4
沸点(℃)：	1390
相对密度(水=1)：	2.12
相对蒸气密度(空气=1)：	无资料
饱和蒸气压(kPa)：	0.13(739℃)
燃烧热(kJ/mol)：	无意义
临界温度(℃)：	无意义
临界压力(MPa)：	无意义
辛醇/水分配系数的对数值：	无资料
闪点(℃)：	无意义
引燃温度(℃)：	无意义
爆炸上限%(V/V)：	无意义
爆炸下限%(V/V)：	无意义
溶解性：	易溶于水、乙醇、甘油，不溶于丙酮。
主要用途：	用于肥皂工业、石油精炼、造纸、人造丝、染色、制革、医药、有机合成等。
其它理化性质：	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性：	稳定
禁配物：	强酸、易燃或可燃物、二氧化碳、过氧化物、水。
避免接触的条件：	潮湿空气。
聚合危害：	不聚合
分解产物：	可能产生有害的毒性烟雾。

第十一部分：毒理学资料

急性毒性：	LD50：无资料 LC50：无资料
亚急性和慢性毒性：	
刺激性：	家兔经眼：1%重度刺激。家兔经皮：50mg/24 小时，重度刺激。
致敏性：	
致突变性：	
致畸性：	
致癌性：	

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性：	由于呈碱性，对水体可造成污染，对植物和水生物应给予特别注意。
生物降解性：	
非生物降解性：	
生物富集或生物积累性：	
其它有害作用：	由于呈碱性，对水体可造成污染，对植物和水生生物应给予特别注意。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质：	
废弃处置方法：	处置前应参阅国家和地方有关法规。中和、稀释后，排入废水系统。
废弃注意事项：	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号：	1669
包装标志：	
包装类别：	O52
包装方法：	固体可装入 0.5 毫米厚的钢桶中严封，每桶净重不超过 100 公斤；塑料袋或二层牛皮纸袋外全开口或中开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱；镀锡薄钢板桶（罐）、金属桶（罐）、塑料瓶或金属软管外瓦楞纸箱。
运输注意事项：	铁路运输时，钢桶包装的可用敞车运输。起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与易燃物或可燃物、酸类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。

第十五部分：法规信息

法规信息	危险化学品安全管理条例(2011 年 2 月 16 日国务院第 591 号令颁布，2011 年 12 月 1 日起施行)；《工作场所安全使用化学品规定》([1996]劳部发 423 号)等法规，针对化学危险品的安全使用、生产、储存、运输、装卸等方面均作了相应规定；《危险化学品目录（2015 版）》将该物质列为危险化学品。其它法规：隔膜法烧碱生产安全技术规定 (HGA001-83)；水银法烧碱生产安全技术规定 (HGA002-83)。

第十六部分：其他信息

参考文献：	安全文化网 MSDS 数据库、大连凯飞化工
填表时间：	
填表部门：	
数据审核单位：	
修改说明：	
其他信息：	
MSDS 修改日期：	

附件表 2-2 氯

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	氯
化学品英文名称：	chlorine
中文名称 2：	液氯；氯气
英文名称 2：	liquid chlorine
CAS No.	7782-50-5
分子式：	Cl_2
分子量：	70.91

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氯	≥99.5%	7782-50-5

第三部分：危险性概述

危险性类别：	加压气体 急性毒性－吸入，类别 2 皮肤腐蚀/刺激，类别 2 严重眼损伤/眼刺激，类别 2 特异性靶器官毒性－一次接触，类别 3（呼吸道刺激） 危害水生环境－急性危害，类别 1
侵入途径：	皮肤接触、眼睛接触、吸入
健康危害：	对眼、呼吸道粘膜有刺激作用。 急性中毒：轻度者有流泪、咳嗽、咳少量痰、胸闷，出现气管炎和支气管炎的表现；中度中毒发生支气管肺炎或间质性肺水肿，病人除有上述症状的加重外，出现呼吸困难、轻度发绀等；重者发生肺水肿、昏迷和休克，可出现气胸、纵隔气肿等并发症。吸入极高浓度的氯气，可引起迷走神经反射性心跳骤停或喉头痉挛而发生“电击样”死亡。皮肤接触液氯或高浓度氯，在暴露部位可有灼伤或急性皮炎。 慢性影响：长期低浓度接触，可引起慢性支气管炎、支气管哮喘等；可引起职业性痤疮及牙齿酸蚀症。
环境危害：	对环境有严重危害，对水体可造成污染。
燃爆危险：	本品助燃，高毒，具有刺激性。

第四部分：急救措施

皮肤接触：	立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。就医。
眼睛接触：	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。
食入：	不会通过该途径接触

第五部分：消防措施

危险特性：	本品不会燃烧， 但可助燃。一般可燃物大都能在氯气中燃烧，一般易燃气体或蒸气也都能与氯气形成爆炸性混合物。氯气能与许多化学品如乙炔、松节油、乙醚、氨、燃料气、烃类、氢气、金属粉末等猛烈反应发生爆炸或生成爆炸性物质。它几乎对金属和非金属都有腐蚀作用。
有害燃烧产物：	氯化氢。
灭火方法：	本品不燃。消防人员必须佩戴过滤式防毒面具（全面罩）或隔离式呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。切断气源。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉。

第六部分：泄漏应急处理

应急处理：	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即进行隔离，小泄漏时隔离 150m，大泄漏时隔离 450m，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸

	器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，用管道将泄漏物导致还原剂（酸式硫酸钠或酸式碳酸钠）溶液。也可以将漏气钢瓶浸入石灰乳液中。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项：	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴空气呼吸器，穿戴面罩式胶布防毒衣，戴橡胶手套。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与醇类接触。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储存注意事项：	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。应与易（可）燃物、醇类、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。应严格执行剧毒物品“五双”管理制度。

第八部分：接触控制/个体防护

中国 MAC(mg/m^3)：	1
监测方法：	甲基橙分光光度法
工程控制：	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护：	空气中浓度超标时，建议佩戴空气呼吸器或氧气呼吸器。紧急事态抢救或撤离时，必须佩戴氧气呼吸器。
眼睛防护：	呼吸系统防护中已做防护。
身体防护：	穿戴面罩式胶布防毒衣。
手防护：	戴橡胶手套。
其他防护：	工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

第九部分：理化特性

主要成分：	含量： 工业级≥99.5%。
外观与性状：	黄绿色、有刺激性气味的气体。
pH:	无意义
熔点（℃）：	-101
沸点（℃）：	-34.5
相对密度（水=1)：	1.41(20℃)
相对蒸气密度（空气=1)：	2.5
饱和蒸气压（kPa）：	673(20℃)
燃烧热（kJ/mol）：	无意义
临界温度（℃）：	144
临界压力（MPa）：	7.71
辛醇/水分配系数的对数值：	0.85
闪点（℃）：	无意义
引燃温度（℃）：	无意义
爆炸上限%(V/V)：	无意义
爆炸下限%(V/V)：	无意义
溶解性：	易溶于水、碱液、氯化物和醇类。
主要用途：	用于漂白，制造氯化合物、盐酸、聚氯乙烯等。

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性：	稳定
禁配物：	易燃或可燃物、醇类、乙醚、氢。
避免接触的条件：	无资料

聚合危害：	不聚合
分解产物：	无资料

第十一部分：毒理学资料

急性毒性：	LD_{50}：无资料 LC_{50}:850mg/m^3，1 小时（大鼠吸入）
亚急性和慢性毒性：	家兔吸入 2～5mg/m^3，每天 5h，1～9 个月出现消瘦、上呼吸道炎、肺炎、胸膜炎及肺气肿等。大鼠吸入 41～97mg/m^3，每天 1～2h，3～4 周，引起严重但非致死性气肿与气管病变。
刺激性：	无资料
致敏性：	无资料
致突变性：	细胞遗传学分析：人淋巴细胞 20ppm。精子形态学分析：小鼠经口 20mg/kg（5d）（连续）。微生物学致突变；鼠伤寒沙门菌 1800μg/L
致畸性：	无资料
致癌性：	无资料

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性：	LC_{50}:0.44mg/ L，（96h）（蓝鳃太阳鱼；0.49mg/ L，（96h）（水蚤）
生物降解性：	无资料
非生物降解性：	无资料
生物富集或生物积累性：	无资料
其它有害作用：	该物质对环境有严重危害，应特别注意对水体的污染，对鱼类和动物应给予特别注意。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质：	把废气通入过量的还原性溶液（亚硫酸氢盐、亚铁盐、硫代亚硫酸钠溶液）中，中和后用水冲入下水道。
废弃处置方法：	把废气通入过量的还原性溶液（亚硫酸氢盐、亚铁盐、硫代亚硫酸钠溶液）中，中和后用水冲入下水道。
废弃注意事项：	处置前应参阅国家和地方有关法规

第十四部分：运输信息

包装标志：	有毒气体；腐蚀品
包装类别：	Ⅱ
包装方法：	钢质气瓶。
运输注意事项：	本品铁路运输时限使用耐压液化气企业自备罐车装运，装运前需报有关部门批准。铁路运输时应严格按照铁道部《危险货物运输规则》中的危险货物配装表进行配装。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物、醇类、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒。公路运输时要按规定路线行驶，禁止在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。

第十五部分：法规信息

法规信息	《化学危险物品安全管理条例》（国务院令第 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行）；危险性类别依据《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》（安监总厅管三〔2015〕80 号）；《危险化学品目录（2015 版）》将该物质列为剧毒化学品；《工作场所有害因素职业接触限值（化学有害因素）（GBZ2.1-2007）。其它法规：《氯气安全规程》 (GB11984-2008)。

第十六部分：其他信息

参考文献：	《危险化学品安全技术全书》第二版 第一卷 张海峰主编 化学工业出版社

填表时间：	
填表部门：	
数据审核单位：	
修改说明：	
其他信息：	

附件表 2-3　氮[压缩的或液化的]

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	氮[压缩的或液化的]
化学品英文名称：	nitrogen
中文名称 2：	
英文名称 2：	
CAS No.	7727-37-9
分子式：	N_2
分子量：	28.01

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
氮	≥99.5%	7727-37-9

第三部分：危险性概述

危险性类别：	加压气体
侵入途径：	
健康危害：	空气中氮气含量过高，使吸入气氧分压下降，引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时，患者最初感到胸闷、气短、疲软无力；继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳，称之为“氮酩酊”，可进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度，患者可迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。 潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用；若从高压环境下过快转入常压环境，体内会形成氮气气泡，压迫神经、血管或造成微血管阻塞，发生“减压病”。
环境危害：	
燃爆危险：	本品不燃。

第四部分：急救措施

皮肤接触：	
眼睛接触：	
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。
食入：	

第五部分：消防措施

危险特性：	若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
有害燃烧产物：	氮气。
灭火方法：	本品不燃。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。

第六部分：泄漏应急处理

应急处理：	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

第七部分：操作处置与储存

操作注意事项：	密闭操作。密闭操作，提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬运时轻装轻卸，

	防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。
储存注意事项：	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。

第八部分：接触控制/个体防护

职业接触限值	
中国 MAC(mg/m3)：	未制定标准
苏联 MAC(mg/m3)：	未制定标准
TLVTN:	ACGIH 窒息性气体
TLVWN:	未制定标准
监测方法：	
工程控制：	密闭操作。提供良好的自然通风条件。
呼吸系统防护：	一般不需特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18%时，必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。
眼睛防护：	一般不需特殊防护。
身体防护：	穿一般作业工作服。
手防护：	戴一般作业防护手套。
其他防护：	避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。

第九部分：理化特性

主要成分：	含量： 高纯氮≥99.999%; 工业级 一级≥99.5%; 二级≥98.5%。
外观与性状：	无色无臭气体。
pH:	
熔点（℃）：	-209.8
沸点（℃）：	-195.6
相对密度（水=1)：	0.81(-196℃)
相对蒸气密度（空气=1)：	0.97
饱和蒸气压（kPa）：	1026.42(-173℃)
燃烧热（kJ/mol）：	无意义
临界温度（℃）：	-147
临界压力（MPa）：	3.40
辛醇/水分配系数的对数值：	无资料
闪点（℃）：	无意义
引燃温度（℃）：	无意义
爆炸上限%(V/V)：	无意义
爆炸下限%(V/V)：	无意义
溶解性：	微溶于水、乙醇。
主要用途：	用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂，冷冻剂。
其它理化性质：	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性：	
禁配物：	
避免接触的条件：	
聚合危害：	
分解产物：	

第十一部分：毒理学资料

急性毒性：	LD50：无资料 LC50：无资料
亚急性和慢性毒性：	

刺激性：	
致敏性：	
致突变性：	
致畸性：	
致癌性：	

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性：	
生物降解性：	
非生物降解性：	
生物富集或生物积累性：	
其它有害作用：	无资料。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质：	
废弃处置方法：	处置前应参阅国家和地方有关法规。废气直接排入大气。
废弃注意事项：	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号：	172
包装标志：	
包装类别：	O53
包装方法：	钢制气瓶；安瓿瓶外普通木箱。
运输注意事项：	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒。铁路运输时要禁止溜放。

第十五部分：法规信息

法规信息	《化学危险物品安全管理条例》（国务院令第 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行）；危险性类别依据《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》（安监总厅管三〔2015〕80 号）；《危险化学品目录（2015 版）》将该物质列为危险化学品；《工作场所有害因素职业接触限值（化学有害因素）（GBZ2.1-2007）。

第十六部分：其他信息

参考文献：	
填表时间：	
填表部门：	
数据审核单位：	
修改说明：	
其他信息：	
MSDS 修改日期：	

附件表 2-4 次氯酸钠溶液[含氯<4%]

第一部分：化学品名称

化学品中文名称：	次氯酸钠溶液[含氯<4%]
化学品英文名称：	sodium hypochlorite solution
中文名称 2：	
英文名称 2：	
CAS No.：	7681-52-9
分子式：	NaClO

分子量：	74.44

第二部分：成分/组成信息

有害物成分	含量	CAS No.
次氯酸钠溶液		7681-52-9

第三部分：危险性概述

危险性类别：	皮肤腐蚀/刺激,类别 1B 严重眼损伤/眼刺激,类别 1 危害水生环境-急性危害,类别 1 危害水生环境-长期危害,类别 1
侵入途径：	
健康危害：	经常用手接触本品的工人，手掌大量出汗，指甲变薄，毛发脱落。本品有致敏作用。本品放出的游离氯有可能引起中毒。
环境危害：	
燃爆危险：	本品不燃，具有腐蚀性，可致人体灼伤，具有致敏性。

第四部分：急救措施

皮肤接触：	脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗。
眼睛接触：	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
食入：	饮足量温水，催吐。就医。

第五部分：消防措施

危险特性：	受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气。具有腐蚀性。
有害燃烧产物：	氯化物。
灭火方法：	采用雾状水、二氧化碳、砂土灭火。

第六部分：泄漏应急处理

应急处理：	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。尽可能切断泄漏源。小量泄漏：用砂土、蛭石或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。

第七部分：操作处置与储存

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。建议操作人员佩戴直接式防毒面具（半面罩），戴化学安全防护眼镜，穿防腐工作服，戴橡胶手套。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与碱类接触。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。
储存注意事项：	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与碱类分开存放，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。

第八部分：接触控制/个体防护

职业接触限值	
中国 MAC(mg/m3)：	未制定标准
前苏联 MAC(mg/m3)：	未制定标准
TLVTN：	未制定标准
TLVWN：	未制定标准
监测方法：	
工程控制：	生产过程密闭，全面通风。提供安全淋浴和洗眼设备。
呼吸系统防护：	高浓度环境中，应该佩戴直接式防毒面具（半面罩）。
眼睛防护：	戴化学安全防护眼镜。
身体防护：	穿防腐工作服。

手防护：	戴橡胶手套。
其他防护：	工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。注意个人清洁卫生。

第九部分：理化特性

主要成分：	含量: 工业级 (以有效氯计)一级 13%；二级 10%。
外观与性状：	微黄色溶液，有似氯气的气味。
pH：	
熔点(℃)：	-6
沸点(℃)：	102.2
相对密度(水=1)：	1.10
相对蒸气密度(空气=1)：	无资料
饱和蒸气压(kPa)：	无资料
燃烧热(kJ/mol)：	无意义
临界温度(℃)：	无资料
临界压力(MPa)：	无资料
辛醇/水分配系数的对数值：	无资料
闪点(℃)：	无意义
引燃温度(℃)：	无意义
爆炸上限%(V/V)：	无意义
爆炸下限%(V/V)：	无意义
溶解性：	溶于水。
主要用途：	用于水的净化，以及作消毒剂、纸浆漂白等，医药工业中用制氯胺等。
其它理化性质：	

第十部分：稳定性和反应活性

稳定性：	
禁配物：	碱类。
避免接触的条件：	
聚合危害：	
分解产物：	

第十一部分：毒理学资料

急性毒性：	LD50：8500 mg/kg(小鼠经口) LC50：无资料
亚急性和慢性毒性：	
刺激性：	
致敏性：	
致突变性：	
致畸性：	
致癌性：	

第十二部分：生态学资料

生态毒理毒性：	
生物降解性：	
非生物降解性：	
生物富集或生物积累性：	
其它有害作用：	无资料。

第十三部分：废弃处置

废弃物性质：	
废弃处置方法：	处置前应参阅国家和地方有关法规。用安全掩埋法处置。

废弃注意事项：	

第十四部分：运输信息

危险化学品序号：	166
包装标志：	
包装类别：	O53
包装方法：	耐酸坛或陶瓷瓶外普通木箱或半花格木箱；玻璃瓶或塑料桶（罐）外普通木箱或半花格木箱；磨砂口玻璃瓶或螺纹口玻璃瓶外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱。
运输注意事项：	起运时包装要完整，装载应稳妥。运输过程中要确保容器不泄漏、不倒塌、不坠落、不损坏。严禁与碱类、食用化学品等混装混运。运输时运输车辆应配备泄漏应急处理设备。运输途中应防暴晒、雨淋，防高温。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。

第十五部分：法规信息

法规信息	《化学危险物品安全管理条例》(国务院令第 591 号 2011 年 12 月 1 日起施行）；危险性类别依据《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》（安监总厅管三〔2015〕80 号）；《危险化学品目录（2015 版）》将该物质列为危险化学品；《工作场所有害因素职业接触限值（化学有害因素）（GBZ2.1-2007）。

F2.1.2 生产过程中危险、有害因素分析

F2.1.2.1 主要生产过程中危险、有害因素分析

1）泄漏

（1）液氯卸车区发生泄漏事故危险有害因素分析

a.人的因素

①违章操作

卸车作业前在进行液氯鹤管与槽车接管作业时，未将液氯鹤管对接完好，可能发生液氯泄漏风险。

未按操作规程进行液氯槽车对位、连接鹤管、泄压、卸车；野蛮插拔鹤管；超压卸车；未置换、未检测就进行接管作业；卸车过程擅自离开岗位。

②误操作

检修作业中误割正常使用的液氯管道，导致液氯大量泄漏。

紧急情况下未能正确操作紧急切断系统远控阀。

③应急处置能力不足

操作人员缺乏应急培训，泄漏发生后不知所措。

未能及时采取有效堵漏措施，导致事故扩大。

④安全意识淡薄

企业负责人和安全管理人员存在侥幸心理，对标准规范执行流于形式。对液氯毒性、腐蚀性认识不足，存在侥幸心理；作业前未检查防护用品，简化作业流程。

⑤监护缺失：卸车作业无人监护，监护人员未履职，不能及时发现异常、启动应急。

b 物的因素

①设备本体缺陷：

液氯槽车罐体、阀门、法兰腐蚀、裂纹、沙眼；安全阀、压力表、液位计失效，超压无法泄压。

卸车万向节有砂眼、密封垫破损；鹤管超期使用，反复使用造成疲劳开裂。

②附件与材料问题：密封垫片材质不耐液氯腐蚀；阀门内漏、外漏；盲板缺失或规格不符。

③物料危险性：液氯为剧毒、强氧化性、强腐蚀性介质；常温下汽化，形成有毒黄绿色氯气，可致人中毒死亡；

④应急设施缺陷：氯气吸收装置、碱液喷淋系统故障；应急吸收池碱液浓度不足；堵漏工具、防护器材缺失或失效；有毒气体报警器故障、未校准，无法早期报警。

⑤安全附件失效

拉断阀致断螺栓长期疲劳运行，阀芯锈蚀卡滞、弹簧无法回弹，应急封闭功能完全丧失。

止回阀失效，液氯气化器内压力反冲导致管道产生裂纹。

槽车罐紧急切断系统功能失效，无法远程关闭-。

⑥管道与连接件缺陷

万向节（鹤管）存在局部严重减薄，充装压力超过承载能力导致塑性断裂。

管道安装中擅自改变材质，埋下隐患-。

管道螺栓数量不足，造成氯气大量泄漏。

⑦三氯化氮积聚

原料液氯中含有三氯化氮等杂质，导致液氯气化不完全造成三氯化氮聚集，遇撞击、碰撞造成爆炸泄漏风险。

三氯化氮在气化器内富集达到爆炸极限，受外来影响发生爆炸泄漏风险。

⑧设备超压

在卸车过程中，对槽车增压时，其工作压力超过槽车设计压力或槽车安全泄放设施故障，可能会造成槽车爆炸泄漏风险。

c 环境因素：

气象条件：大风天气会加速氯气扩散，扩大中毒影响范围；低温造成管道、阀门脆性断裂；高温环境导致液氯槽车压力升高，增加泄漏风险；雨天潮湿环境加速设备腐蚀。

现场布置：卸车区通风不良，氯气易积聚低洼处；现场地面与空间：卸车区地面不防渗；照明不足，夜间作业看不清泄漏点。

周边干扰：外部车辆冲撞槽车或卸车管线；外来无关人员进入卸车作业区。

d 管理因素

制度不完善：液氯卸车专项操作规程、泄漏应急处置预案不完善；作业许可制度不落实，未执行危险作业票证管理，未开展作业前风险辨识。

培训与交底不足：未定期开展液氯安全、应急处置培训；新员工未持证

上岗；每次卸车前未进行安全技术交底。

设备管理缺陷：设备、管线、软管未按周期检测检验；日常巡检不到位，未及时发现腐蚀、渗漏隐患；特种设备未按期校验。

作业管理不严：未落实双人作业、专人监护制度；外来槽车司机资质、车辆资质审查流于形式；车辆进场未检查罐体、阀门状态。

应急管理短板：未定期开展氯气泄漏应急演练；应急物资未定期检查维护；应急预案未定期修订；未建立泄漏事故上报机制。

隐患整改不到位：日常检查发现的泄漏隐患、报警器失效等问题长期未闭环整改。

（2）液氯汽化区发生泄漏事故危险有害因素分析

a.人的因素

违章操作：操作人员违规开大蒸汽加热介质，造成汽化器超温超压；升温速度过快；启停操作不按规程；擅自摘除安全阀、联锁保护；巡检时违规敲击设备。

安全知识与应急能力不足：不熟悉液氯、氯气理化特性，不了解汽化区超压泄漏风险；发生泄漏后处置错误，盲目靠近泄漏点、错误选择堵漏方式，造成中毒或扩大泄漏。

作业监护不到位：检修、在线处理隐患时无人监护；监护人员履职差，不能及时发现温度、压力异常。

负荷超限：疲劳作业、带病上岗，注意力不集中，未能及时发现早期泄漏异味、报警信号。

辨识功能缺陷：若操作人员辨识功能缺陷造成管线泄漏未及时发现，可能会造成泄漏风险。

指挥错误：指挥人员对液氯汽化工艺风险认识不足，违章下达作业指令，如强行提高加热介质温度、超压运行汽化器；在设备存在腐蚀缺陷、仪表报

警异常情况下，指挥继续带故障运行，不及时停机处置，诱发泄漏。汽化区检修、带压检查、更换垫片等危险作业时，指挥未落实作业票要求；未统筹隔离、置换、检测方案，盲目指挥人员开展作业；未合理安排作业人员数量、岗位分工，缺少监护安排。

b 物的因素

设备本体缺陷：

液氯汽化器壳体、换热管受液氯腐蚀、应力腐蚀开裂，产生裂纹穿孔；设备焊缝、接管存在先天缺陷，长期运行发生渗漏。

管道、弯头、法兰长期受氯气腐蚀，壁厚减薄；阀门阀芯、填料腐蚀失效，发生外漏；盲板、密封垫片材质不耐氯气腐蚀，老化破损。

安全附件失效：氯气压力表、温度表失灵；安全阀锈蚀、卡涩，超压不能起跳；压力、温度高联锁失效，无法自动切断加热介质；氯气有毒气体探测器未校准、损坏，泄漏无法早期报警。

换热介质风险：蒸汽加热温度过高，造成汽化器内压力急剧升高，引发设备破裂；加热盘管泄漏，水进入液氯侧，引发剧烈反应、腐蚀加剧。

物料危险性：液氯剧毒、强氧化、强腐蚀；泄漏后迅速汽化为黄绿色有毒氯气，相对密度大于空气，易在低洼处积聚，造成人员中毒；遇油脂、有机物可发生燃烧。

应急设施缺陷：区域碱液喷淋吸收装置故障、碱液浓度不足；应急堵漏工具、防护器材缺失或失效；围堰、废液收集池破损，泄漏物料无法收集。

噪声：蒸汽加热过程因高压蒸汽快速流动造成的噪声危害。

振动：蒸汽加热过程高压蒸汽快速流动造成的振动危害。

信号缺陷：有毒气体报警信号不明显、不清楚，造成泄漏后有毒气体不能及时报警或报警显示不清楚。

标志标识缺陷：液氯储罐厂房内未设置有毒、防护用品、安全疏散等警

示标志标识。

c 环境因素

气象条件：气温升高，系统静态压力上升；低温环境造成法兰、垫片冷脆开裂；大风影响氯气扩散方向，小风/无风天气氯气积聚在汽化区低洼位置，加重中毒风险。

现场布局与通风：汽化区通风不良，氯气易积聚；区域靠近控制室、人员通道；周边存在油脂、有机物等可燃物，易引发次生火灾。

现场条件：区域照明不足，夜间巡检难以发现微小泄漏；地面未做防渗防腐；通道堆放杂物，堵塞应急撤离通道；设备基础沉降，造成管线拉裂。

外部干扰：外来车辆、吊装作业撞击管线设备；震动造成管道焊缝、密封部位疲劳开裂。

（3）事故氯吸收装置发生泄漏事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作：启停吸收装置操作顺序错误，先停循环碱液后停氯气进气，造成氯气未被吸收、超压外溢；擅自降低碱液投加量；违规超流量进气；检修时未切断氯气来源、未置换，直接开盖、拆法兰。

巡检与判断失误：巡检人员未重点查看塔体、泵体、法兰、填料密封点；忽视 pH、液位异常报警，未能早期预判氯气逸出；误把尾气含氯超标当作正常现象。

作业监护缺失：吸收塔、循环泵检修属于危险作业，无专人监护；监护人员对氯气、碱液复合风险不清楚，无法及时制止违章。

应急处置能力不足：发生氯气外溢或碱液泄漏时处置错误；盲目靠近泄漏点；未优先切断氯气来源；碱液喷溅后处置不当，造成泄漏。

b 物的因素

设备本体腐蚀失效吸收塔、碱液槽、循环管线长期接触碱液、次氯酸钠、

湿氯气，发生应力腐蚀、点蚀；塔内填料支撑件腐蚀破损；设备焊缝、接管腐蚀减薄穿孔，引发氯气或碱液泄漏。液碱吸收氯气产生次氯酸钠，次氯酸钠具有腐蚀性，易腐蚀吸收塔，造成泄漏风险。

泵、阀门、密封件缺陷碱液循环泵机械密封磨损失效，发生碱液泄漏；阀门填料老化、腐蚀；法兰垫片不耐次氯酸钠腐蚀，老化破损；盲板选型错误，密封失效。

仪表与安全附件故障 pH 计、液位计、尾气氯气检测仪失效，无法监控碱液吸收能力；进气压力变送器失灵；联锁保护失效，碱液低位/低 pH 时不能自动切断氯气进气；安全阀堵塞、卡涩。

物料危险性：皮肤接触液氯可引起严重冻伤。皮肤接触高浓度氯气，在暴露部位可引起灼伤或急性炎症。眼睛接触液氯可引起眼角膜冻伤。眼睛接触氯气可导致刺激、畏光、流泪、角膜混浊，引起急性角膜炎，高浓度造成角膜损伤。吸入氯气会造成接触者急性中毒，轻者流泪、咽痛、咳嗽、咳少量痰、继而咳嗽加剧，出现胸闷、气急、胸骨后疼痛、呼吸困难或哮喘发作，有时伴有恶心、呕吐、腹胀、上腹疼等消化系统症状或头晕、头疼、烦躁、嗜睡等神经系统症状。次氯酸钠：不稳定，受热、酸性条件下会分解释放出氯气。

事故氯吸收塔、泵、循环槽、废气管道选用非耐腐蚀材料，可能会发生腐蚀泄漏风险。吸收塔等附属安全设施选用非耐腐蚀材料，可能会因安全设施失效造成泄漏风险。循环吸收液氢氧化钠浓度和温度在线检测系统故障或失效，可能会造成氯气吸收不完全造成氯气泄漏风险。尾气循环泵、事故风险密封不严或密封失效，可能会造成氯气泄漏风险。循环泵、事故氯风机设备未配备备用设备，可能会造成泄漏的氯气无法引入尾气系统，造成泄漏风险。

c 环境因素

气象条件：高温环境加速次氯酸钠分解，释放氯气；低温造成垫片、管线冷脆开裂。

现场条件：夜间照明不足，不易发现微小泄漏；地面未做防腐防渗；通道堆放杂物，堵塞应急疏散、抢险通道；设备基础沉降，拉扯管线造成焊缝开裂。

外部干扰：车辆、检修机具撞击管线设备；周边作业震动，造成密封部位疲劳渗漏。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少事故氯吸收装置专项操作规程；检修、带压作业票证管理不落实；氯气泄漏、碱液灼伤专项应急预案不完善。

培训交底不足：岗位人员对吸收原理、pH 控制要求、次氯酸钠分解风险掌握不足；作业前安全技术交底流于形式。

设备管理缺陷：设备腐蚀检查、定期检验不到位；管线、塔体腐蚀台账缺失；仪表、联锁未按期校验；未定期更换易腐蚀密封件。

工艺管控不到位：碱液浓度及温度不到位，碱液失效后继续接收氯气；变更管理缺失，设备材质、药剂变更未开展风险评估。

应急管理缺陷：未定期开展氯气泄漏+碱液灼伤联合应急演练；应急喷淋、洗眼器、防毒面具未定期检查；隐患排查发现的腐蚀、仪表异常未闭环整改。

（4）液碱卸车发生泄漏事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章作业：槽车对位不当；未检查连接软管、快速接头就开始卸车；卸车过程中擅自超流量输送；野蛮拆装接头，造成密封失效；卸车时离岗。

安全意识不足：低估液碱灼伤风险，作业简化流程；作业前未检查防护用品；心存侥幸，不按要求落实作业监护。

操作技能不足：不熟悉液碱卸车流程；无法识别软管鼓包、渗漏等泄漏前兆；

个体防护不到位：未佩戴耐碱防护面罩、耐碱手套、耐碱防护服；防护用品破损、老化仍继续使用。

监护不到位：卸车作业无人监护；监护人员未全程在岗，不能及时发现泄漏、制止违章操作。

人员身体状态差：疲劳、带病上岗，注意力不集中，不能及时发现异常。

b 物的因素

设备与连接部件缺陷槽车卸料阀门、法兰腐蚀、内漏；卸车软管老化、超期使用；快速接头卡扣损坏、密封垫老化破损；卸车管道、弯头、法兰壁厚减薄；管线阀门、法兰密封不严。

安全附件、仪表缺陷液位计失效，造成储罐冒罐溢流；压力表损坏，无法监控输送压力；紧急切断阀故障，泄漏时无法快速切断物料。

物料危险性：液碱具有强腐蚀性，接触人体造成化学灼伤；溅入眼睛可致失明；接触铝、锌等金属释放氢气，存在燃爆风险；液碱遇清水稀释会释放大量热。

应急设施缺陷：卸车区洗眼器、应急喷淋装置堵塞、无水、失效；围堰破损；吸附棉、耐碱堵漏工具缺失。

防护设施：液碱罐区未设置防撞柱等防护设施。

标志标识缺陷：标志标识不清晰造成槽车撞击液碱储罐，造成液碱泄漏。

c 环境因素

气象条件：冬季低温造成软管、垫片变硬脆化开裂；夏季高温加速橡胶软管老化；雨天雨水进入围堰，稀释液碱并扩大漫流范围。

现场作业条件：夜间照明不足，微小泄漏难以发现；地面未做防渗防腐；现场杂物堆放堵塞应急通道；场地不平，液碱易向外漫流；围堰有缝隙。

外部干扰：车辆移动、碰撞卸料管线；周边作业振动造成接头松动。

2）中毒

（1）液氯卸车区发生中毒事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章作业诱发泄漏，进而中毒：操作人员违规对位槽车、野蛮拆装卸车鹤管；未泄压、未置换直接拆卸管线；超压卸车；作业过程中擅自离岗，不能及时发现泄漏，导致氯气持续逸散。

个体防护缺失或使用不当：巡检、卸车作业未佩戴氯气防毒面具，或防毒面具选型错误、滤毒罐失效；面具佩戴不密封；未按要求穿戴防护用品，一旦泄漏直接吸入氯气。

安全认知不足、应急处置错误：不熟悉氯气毒性、氯气比空气重易低洼积聚的特点；发生泄漏后处置不当，盲目进入泄漏区域堵漏；错误向下风向、低洼处逃生，吸入高浓度氯气造成中毒。

监护不到位：卸车作业无专人监护，监护人员未全程值守；不能第一时间发现泄漏、报警、组织撤离；人员中毒后无法及时开展救援；盲目施救。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，反应迟缓，报警信号、泄漏异味不能及时察觉。

b 物的因素

设备、连接部件失效引发氯气泄漏：槽车罐体、阀门、法兰腐蚀、裂纹；卸车金属软管老化、疲劳开裂；密封垫片腐蚀破损；快速接头损坏，造成液氯泄漏汽化，产生有毒氯气。

安全监测与联锁失效：区域氯气有毒气体报警器故障、未校准，泄漏早期无法报警；压力、液位监测仪表失灵，不能及时发现超压泄漏；紧急切断阀卡涩，泄漏时无法切断液氯进料。

物料危险特性：液氯常温下快速汽化为黄绿色氯气，剧毒、密度大于空

气，易积聚在低洼处；低浓度刺激呼吸道，高浓度可造成肺水肿、窒息死亡。

应急防护与吸收设施缺陷：碱液喷淋吸收装置故障、碱液浓度不足，无法有效吸收泄漏氯气；防毒面具、滤毒罐、堵漏器材缺失或过期失效；洗消设施不完好；

c 环境因素

气象条件：无风/微风天气，氯气不易扩散，在卸车区低洼积聚；风向变化，有毒气体突然飘向作业人员；高温环境提升槽车压力，增大泄漏概率；低温造成垫片冷脆开裂。

现场布局与通风条件：卸车区通风不良，氯气容易沉积；卸车点靠近人员操作岗位、通道；区域低洼，形成氯气积聚区。

现场作业条件：夜间照明不足，难以发现微小泄漏；现场通道堆放杂物，阻碍人员紧急撤离；地面低洼，氯气蓄积。

外部干扰：外来车辆撞击槽车、卸车管线；周边作业振动，造成接头松动泄漏。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少液氯卸车专项操作规程；氯气中毒事故专项应急预案缺失；危险作业票证管理流于形式，卸车前未开展风险辨识。

培训交底不足：岗位人员氯气危害、中毒急救、逃生路线培训不到位；作业前安全交底不充分，人员不熟悉报警方式、疏散方向。

设备管理存在缺陷：槽车、卸车软管、压力附件未按期检验；有毒气体报警器、联锁装置未定期校验；腐蚀隐患巡检不到位，隐患长期存在。

作业管理不严：槽车进场资质、罐体阀门检查走过场；未严格执行双人作业、专人监护制度；变更管理缺失，管线、密封材料更换未评估风险。

应急管理缺陷未定期开展氯气泄漏中毒应急演练；应急防护器材未定期检查；发生中毒后救援流程不清；排查出的隐患未闭环整改。

（2）液氯气化区发生中毒事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作引发泄漏：违规提高加热介质温度，造成气化器超温超压；擅自摘除压力、温度联锁保护；启停操作顺序错误；巡检时违规敲击设备，造成焊缝、密封部位开裂，引发氯气泄漏。

个体防护不到位：巡检、检修作业未佩戴氯气防毒面具，或滤毒罐失效、面具佩戴不气密；简化防护要求，未按规定穿戴防化服；泄漏发生后未佩戴防护用品盲目进入危险区域。

风险认知不足，应急处置错误：不熟悉氯气理化特性，不清楚氯气易在低洼积聚；泄漏后错误选择下风向、低洼处逃生；盲目近距离堵漏，吸入高浓度氯气导致中毒；不掌握中毒人员正确救援方式，造成施救人员二次中毒；盲目施救造成更大人员伤亡。

监护不到位：设备检修、隐患处置等危险作业无专人监护；监护人员履职不到位，无法及时发现泄漏、报警、组织人员撤离。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，注意力下降，不能及时发现异味、报警信号，延误撤离时机。

b 物的因素

设备及管线腐蚀破损泄漏：汽化器壳体、换热管、管道、法兰长期遭受液氯、湿氯气腐蚀，产生点蚀、应力腐蚀裂纹；焊缝、接管存在缺陷；密封垫片材质不耐氯气腐蚀，老化失效，造成氯气外泄；气化器出口管线阀门、法兰密封不严造成泄漏中毒；气化器出口管线压力表密封不严，可能会造成泄漏中毒风险。

安全监测与保护装置失效：氯气有毒气体报警器未按期校准、损坏，泄漏早期无法预警；汽化器温度、压力监测失效；联锁保护失灵，超温超压无法自动切断加热介质；压力表、温度表失效，无法监控工艺参数；安全阀卡

涩，超压不能泄压。

物料危险性：液氯汽化后形成黄绿色剧毒氯气，相对密度＞空气，易沉积在低洼区域；低浓度刺激眼、呼吸道；高浓度吸入可造成严重中毒、窒息死亡。

应急设施缺陷：区域碱液喷淋吸收装置故障、碱液浓度不足，无法降解泄漏氯气；防毒面具、堵漏工具、洗消器材缺失或失效；围堰、收集设施破损。

c 环境因素

气象条件：无风、微风天气，氯气扩散缓慢，在气化区低洼位置持续积聚；风向突变，有毒气体飘向作业人员；环境高温升高系统压力，增加泄漏风险；低温造成垫片冷脆开裂。

现场布局与通风：气化区局部通风不良；装置设置在低洼地带，极易蓄积氯气；区域靠近巡检通道、操作岗位；周边有可燃物，存在次生风险。

现场作业条件：夜间照明不足，微小泄漏难以发现；现场杂物堆放堵塞疏散通道；设备基础沉降拉扯管线，造成焊缝开裂。

外部干扰：周边吊装、车辆作业撞击设备管线；外部震动造成法兰、密封部位松动泄漏。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少液氯气化岗位专项操作规程；氯气中毒事故应急预案不完善；检修、带压作业票证管理流于形式，作业前风险辨识缺失。

培训交底不足：岗位人员氯气危害、中毒急救、应急逃生培训不到位；作业前安全技术交底缺失；人员不熟悉报警信号、疏散路线。

设备管理缺陷：气化器、压力管道未按周期开展检验检测；腐蚀台账缺失；安全附件、报警仪表未按期校验；日常巡检点位不全，隐患不能及时发现；发现气化器腐蚀严重未及时更换。

工艺运行管理不严：工艺参数管控不严，存在超温超压运行；设备改造、材质变更未开展风险评估。

应急管理缺陷：未定期开展氯气泄漏中毒应急演练；应急防护物资未定期检查维护；隐患排查发现的腐蚀、仪表故障等问题未闭环整改。

（3）事故氯吸收装置发生中毒事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作，造成氯气逸出，启停操作顺序错误，先停碱液循环泵后切断氯气进气，氯气得不到吸收直接外溢；人为降低碱液投加量，碱液失效仍继续接收氯气；检修作业未切断氯气来源、未隔离置换，直接拆法兰、开盖；作业过程中擅自离岗，不能及时发现尾气超标。

个体防护不到位：巡检、检修作业未佩戴氯气防毒面具，或滤毒罐过期失效、面具佩戴气密性差；未按要求穿戴防护用品，一旦氯气泄漏直接吸入毒物。

风险认知不足，应急处置错误 不熟悉氯气易在低洼积聚特性；发生氯气溢出时，错误向下风向、低洼区域撤离；在无防护条件下盲目进入区域抢险、施救，造成施救人员二次中毒；不掌握中毒人员初步急救方法。

作业监护缺失：检修、在线隐患处置等危险作业无专人监护；监护人员履职不到位，无法第一时间发现氯气逸散、报警信号，及时组织人员撤离。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，反应迟钝，无法及时发现异味、报警器报警，延误疏散时机。

操作人员随意调整尾气吸收工艺参数或循环吸收液浓度和温度监测失效，可能会造成氯气无法完全吸收，造成氯气中毒风险。

b 物的因素

设备腐蚀破损，氯气泄漏：吸收塔、尾气管道、循环泵壳体、法兰长期接触湿氯气、次氯酸钠介质，发生点蚀、应力腐蚀开裂；焊缝、接管腐蚀减

薄穿孔；密封垫片老化、不耐介质腐蚀失效，造成氯气外泄。

仪表、联锁保护失效：氯气尾气检测仪、区域有毒气体报警器故障、未校准，泄漏无法早期预警；pH 计失效，无法监测碱液吸收能力；低液位、低 pH 联锁失灵，不能自动切断氯气进气；压力监测仪表损坏，无法判断系统超压。

物料危险性：氯气剧毒，密度大于空气，易沉积在低洼处；低浓度刺激眼和呼吸道，高浓度吸入可致急性肺水肿；次氯酸钠介质在酸性、高温条件下易分解释放出氯气。

应急设施缺陷：碱液喷淋吸收系统故障；防毒面具、堵漏工具、洗消器材缺失或失效；围堰、收集设施损坏；洗眼器、应急喷淋无法正常使用。

c 环境因素

气象条件：无风、微风工况下，氯气扩散缓慢，在装置低洼区域持续积聚；风向突变，有毒气体飘向巡检通道、操作岗位；高温环境加速次氯酸钠分解，释放氯气；低温造成垫片冷脆开裂。

现场布局与通风：装置区域通风不畅；设备位于低洼地带，氯气易蓄积；装置紧邻巡检通道、临时作业点；周边有可燃物，存在次生风险。

现场作业条件：夜间照明不足，微小泄漏难以发现；现场杂物堆放堵塞疏散通道；设备基础沉降拉扯管线，造成密封部位开裂泄漏。

外部干扰：检修机具、车辆撞击管线设备；周边作业振动造成法兰、密封件松动。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少事故氯吸收装置专项操作规程；氯气中毒专项应急预案不完善；检修危险作业票证管理流于形式，作业前风险辨识不到位。

培训交底不足：岗位人员对吸收原理、碱液失效风险、氯气危害、逃生路线培训不到位；每次检修作业前安全技术交底缺失。

设备管理缺陷：塔体、尾气管道腐蚀检测不到位；仪表、联锁、有毒气体报警器未按期校验；未建立腐蚀台账；易损密封件未按周期更换；日常巡检点位不全，隐患不能及时发现。

工艺管控不严：未持续监控碱液 pH、浓度，碱液失效仍接收氯气；设备改造、药剂更换等变更未开展风险评估。

应急管理缺陷：未定期开展氯气中毒应急演练；防毒面具、应急物资未定期检查；隐患排查发现的腐蚀、仪表故障等问题未闭环整改。

3）容器爆炸

（1）液氯储罐区发生容器爆炸事故危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作造成超压:违规向储罐过量充装液氯（超装）；储罐进气、回流操作错误，造成罐内压力急剧升高；擅自关闭安全阀根部阀、摘除安全联锁；违规使用蒸汽、热水对储罐直接加热升压；巡检不到位，压力异常未及时处置。

检修作业违章:储罐检修前未彻底泄压、置换；带压紧固螺栓；违规在储罐本体进行焊接、打磨动火；检修时盲目敲击罐体，造成材料损伤。

技能不足，误判工况：操作人员不熟悉液氯储罐压力随温度变化特性；不能识别压力、温度异常升高的爆炸前兆；出现异常时处置措施错误，加剧压力上升。

监护缺失：卸车、检修作业无专人监护；监护人员履职不到位，无法及时制止违章操作，发现压力异常不能紧急停机。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，注意力下降，不能及时发现压力、温度报警信号。

b 物的因素

储罐本体缺陷：储罐筒体、封头长期受液氯介质腐蚀（点蚀、应力腐蚀

开裂），壁厚减薄；罐体原始制造缺陷（焊缝夹渣、气孔）；长期运行材料疲劳；储罐支座下沉造成罐体附加应力开裂。

安全附件失效：安全阀腐蚀卡涩、起跳压力不准、根部阀关闭；压力表、温度传感器失灵，无法真实监测罐内工况；液位计失效，导致液氯超装；压力高高联锁故障，超压无法自动切断进料。

管线与连接部件失效：储罐进出口管线、法兰、阀门腐蚀开裂；管线支架失效，拉扯储罐接管，造成接管断裂，引发瞬间泄压爆炸。

物料特性：液氯受热膨胀系数大，温度小幅上升即可造成罐内压力大幅升高；液氯含水会加剧罐体应力腐蚀；爆炸后大量液氯汽化，形成剧毒氯气云团，引发次生中毒事故。

应急设施缺陷：区域氯气报警装置失效；碱液吸收系统、应急喷淋设施故障；堵漏器材、防护用品缺失；围堰破损，无法控制泄漏物料。

c 环境因素

气象条件：夏季高温暴晒，储罐吸热，罐内压力快速上升；雷击造成仪表、联锁系统失灵；极端低温造成法兰、垫片脆裂；大风会加速爆炸后氯气扩散范围。

现场布局：储罐区遮阳、隔热设施缺失；储罐间距不足，一旦爆炸易发生连锁破坏；储罐区周边存在热源、可燃物。

现场作业条件：照明不足，夜间巡检难以发现罐体腐蚀、渗漏；地面沉降导致储罐受力异常；现场通道堵塞，影响紧急处置。

外部干扰：车辆、起重作业撞击储罐及附属管线；周边振动荷载造成焊缝、接管疲劳开裂。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少液氯储罐专项操作规程；储罐压力容器爆炸、氯气泄漏应急预案不完善；卸车、检修危险作业票证管理流于形式。

培训交底不足：操作人员压力容器安全知识、超压风险、紧急泄压处置培训不足；作业前安全技术交底不到位。

设备管理缺陷：液氯储罐未按压力容器规范定期检验；罐体腐蚀检测不及时；安全阀、压力表、液位计未按期校验；设备腐蚀、缺陷台账缺失；隐患整改不闭环。

工艺与充装管理不严：液氯充装计量管控不严，超装管控措施落实不到位；变更管理缺失，储罐保温、附属管线改造未开展风险评估。

应急管理缺陷：未定期开展储罐超压、爆炸次生氯气泄漏应急演练；应急物资未定期检查维护；事故上报、联动处置机制不健全。

4）管道爆炸

a 人的因素

违章操作引发管道超压：操作人员误操作阀门，造成管道两端封闭形成液氯闷管，温度升高产生液氯膨胀超压；误关泄压管路，管道压力持续升高；充装、倒罐操作顺序错误，造成管道冲击压力骤增；擅自关闭管道安全阀根部阀、屏蔽压力联锁。

检修作业违章损伤管道：带压进行管道法兰紧固；检修前未泄压、未置换，直接拆解管道；违规在液氯管道上动火、敲击、打磨，造成管壁产生裂纹；盲板设置错误，造成隔离失效。

巡检与判断能力不足：巡检不到位，未能及时发现管壁腐蚀、外鼓、渗漏等前兆；对闷管超压风险认识不足，出现压力异常时处置错误，加剧压力升高。

作业监护缺失：管道检修、倒罐作业无专人监护；监护人员未能及时制止违章操作，压力异常时不能第一时间紧急切断物料。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，注意力不集中，无法及时发现压力报警、管道泄漏异响。

b 物的因素

管道本体及焊接缺陷：液氯管道长期运行，介质含水造成应力腐蚀开裂、点蚀，管壁减薄；管道焊缝存在原始缺陷（气孔、夹渣、未焊透）；管道支架失效、悬空，产生附加弯曲应力，诱发开裂。

管件、密封件失效：法兰、弯头、三通腐蚀减薄；垫片材质不耐液氯腐蚀，老化破损；阀门阀体腐蚀、阀杆卡涩，造成管路截断憋压。

安全附件、监测仪表失效：管道安全阀腐蚀卡涩，超压无法起跳泄压；压力变送器、压力表损坏，无法真实监测管内压力；压力高联锁失效，超压无法自动切断液氯进料。

物料危险特性：液氯膨胀系数大，密闭管内液氯温度小幅上升即可产生巨大压力，引发闷管爆炸；管道破裂后液氯迅速汽化，形成剧毒氯气，引发次生中毒。

应急设施缺陷：区域氯气有毒气体报警器故障；碱液喷淋吸收装置失效；堵漏工具、防护器材缺失；围堰破损，无法限制泄漏液氯扩散。

c 环境因素

气象条件：夏季阳光暴晒，管道升温，密闭管段内液氯膨胀升压；低温造成垫片冷脆断裂；雷击损坏管道压力仪表、联锁系统；大风加速爆炸后氯气扩散。

现场布局：管道敷设位置无遮阳隔热；管道支架布置不合理，热胀冷缩无补偿；管道与热源、可燃物距离不足；管段存在大量盲管、死区，易积水加剧腐蚀。

现场作业条件：管廊区域照明不足，难以发现微小腐蚀与渗漏；现场杂物堆放，阻碍应急处置；地面沉降拉扯管道，造成焊缝开裂。

外部干扰：车辆、吊装作业撞击管廊及管道；周边设备振动，造成管道焊缝、法兰疲劳开裂。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少液氯压力管道专项操作规程；管道爆炸、氯气泄漏专项应急预案不完善；管道检修危险作业票证管理流于形式。

培训交底不足：岗位人员对液氯闷管超压、应力腐蚀风险培训不足；倒罐、管道检修作业前安全技术交底不到位。

压力管道管理缺陷：液氯压力管道未按规范定期检验；管道腐蚀检测、壁厚检测缺失；安全阀、压力表、联锁装置未按期校验；管道腐蚀台账不完善，隐患未及时治理。

工艺运行管理不严：工艺变更管理缺失，管道材质、管段改造未开展风险评估；液氯含水指标管控不严，加速管道腐蚀。

应急管理缺陷：未定期开展管道破裂泄漏应急演练；应急防护物资未定期检查；排查发现的管道腐蚀、仪表失效等隐患未闭环整改。

5）灼烫

a 人的因素

违章操作造成管道憋压超压：阀门操作失误，将管段两端同时关闭形成密闭液氯闷管，环境温度升高，液氯热膨胀引发管内压力急剧上升；卸车、倒罐、汽化启停操作顺序错误，产生水击、压力冲击；擅自关闭管道安全阀根部阀、屏蔽压力联锁保护；违规对管线、汽化器进行加热；液碱卸车过程中接管失误，造成液碱泄漏，与人员皮肤接触，造成灼烫风险。

检修作业违章损伤管道：带压紧固法兰螺栓；检修前未泄压、未置换、未隔离，直接拆检管线；在液氯管道上违规敲击、打磨、动火；盲板抽堵作业盲板选用错误、隔离不到位。

巡检及风险辨识能力不足：巡检不到位，不能及时发现管壁减薄、外鼓、渗漏、异响等爆炸前兆；对闷管超压、湿氯应力腐蚀风险认识不足；压力异常时处置方式错误，加剧压力升高。

作业监护不到位：卸车、管道检修、倒罐作业无专人监护；监护人员履职差，无法及时制止违章操作，压力报警时不能快速切断物料。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，注意力下降，无法及时发现压力报警、管线异常。

b 物的因素

管道本体与焊接缺陷：管道长期输送含水液氯/湿氯气，发生点蚀、应力腐蚀开裂，壁厚减薄；焊缝存在原始缺陷（气孔、夹渣、未焊透）；管道支架脱落、悬空，产生附加弯曲应力；管道热胀冷缩补偿不足，造成焊缝开裂。储罐区、汽化区温度变化大，管道热应力更突出；卸车软管反复弯折，易疲劳破损；蒸汽管线超温超压。

管件、密封部件失效：法兰、弯头、三通腐蚀减薄；垫片材质不耐液氯腐蚀，老化破损；阀门阀体腐蚀、阀杆卡涩，造成管路截断憋压；卸车金属软管反复使用，出现裂纹。

安全附件、监测仪表失效 管道安全阀腐蚀卡涩，超压无法起跳泄压；压力表、压力变送器损坏，不能真实反映管内压力；压力高联锁失效，超压无法自动切断液氯进料；氯气有毒气体报警器故障，泄漏无法早期预警。

物料危险特性：液氯膨胀系数大，密闭管段内温度小幅上升即可产生巨大压力，发生闷管爆炸；管道破裂后液氯迅速汽化，形成剧毒氯气，密度大于空气，低洼积聚造成人员中毒。

应急设施缺陷：碱液喷淋吸收装置故障；堵漏工具、防毒防护器材缺失或失效；围堰破损，泄漏液氯无法收集，与人员皮肤接触发生灼烫风险。

c 环境因素

气象条件：夏季高温暴晒，管道升温，密闭管段液氯膨胀升压；低温造成垫片冷脆断裂；雷击损坏压力仪表与联锁系统；大风会加速爆炸后氯气扩散，扩大中毒范围，与人员皮肤接触发生灼烫风险。

现场布局：管道无遮阳隔热；管道支架、补偿器设置不合理；储罐区、汽化区、卸车区管线密集，一处爆炸易波及相邻管线，引发连锁事故；管线靠近热源、可燃物；管段存在盲管死区，积水加剧腐蚀。

现场作业条件：管廊、卸车区域照明不足，微小腐蚀点难以发现；现场杂物堵塞应急通道；设备基础沉降拉扯管线，造成焊缝开裂。

外部干扰：卸车区槽车移动、吊装作业撞击管线；周边设备振动，造成管道法兰、焊缝疲劳开裂，液碱或液氯喷溅，与人员皮肤接触发生灼烫风险。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少储罐区、汽化区、卸车区液氯压力管道专项操作规程；管道爆炸、次生氯气泄漏应急预案不完善；盲板抽堵、检修、卸车等危险作业票证管理流于形式。

培训交底不足：岗位人员对闷管超压、湿氯应力腐蚀风险掌握不足；卸车、倒罐、管道检修作业前安全技术交底不到位；人员不熟悉三个区域管线风险差异。

压力管道管理缺陷：液氯压力管道未按规范定期检验、壁厚检测；安全阀、压力表、联锁装置未按期校验；管道腐蚀台账不完善；易损件（卸车软管、垫片）未按周期强制更换；隐患排查发现的腐蚀、支架损坏等问题未闭环。

工艺运行管理不严：液氯含水指标管控不严，加速全线管道腐蚀；工艺变更管理缺失，管线改造、材质更换未开展风险评估；汽化区加热参数管控不严，造成管线温度波动大。

应急管理缺陷：未开展灼烫现场处置方案；应急防护物资未定期检查维护；事故上报、区域联动处置机制不健全。

6）车辆致害

该项目涉及液氯、液碱槽车，可能发生车辆致害事故危险有害因素分析

如下：

a 人的因素

驾驶员违章作业 槽车驾驶员超速行驶；在卸车区、储罐区违规倒车；车辆对位时观察不到位；未按指定路线行驶；车辆未熄火、未拉手刹就下车进行卸车准备；车辆带病进场。

现场人员行为不当：作业人员在车辆行驶路线、倒车盲区停留、穿行；卸车作业时人员站在槽车与卸车台之间；人员注意力不集中，未留意车辆移动；现场指挥对位人员指挥手势错误、指挥失误。

培训不足，风险意识差 驾驶员、现场操作人员对厂区内车辆行驶限制、倒车风险认识不足；不清楚槽车盲区范围；发生车辆异常移动时应急避让能力不足。

监护缺失：槽车进场、对位、倒车作业无专人引导监护；监护人员未全程盯控，不能及时制止危险行为。

b 物的因素

车辆本身缺陷：槽车制动、转向、灯光、倒车报警装置故障；车辆后视镜、倒车摄像头损坏；轮胎破损；槽车限位、止轮器缺失或损坏。

现场设施缺陷：卸车区防撞挡墩、防撞护栏缺失、强度不足；车辆限位装置损坏；区域警示标识、限速标识、倒车警示标识缺失、模糊不清；缺少反光警示标记。

通道与设备风险：卸车区通道狭窄；管线、阀门、管廊支架距离行车道过近，车辆易刮碰；车辆撞击储罐、液氯管线，会引发液氯泄漏次生事故。

c 环境因素

气象条件：雨天、雪天地面湿滑，车辆制动距离变长；大雾、黄昏能见度低；夜间照明不足，难以看清人员、障碍物；冬季地面结冰，车辆易打滑。

现场布局：储罐区、卸车区人车混行，人车通道未有效分隔；转弯半径

不足，槽车倒车空间狭小；场地坡度不合理，车辆易溜车。

现场杂物干扰：行车道堆放工具、物资，遮挡视线，影响车辆通行和人员避让。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少厂区槽车进场、对位、场内行驶专项管理制度；车辆伤害专项应急预案不完善；外来车辆、驾驶员准入管理规定不健全。

培训交底不足：外来槽车司机进场安全交底流于形式；场内作业人员车辆安全培训不足；未开展车辆伤害应急处置培训。

车辆与场内设施管理缺陷：进场槽车资质、车况检查不到位；场内防撞设施、警示标志日常巡检维护缺失；场内车辆限速、人车分流管理执行不严。

作业管理不严：槽车进场、倒车对位作业未执行引导制度；未落实车辆进场审批；现场人车交叉作业管控不到位。

应急管理缺陷：未定期开展车辆伤害事故应急演练；急救物资配备不足；车辆伤害事故处置、伤员救护流程不清；隐患排查发现的防撞设施损坏、标识缺失问题未闭环整改。

7）管廊发生坍塌事故危险有害因素分析

a 人的因素

施工阶段：管廊基础、钢结构焊接、混凝土浇筑未按设计及规范施工，留下结构先天缺陷；焊接质量不合格，焊缝存在夹渣、未焊透等缺陷。

作业人员违章：在管廊上违规堆放备件、重物，超出管廊设计荷载；检修作业随意切割、拆除管廊支撑构件，削弱结构承载力。

巡检人员对管廊支架、立柱腐蚀、基础开裂等隐患识别不足，发现结构隐患未及时上报处置。

外来承包商检修、技改作业，未经结构复核，新增管线、荷载，造成管廊超载。

吊装作业违章，吊物撞击管廊支架，造成构件损伤，留下隐形缺陷。

b 物的因素

管廊主体构件：钢结构立柱、横梁、支撑长期腐蚀，构件截面减薄；焊缝锈蚀开裂；混凝土支架钢筋锈蚀膨胀，混凝土酥松剥落，结构承载力不足。

基础缺陷：管廊基础开裂、不均匀沉降，造成支架倾斜、应力集中，引发失稳坍塌。

管线荷载超标：管廊上架设管道过多，新增管线未校核荷载，超出管廊设计承重；管道热膨胀产生附加应力，破坏支撑结构。

管道介质泄漏腐蚀：液碱、蒸汽等介质发生泄漏，持续腐蚀管廊钢结构、混凝土基础，加速构件损坏。

坍塌后果：管廊垮塌会拉断、撕裂管廊上工艺管道，造成液碱、蒸汽泄漏，引发坍塌叠加化学灼烫、高温烫伤、物体打击等复合事故。

c 环境因素

大气腐蚀：厂区碱雾、潮湿空气长期侵蚀管廊钢结构，加速构件腐蚀减薄。

雨水、地下水浸泡管廊基础，造成地基承载力下降，引发不均匀沉降。

极端天气：强降雨、大风、冻融循环，使混凝土基础开裂，钢结构疲劳损伤；温度交变产生热应力，加剧焊缝开裂。

场地地质条件不良，地基承载力不均匀，长期作用下基础变形。

d 管理因素

设备设施管理制度不完善，未建立管廊定期结构检查、检测台账，钢结构防腐维护不到位。

变更管理失控，管廊新增管线、技改未进行荷载及结构强度校核，随意增加荷载。

隐患排查治理不到位，未将支架腐蚀、基础沉降、焊缝开裂纳入常态化

隐患排查，隐患长期搁置。

外来承包商作业管理缺失，管廊上施工作业未进行安全技术交底，违规拆除支撑、堆放重物。

应急预案不完善，缺少管廊坍塌、管道破裂介质泄漏的专项应急处置内容，应急演练不足。

8）管廊发生触电事故危险有害因素分析

a 人的因素

作业人员违章作业：带电检修、带电插拔仪表接线，未执行停电、验电、接地、挂牌上锁（LOTO）程序。

非电工私自拆装、检修管廊电气设备；作业人员不熟悉电气线路走向，误触碰裸露带电部位。

巡检、检修作业时，工具使用不当，金属工具误戳破电缆绝缘层，造成线路短路漏电。

作业人员安全意识不足，发现电缆外皮破损、接线盒进水等隐患不及时上报；潮湿环境作业未使用绝缘工具。

外来承包商人员电气安全交底不到位，不熟悉现场电气风险，违章操作电气设备。

b 物的因素

电缆本体缺陷：电缆老化、外皮破损、绝缘层开裂；管廊上电缆敷设固定不当，被管道、支架尖角割破绝缘，造成漏电。

电气接线箱、仪表接线盒密封失效，进水、进碱雾，造成内部短路、漏电；防爆接线盒损坏，失去防护功能。

电气设备接地、接零保护失效：接地导线腐蚀断裂、虚接，设备外壳带电时保护无法动作；漏电保护器失效、不动作。

电缆布置不合理，电缆与高温蒸汽管道距离过近，高温烘烤加速电缆绝

缘老化。

次生风险：液碱泄漏、冷凝水浸泡电气设备，大幅降低绝缘性能，引发漏电，造成触电叠加化学灼烫复合伤害。

c 环境因素

管廊区域环境潮湿，碱雾腐蚀性气体长期存在，腐蚀电气外壳、电缆绝缘、接地连接件，加速绝缘劣化。

雨水、冷凝水积聚在电缆槽、接线箱内，造成受潮漏电。

高温蒸汽辐射，长期烘烤电缆，加速绝缘老化失效。

现场照明不足，巡检难以发现电缆破损、接线盒腐蚀等隐患。

d 管理因素

电气安全管理制度不完善，停电挂牌上锁制度未严格落实；电气作业票管理不严。

电气设备定期检测、绝缘测试、接地电阻检测未按周期开展，隐患长期存在。

安全培训不足，员工不掌握触电风险、应急断电、触电急救知识。

隐患排查不到位，未将电缆绝缘、接线盒密封、接地、漏电保护纳入常态化排查。

承包商电气作业监管缺失，外来人员电气作业无人监护。

9）蒸汽系统发生灼烫事故危险有害因素分析

a 人的因素

岗位人员巡检、操作阀门、排污导淋作业时，站位不当，正对法兰、导淋口，一旦蒸汽喷出直接烫伤。

违章操作：带压拆卸法兰、垫片；开关阀门过猛，造成蒸汽冲击、水击喷溅；检修未彻底泄压、降温、排凝，管线内残存高温蒸汽或冷凝水喷出伤人。

作业人员个体防护不到位，巡检、操作未佩戴防护面罩、耐高温防护手套，高温介质喷溅时无防护。

人员安全认知不足，误把低温伴热管线当作常温管线，直接徒手触摸高温管道；应急处置不当，发生喷溅时慌乱躲闪造成二次伤害。

外来承包商检修作业，未进行蒸汽系统专项安全交底，不熟悉管线风险，违章作业。

b 物的因素

蒸汽管道、阀门、法兰、垫片长期使用老化失效，焊缝腐蚀开裂，发生高温蒸汽、高温凝水泄漏喷溅；管道水击造成管件破裂，介质喷射伤人。

管道保温层破损、脱落，裸露高温金属管壁，人员误触发生烫伤；保温外护层固定不牢，保温材料脱落。

安全阀、导淋阀、疏水器故障，蒸汽非正常排放，高温介质直接喷向巡检通道；安全阀排放口朝向人员通行区域。

缺少警示标识，高温管道无防烫警示；无防喷溅挡板，法兰等易泄漏点无防护设施。

现场缺少降温冲洗设施，一旦发生高温烫伤，无法第一时间现场应急冲洗。

c 环境因素

作业空间狭窄，管线密集，发生蒸汽喷溅时人员避让空间不足，难以快速撤离。

夜间、阴天现场照明不足，难以发现保温破损、泄漏隐患，操作时易触碰高温裸露管壁。

管道低点积水产生水击，突发冲击造成管线破裂，无预兆发生喷溅；冬季温差大，管道交变热应力加剧密封件失效。

管廊、平台通道狭窄，人员巡检途经高温管线区域，容易磕碰接触裸露

高温部位。

d 管理因素

安全管理制度不完善，蒸汽系统盲板抽堵、检修作业许可管理不严，未落实泄压、降温、排凝确认。

日常巡检隐患排查不到位，保温破损、垫片老化、疏水器故障等隐患长期未整改。

安全教育培训不足，员工不熟悉蒸汽水击危害、高温介质特性以及灼烫急救要点。

设备维护保养不到位，未按计划检修阀门、更换垫片，未及时修复破损保温层。

现场处置方案不完善，缺少蒸汽灼烫专项应急处置内容，应急演练不足。

10）蒸汽系统发生高处坠落事故危险有害因素分析

a 人的因素

人员在架空管廊上巡检、检修、更换垫片、修复保温作业时，未按规定系挂安全带，或安全带低挂高用、挂点不牢固。

作业人员违章翻越护栏、在平台边缘停留；行走时分心，被蒸汽管线、支架绊倒失足。

疲劳、带病登高作业，身体不适造成失衡；高处作业下方未设置警戒区，无关人员进入作业区域。

检修作业人员拆除平台盖板、防护构件后未及时恢复，未设置警示，造成后续巡检人员踩空坠落。

外来承包商检修人员，不熟悉架空管线平台布局，对平台孔洞、护栏破损隐患不知情，违章登高。

b 物的因素

管廊操作平台防护栏杆、挡脚板缺损、腐蚀断裂，防护高度不足；平台

孔洞盖板缺失、未固定牢固。

管廊爬梯踏步、扶手长期腐蚀松动，踏板锈蚀变薄；平台踏板破损，存在踩空风险。

缺少合格安全带、速差自控器等防坠落防护用品；安全绳挂点设置不合理或强度不足。

蒸汽管道保温外护板、管线支架突出，容易绊倒作业人员；管道、阀门检修占用平台通行空间。

次生风险：人员坠落过程或坠落后接触泄漏高温蒸汽 / 凝水，发生高处坠落叠加蒸汽物理灼烫复合伤害。

c 环境因素

雨雪、大雾天气，管廊平台、爬梯表面湿滑，摩擦力下降，人员容易滑倒失足。

夜间作业照明不足，平台边缘、孔洞位置不易辨识；大风天气人员站立不稳。

蒸汽系统存在冷凝水，平台易积水；高温、潮湿环境加速平台、护栏钢结构锈蚀，降低构件强度。

管廊空间狭窄，管线密集，发生失足时人员避让空间有限。

d 管理因素

高处作业票证管理不严，作业前未检查平台、护栏等防护设施，未落实专人监护。

日常隐患排查不到位，管廊护栏、爬梯、平台盖板腐蚀破损隐患长期未整改。

安全培训不足，员工不掌握高处作业要求、安全带正确使用方法，不熟悉蒸汽区域登高的复合风险。

承包商登高作业安全交底缺失，现场监管不到位，违章登高行为管控不

严。

应急预案缺少高处坠落叠加蒸汽灼烫复合伤害处置内容，未开展针对性应急演练。

11）液氯输出管道发生泄漏事故危险有害因素分析

a 人的因素

操作人员误操作：阀门开关失误、进料 / 输送压力控制不当，管道超压；启停输送流程操作顺序错误，造成管道水锤冲击，引发管线破损泄漏。

巡检人员巡检不到位，未能及时发现管道焊缝、法兰、垫片、腐蚀点早期渗漏；对管道腐蚀、壁厚减薄隐患识别能力不足，隐患上报不及时。

检修作业违章：盲板抽堵、带压拆卸法兰；检修前未对管道内氯气置换、有毒气体检测；动火作业管控不当损伤管道本体。

作业人员个体防护不到位，巡检、堵漏作业未佩戴正压式空气呼吸器、氯气专用防护用品，泄漏后吸入氯气造成中毒。

应急处置失误：泄漏后处置方法错误，盲目进入氯气扩散区域，堵漏操作不当，扩大泄漏量。外来承包商检修作业安全交底不到位，违章操作。

b 物的因素

管道本体缺陷：管材选型不当；长期氯气腐蚀、应力腐蚀，管壁减薄；焊缝存在裂纹、未焊透缺陷，应力集中开裂。

新建液氯输出管线与下游装卸衔接不当，或连接有缺陷。

管道附属部件：法兰、垫片老化失效；阀门内漏、外漏；波纹管、管件腐蚀破损；管道支撑松动，管线振动疲劳开裂。

安全仪表与设施缺陷：压力、流量监测仪表失效；缺少紧急切断阀或联锁失效，无法快速切断液氯输送；缺少氯气泄漏检测报警装置；管道缺少防撞击保护，车辆、构件撞击管道造成破裂。

物料危险性：液氯气化产生剧毒氯气，吸入可造成急性中毒甚至死亡；

氯气具有强氧化性，可与易燃物、油脂、氨类物质发生剧烈反应，引发火灾爆炸；氯气遇水生成次氯酸、盐酸，具有腐蚀性，可造成皮肤、呼吸道化学灼伤。

收集与应急设施缺陷：泄漏导排、围堰、事故氯吸收装置故障，无法及时处理泄放氯气。

c 环境因素

大气环境：潮湿空气加剧管道外壁腐蚀；气温升高，液氯饱和蒸气压上升，管道内压力升高，增大泄漏风险。

周边介质环境：管道周边存在氨、油脂、有机物等物料，氯气一旦泄漏相遇，可发生剧烈反应，引发次生事故。

地形、风向因素：氯气密度大于空气，泄漏后易在低洼处积聚，不易扩散，持续威胁低洼区域人员；不利风向会将有毒气体吹向人员作业区、厂区出入口。

管廊环境，构件碰撞、振动，加速管线疲劳破损；低温、温度交变造成管线热胀冷缩，加剧密封件失效。

d 管理因素

设备管理制度缺陷：液氯管道定期壁厚检测、压力试验、腐蚀监测制度未落实，缺少管道全生命周期台账。

作业许可管理不严，盲板抽堵、动火等特殊作业票审批、监护、检测要求落实不到位。

培训与应急缺陷：岗位人员培训不足，不掌握氯气毒性、应急处置方法；未编制液氯管道泄漏专项现场处置方案；应急物资（空气呼吸器、吸收装置）未定期检查，应急演练缺失。

变更管理失控：管道技改、管线改造未开展风险评估与强度校核；外来承包商作业安全监管缺失。

12）液氯输出管道发生灼烫事故危险有害因素分析

a 人的因素

操作人员巡检、阀门操作、取样作业站位错误，正对法兰、垫片、阀门等易泄漏位置，一旦液氯喷溅直接接触皮肤、眼部。

检修作业违章，带压拆卸法兰；检修前未对管道置换、气体检测，管线内残存液氯喷出伤人。

作业人员个体防护装备佩戴不全或使用不当，未穿戴氯专用防护服、护目镜、防护手套，缺少正压式空气呼吸器。

人员应急处置错误，发生喷溅后冲洗不及时、冲洗时长不足；慌乱中近距离停留，持续接触腐蚀性介质，加重伤害。

外来承包商检修人员未进行液氯危害专项交底，不熟悉管道风险，违章操作引发喷溅伤害。

b 物的因素

液氯输送管道、法兰、垫片、阀门腐蚀破损、焊缝开裂，液氯喷溅；管道振动疲劳开裂，突发泄漏。

现场应急设施缺陷：区域洗眼器、应急喷淋装置距离太远、堵塞、水压不足，喷溅后无法第一时间冲洗。

法兰、阀门等易泄漏部位缺少防喷溅防护挡板；缺少警示标识，人员无法预判喷溅风险。

物料危险特性：液氯温度低，接触皮肤造成低温冻伤；液氯气化后遇人体水分生成盐酸、次氯酸，造成持续性化学灼烫；氯气吸入同时还会引发中毒，形成灼烫 + 中毒复合伤害。

管道防撞设施缺失，车辆、构件撞击管道造成破裂喷溅。

c 环境因素

管廊管线密集，作业空间狭窄，发生喷溅时人员避让空间不足，难以快

速撤离。

夜间作业照明不足，难以识别管道腐蚀、垫片渗漏隐患，操作时容易处在危险喷溅方向。

潮湿环境会加剧管道外部腐蚀，增加泄漏概率；低洼区域氯气积聚，人员撤离过程中持续接触有毒腐蚀性介质。

气温变化，液氯饱和蒸气压改变，管道压力波动，增大密封件失效、喷溅风险。

d 管理因素

特殊作业管理不严，盲板抽堵、检修作业票证审批、气体检测、监护制度落实不到位。

日常隐患排查不到位，管道腐蚀、垫片老化、支架松动等隐患长期未整改。

安全培训不足，员工不掌握液氯会造成冻伤 + 化学灼烫的复合危害、现场急救冲洗要求。

应急管理缺陷：缺少液氯喷溅灼烫专项处置卡；洗眼器、应急喷淋未定期检查测试；应急演练缺少灼烫 + 中毒复合事故场景。

承包商安全交底和现场监管缺失，外来人员不熟悉介质危害，违章作业。

13）液氯输出管道发生中毒事故危险有害因素分析

a 人的因素

操作人员误操作，流程切换、调压操作失误，造成管道超压、冲击，引发氯气泄漏；启停输送操作顺序错误诱发管道破损。

巡检人员巡检不到位，无法及时发现法兰、焊缝、垫片的微量泄漏；对氯气泄漏早期征兆识别不足，未能及时报警撤离。

检修作业违章：带压拆卸管线、盲板抽堵作业，作业前未完成管道置换，未持续开展有毒气体检测；作业监护缺失。

个体防护缺失或使用不当：进入潜在泄漏区域未佩戴、未正确佩戴正压式空气呼吸器，氯气吸入引发中毒；泄漏发生后，人员逆风、盲目进入泄漏区域堵漏。

外来承包商未进行氯气危害专项安全交底，不熟悉氯气中毒风险，违章作业；应急处置能力不足，泄漏发生后撤离方向错误。

b 物的因素

液氯管道本体、焊缝长期应力腐蚀，管壁减薄开裂；法兰、垫片、阀门、波纹管等管件老化破损，氯气泄漏；管道支撑松动，振动疲劳造成管线开裂。

安全仪表设施缺陷：氯气有毒气体报警装置失效、未设置；管道压力监测、紧急切断阀故障联锁失效，不能快速切断液氯输送源。

事故吸收处理设施故障：事故氯吸收装置、尾气破坏系统失效，泄漏氯气无法被及时吸收处理，持续扩散。

管道缺少防撞防护，车辆、构件撞击造成管道破裂，大量氯气瞬时释放。

物料危险特性：氯气剧毒，吸入损伤呼吸道；密度大于空气，容易在低洼位置积聚；氯气还可与氨、油脂、有机物发生剧烈反应，引发次生事故。

c 环境因素

风向不利，泄漏后有毒气体被吹向操作岗位、人员通道、厂区出入口；低洼区域形成氯气聚集区，不易扩散。

潮湿环境加速管道外壁腐蚀，增加泄漏概率；气温升高，液氯饱和蒸气压上升，管内压力升高，增大密封失效风险。

管廊设备构件密集，阻碍气体扩散，延长氯气在现场停留时间；夜间、雾天大气稳定，氯气不容易稀释消散。

温度交变，管道热胀冷缩，造成密封垫片疲劳失效，增加泄漏可能性。

d 管理因素

液氯压力管道全生命周期管理不到位，未按周期开展壁厚检测、探伤检

验，腐蚀隐患长期存在。

风险辨识和隐患排查不足，HAZOP 分析、日常排查未重点识别管道应力腐蚀、微量泄漏风险。

特殊作业许可管理不严，盲板抽堵、动火作业气体检测、监护、隔离措施落实不到位。

安全培训不足，员工不熟悉氯气中毒危害、报警方法、上风侧撤离路线；不掌握空气呼吸器佩戴使用方法。

应急管理缺陷：缺少氯气中毒现场处置方案；空气呼吸器、报警仪未定期校验；缺少氯气泄漏中毒应急演练；应急物资储备不足。

变更管理失控，管道技改、改造未开展风险评估；外来承包商准入、现场安全监管薄弱。

14）液氯输出管道发生高处坠落事故危险有害因素分析

a 人的因素

作业人员在管廊上开展液氯管道巡检、检修、更换垫片、堵漏作业时，未按规定佩戴安全带，或安全带低挂高用、安全绳挂点强度不足、挂点不牢靠。

人员违章翻越管廊防护栏杆，在平台边缘停留；行走时被管道、支架、保温构件绊倒失足。

检修作业拆除平台孔洞盖板、防护构件后，未及时恢复、未设置警示标识，造成后续巡检人员踩空坠落。

疲劳、带病登高作业，身体失衡失足；高处作业下方未设置警戒隔离区域，无关人员进入坠落半径内；作业缺少专职监护。

外来承包商人员不熟悉管廊平台布局与隐患，未接受液氯管道区域专项安全交底，违章登高作业。

b 物的因素

管廊操作平台防护栏杆、挡脚板腐蚀缺损、高度不足；平台孔洞盖板缺失、固定不牢固；爬梯踏步、扶手锈蚀松动断裂。

缺少合格安全带、速差自控器等防坠落防护用品；安全挂点未经过强度校核，承载力不足。

液氯管道、管件、突出的保温外护板阻碍通行，易绊倒作业人员。

次生风险：发生高处坠落时，如果管道同时发生液氯泄漏，人员坠落之后会暴露在氯气环境中，造成高处坠落叠加中毒、化学灼烫复合伤害。

c 环境因素

雨雪、大雾天气，管廊平台、爬梯表面湿滑，摩擦力下降，容易滑倒失足；大风天气人员站立不稳。

夜间登高作业照明不足，难以识别平台孔洞、平台边缘以及松动构件。

厂区潮湿、含氯腐蚀环境，加速管廊钢结构护栏、爬梯锈蚀，降低构件结构强度。

管廊管线密集，作业活动空间狭小，失足后缺少避让缓冲空间。

d 管理因素

高处作业许可管理不严，作业前未对平台、护栏、爬梯防护设施进行检查，未落实专人监护。

隐患排查治理不到位，护栏、爬梯、平台盖板腐蚀破损隐患未纳入常态化排查，隐患长期未整改。

安全培训不足，员工不掌握高处作业防护要求、安全带正确使用方法，不熟悉该区域高处坠落叠加氯气中毒的复合风险。

承包商登高作业安全交底缺失，现场监管不严，违章登高行为得不到有效管控。

应急预案缺少高处坠落叠加氯气中毒、化学灼烫复合伤害的处置内容，未开展对应场景应急演练。

15）液氯输出管道发生物体打击事故危险有害因素分析

a 人的因素

高处检修作业，工具、管件、螺栓、备件未采取防坠落措施，随意堆放，物件从管廊平台掉落，打击下方巡检、监护人员。

作业人员野蛮敲击、拆卸管道构件，造成管件碎片、锈蚀焊渣飞溅伤人；检修拆除的构件未固定，发生倾倒坠落。

巡检人员站位不当，长时间停留在高处作业下方、管道法兰及保温层下方等坠物风险区域。

作业人员未佩戴安全帽，或安全帽佩戴不规范，坠物冲击时失去防护。

外来承包商作业安全交底不到位，作业时物料随意摆放，不落实防坠物管控。

b 物的因素

管道保温外护板、支架锈蚀构件、螺栓长期腐蚀松动，发生脱落坠落，打击下方人员。

检修使用的工具、备件无防坠绳，易坠落；管廊平台缺少挡脚板，物品容易滚落。

管道法兰、阀门紧固件老化断裂，构件崩脱飞溅伤人；管廊构件锈蚀破损，局部构件脱落。

次生风险：坠落重物撞击液氯输送管道，造成管道撕裂破损，液氯泄漏，形成物体打击叠加氯气中毒、化学灼烫复合事故。

现场警示标识不足，未设置坠物警戒提示。

c 环境因素

厂区含氯潮湿腐蚀环境，加速钢结构支架、保温固定件、螺栓锈蚀，构件松动脱落风险升高。

大风天气，吹落松动的保温外护板、锈蚀构件，引发坠物打击。

管廊多层布置，上下层垂直重叠，上层作业坠物直接威胁下层人员；管线密集，坠物落点不易预判。

夜间照明不足，难以识别松动的保温、锈蚀构件。

d 管理因素

高处作业管理缺陷，高处作业未设置警戒隔离区，未禁止下方通行，未落实物件防坠落措施。

隐患排查治理不到位，未定期检查管道保温、支架、紧固件锈蚀松动情况，松动构件长期不处理。

安全教育培训不足，员工对物体打击及坠物撞击管道引发介质泄漏的复合风险认识不足，安全帽使用规范掌握不到位。

承包商现场作业管控不严，高处作业物料、工具管理混乱，防坠物措施落实不到位。

F2.1.2.2 主要储运过程及其设备的危险、有害因素分析

1）液氯储罐区发生泄漏的危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作诱发泄漏 液氯充装超量；倒罐作业阀门操作失误，造成压力冲击；擅自关闭安全阀根部阀、屏蔽联锁保护；储罐进、出料操作顺序错误；违规对储罐进行加热。

检修作业违章 检修前未隔离、泄压、置换，直接拆卸储罐法兰、附件；带压紧固螺栓；在罐体违规敲击、打磨、动火；盲板设置错误，隔离失效。

巡检与风险辨识能力不足 巡检点位不全，未能及时发现罐体腐蚀、法兰渗漏；对储罐压力、温度异常变化判断错误；发现轻微泄漏时处置不当，扩大泄漏量。

个体防护及监护缺失：巡检、隐患处置未佩戴氯气防毒面具；储罐区检修作业无专人监护；监护人员无法及时发现泄漏、组织人员撤离。

人员状态不良：疲劳、带病上岗，注意力下降，无法及时发现异味、有毒气体报警信号。

b 物的因素

储罐本体缺陷：储罐筒体、封头长期受含水液氯腐蚀，发生点蚀、应力腐蚀开裂，壁厚减薄；罐体原始制造缺陷（焊缝气孔、夹渣）；储罐支座沉降，产生附加应力，造成罐体或接管开裂。

阀门、法兰及附件失效：储罐进出口阀门、根部阀腐蚀内漏/外漏；法兰密封垫片老化、不耐氯腐蚀破损；接管焊缝腐蚀开裂。

安全监测与保护装置失效：氯气有毒气体报警器故障、未校准，泄漏无法早期预警；压力表、液位计、温度传感器失灵；压力高高联锁失效，无法切断进料；安全阀卡涩、堵塞。

物料危险性 液氯常温下极易汽化，氯气剧毒、重于空气，低洼积聚；强氧化性，接触油脂、有机物可引发燃烧；泄漏后易造成大面积人员中毒。

应急设施缺陷 储罐区碱液喷淋吸收装置故障、碱液浓度不足；围堰破损、收集池堵塞；防毒面具、堵漏工具、洗消器材缺失或失效。

c 环境因素

气象条件 夏季高温暴晒，罐内压力升高，增大泄漏风险；低温造成垫片冷脆开裂；无风 / 微风天气，氯气不易扩散，在低洼区域积聚；风向突变，有毒气体飘向人员岗位；雷击损坏仪表、联锁系统。

现场布局 储罐间距不足，单台泄漏易波及相邻储罐；储罐区低洼，氯气易蓄积；周边存放油脂、有机物等可燃物；缺少遮阳隔热设施。

现场作业条件 夜间照明不足，微小渗漏难以发现；现场杂物堵塞应急疏散通道；储罐基础不均匀沉降拉扯接管。

外部干扰 车辆、起重作业撞击储罐接管、管线；周边作业震动造成法兰、焊缝疲劳开裂。

d 管理因素

制度规程不完善：缺少液氯储罐专项操作规程；液氯泄漏、氯气中毒应急预案不完善；卸车、检修危险作业票证管理流于形式，作业前风险辨识不到位。

培训交底不足：岗位人员对液氯介质危害、泄漏应急处置、逃生路线培训不足；充装、检修作业前安全技术交底缺失。

设备管理缺陷：液氯储罐未按压力容器规范定期检验；壁厚检测、腐蚀检查不到位；安全阀、压力表、液位计、有毒气体报警器未按期校验；腐蚀隐患台账缺失，隐患整改不闭环。

工艺管控不严：液氯充装计量管控不严，存在超装风险；液氯含水指标管控不到位，加速罐体应力腐蚀；设备改造变更未开展风险评估。

应急管理缺陷：未定期开展液氯储罐泄漏应急演练；应急防护物资未定期检查维护；事故上报、内外联动处置机制不健全。

2）液氯储罐区发生中毒的危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作诱发泄漏，进而引发中毒 液氯储罐超量充装；倒罐作业阀门操作失误，造成压力冲击，导致密封失效；擅自关闭安全阀根部阀、屏蔽压力联锁；违规对储罐进行加热；巡检操作失误，未及时发现储罐压力异常。

检修作业违章 储罐检修前未隔离、泄压、置换，直接拆卸法兰、阀门；带压紧固螺栓；违规敲击、打磨罐体；盲板设置错误，隔离失效，作业过程氯气外泄。

个体防护不到位 巡检、隐患处置作业未佩戴氯气防毒面具，或滤毒罐失效、面具气密性不合格；泄漏发生后，未佩戴防护用品盲目进入危险区域施救，造成施救人员二次中毒。

风险认知不足、应急处置错误 不熟悉氯气重于空气、低洼积聚的特性；

泄漏发生后错误向低洼处、下风向疏散；不会识别氯气报警信号，不熟悉逃生路线；中毒急救处置方法掌握不足。

监护缺失与人员状态不良 储罐充装、检修作业无专人监护；监护人员履职不到位，无法第一时间发现泄漏、组织撤离；人员疲劳、带病上岗，反应迟缓，无法及时发现泄漏异味、报警信号。

b 物的因素

储罐本体及接管腐蚀破损泄漏 储罐筒体、封头、接管受含水液氯腐蚀，产生点蚀、应力腐蚀开裂，壁厚减薄；罐体焊缝存在原始缺陷；储罐基础沉降，接管受拉应力开裂。

阀门、法兰、密封件失效 储罐进出口阀门腐蚀外漏；法兰垫片材质不耐液氯腐蚀，老化破损，造成氯气逸散。

安全监测与保护装置失效 区域氯气有毒气体报警器损坏、未按期校准，泄漏无法早期预警；压力表、液位计、温度传感器失灵；压力高高联锁失效，无法自动切断进料；安全阀卡涩堵塞，超压无法泄压。

物料危险性 液氯汽化得到的氯气剧毒，密度大于空气，容易在低洼处沉积；低浓度刺激眼、鼻、呼吸道；高浓度吸入可引发急性肺水肿，致人死亡；氯气具有强氧化性，可与油脂、有机物反应。

应急设施缺陷 储罐区碱液喷淋吸收装置故障、碱液浓度不足；围堰破损；防毒面具、堵漏工具、洗消器材缺失或失效；洗眼器、应急喷淋无法正常投用。

c 环境因素

气象条件 无风、微风天气，氯气扩散缓慢，在储罐区低洼持续积聚；风向突变，有毒气体飘向巡检岗位；夏季高温升高储罐压力，增大泄漏概率；低温造成垫片冷脆开裂；大风会扩大氯气扩散范围。

现场布局 储罐区地势低洼，极易蓄积氯气；储罐间距不足，一处泄漏

容易影响周边岗位；区域内存在油脂、有机物等可燃物。

现场作业条件 夜间照明不足，微小泄漏难以发现；现场杂物堆放堵塞疏散通道；储罐基础不均匀沉降拉扯接管。

外部干扰 车辆、起重作业撞击储罐接管、管线；周边作业震动，造成法兰、焊缝疲劳开裂。

d 管理因素

制度规程不完善 缺少液氯储罐专项操作规程；氯气中毒事故专项应急预案不完善；储罐充装、检修危险作业票证管理流于形式，作业前风险辨识不到位。

培训交底不足 岗位人员对氯气危害、中毒急救、应急逃生培训不到位；充装、检修作业前安全技术交底缺失。

设备管理缺陷 液氯储罐未按压力容器规范定期检验；壁厚检测、腐蚀检查不到位；安全阀、压力表、有毒气体报警器未按期校验；腐蚀隐患台账缺失，隐患整改不闭环。

工艺管控不严 液氯充装计量管控不严，存在超装风险；液氯含水指标管控不到位，加速罐体应力腐蚀；设备改造变更未开展风险评估。

应急管理缺陷 未定期开展液氯储罐泄漏中毒应急演练；应急防护物资未定期检查维护；事故上报、内外救援联动机制不健全。

3）液氯储罐区发生灼烫的危险有害因素分析

a 人的因素

违章操作引发介质泄漏 储罐倒罐、切换阀门操作失误，造成液氯、碱液外泄；检修作业未隔离、未泄压、未置换，拆解法兰阀门，介质喷出；违规带压紧固螺栓，介质喷溅伤人。

个体防护用品佩戴不到位 巡检、检修作业未佩戴耐氯防护面罩、耐酸碱防护服、防护手套；防护用品破损、选型错误；发生泄漏时未穿戴防护用

品靠近处置，直接接触介质造成灼烫。

风险认知不足，应急处置错误 不了解液氯低温冻伤、氯气遇水生成腐蚀性酸、碱液化学灼伤的危害；介质喷溅到身上处置错误，冲洗不及时、冲洗方式不当，加重灼伤；慌乱中近距离直面泄漏喷口。

作业监护缺失 储罐检修、倒罐作业无专人监护；监护人员未能及时制止违章操作，发生喷溅后无法第一时间协助人员冲洗、撤离。

人员状态不良 疲劳、带病上岗，反应迟缓，阀门操作失误，不能及时避让喷溅介质。

b 物的因素

储罐及附属管线、密封件失效 储罐接管、阀门、法兰腐蚀破损，液氯泄漏；配套碱液管线、泵体腐蚀开裂，碱液喷溅；垫片老化腐蚀失效，介质喷出。

安全附件、监测仪表缺陷 液位、压力仪表失灵，造成操作失控；安全阀根部阀误关，超压造成设备密封失效；区域氯气报警器故障，泄漏不能早期预警。

物料危险特性 液氯低温，接触皮肤引起冻伤；氯气遇水生成盐酸、次氯酸，强腐蚀性，造成皮肤、眼结膜化学灼伤；储罐区碱液（氢氧化钠）泄漏，强碱性，可造成深度化学灼伤。

应急设施缺陷 储罐区洗眼器、应急喷淋装置堵塞、无水、无法正常使用；冲洗水压力不足；应急防护用品缺失、过期；围堰破损，泄漏介质漫流扩大接触风险。

c 环境因素

气象条件 夏季高温，储罐压力升高，泄漏概率增大；低温环境垫片冷脆开裂；大风造成喷出的腐蚀性介质扩散，增大人员接触风险。

现场布局 洗眼器、应急喷淋设置距离作业点过远；储罐操作平台空间

狭小，介质喷溅后人员避让空间不足；管线布置靠近操作岗位。

现场作业条件 夜间照明不足，微小泄漏不易发现；现场杂物堆放，人员喷溅后撤离、冲洗通道受阻；地面湿滑易摔倒，扩大接触腐蚀性介质风险。

外部干扰 车辆、吊装作业撞击储罐接管、管线，造成介质喷溅；设备振动导致法兰密封松动泄漏。

d 管理因素

制度规程不完善 缺少储罐倒罐、检修作业操作规程；化学灼烫事故现场处置方案不完善；危险作业票证管理流于形式，作业前风险辨识不到位。

培训交底不足 岗位人员对液氯冻伤、氯气 / 碱液化学灼伤危害、急救冲洗方法培训不足；检修作业安全交底不到位。

设备管理缺陷 储罐、阀门、管线定期腐蚀检测不到位；安全附件、应急喷淋、洗眼器未定期检查维护；隐患排查发现的腐蚀、密封老化问题未闭环整改。

工艺运行管控不严 倒罐操作管理不严；变更管理缺失，管线、阀门改造未评估喷溅灼烫风险。

应急管理缺陷 未定期开展灼烫事故应急演练；应急防护物资定期检查机制缺失；灼伤伤员急救、送医流程不清晰。

4）液氯储罐区发生车辆致害的危险有害因素分析

a 人的因素

驾驶员违章操作 槽车驾驶员在储罐区内超速行驶；转弯、倒车未仔细观察周边人员与设备；停靠时未拉手刹、未放置止轮器，造成溜车；违规在储罐区域原地掉头；车辆未熄火就下车开展作业。

现场作业人员危险行为 作业人员在车辆行车路线、倒车盲区、槽车与储罐设备之间停留穿行；人员注意力分散，未及时避让移动车辆；在车辆可能溜车的区域长时间作业。

现场指挥、监护失误 槽车停靠对位无专人指挥引导；指挥人员站位不当、手势错误；监护人员未全程盯控车辆状态，无法及时制止危险操作。

安全认知不足 驾驶员、现场人员对储罐区车辆限制要求、槽车盲区、溜车风险认识不足；不清楚车辆撞击液氯设备会引发严重次生灾害；发生车辆异动时应急处置能力不足。

人员状态不良 驾驶员疲劳驾驶；现场作业人员疲劳、带病上岗，反应迟缓，避让不及时。

b 物的因素

车辆本身缺陷 槽车制动系统、转向系统故障；倒车声光报警装置、后视镜损坏；轮胎破损；缺少止轮器或止轮器损坏失效。

储罐区交通防护设施缺陷 储罐周边防撞墩、防撞护栏缺失、强度不足；车辆限位挡块损坏；限速、禁行、倒车警示标识缺失、褪色模糊。

工艺设备风险 储罐、接管、阀门、管线距离行车道过近，车辆一旦偏移极易撞击设备，引发液氯泄漏；管线支架薄弱，受撞击后易断裂。

c 环境因素

气象条件 雨雪天气地面湿滑，制动距离加长；冬季地面结冰，车辆易打滑溜车；大雾、黄昏能见度差；夜间照明不足，看不清人员、设备和警示标志。

现场布局 储罐区人车混行，人行通道与车辆通道未物理隔离；转弯半径不足，槽车倒车空间狭小；场地坡度不合理，增大溜车风险。

现场杂物干扰 行车道堆放工具、物资，遮挡视线；地面杂物影响车辆制动与人员紧急避让。

d 管理因素

制度规程不完善 缺少储罐区外来槽车进场、停靠、对位管理制度；车辆伤害事故专项应急预案不完善；外来车辆、驾驶员准入审批制度不健全。

培训交底不足 外来槽车司机进场安全交底流于形式；场内作业人员车辆安全、次生泄漏风险培训不到位；未开展车辆伤害应急培训。

车辆及设施管理缺陷 槽车进场前车况、安全附件检查不到位；储罐区防撞设施、警示标识日常巡检维护缺失；车辆限速、人车分流管控执行不严。

作业管理不严 槽车进入储罐区停靠对位作业未落实专人引导；车辆进场审批管理不严；人车交叉作业管控措施落实不到位。

应急管理缺陷 未定期开展车辆撞击、车辆伤害 + 液氯泄漏联合应急演练；现场急救物资配备不足；隐患排查发现的防撞设施损坏、标识缺失等问题未闭环整改。

4）液碱储罐发生泄漏的危险有害因素分析

a 人的因素

作业人员安全意识不足，巡检不到位，未能及时发现储罐焊缝、法兰、垫片早期渗漏。

操作人员误操作：进料超装、进料流速控制不当；阀门误开 / 误关，造成超压溢料；卸料作业未落实监护、未检查软管 / 快速接头。

个体防护不到位：巡检、堵漏、卸料时未佩戴耐碱防护面罩、耐碱防护服、耐碱手套，一旦泄漏直接接触人体造成化学灼伤。

应急处置能力不足：发生泄漏后处置方法错误（如直接用水直冲大量液碱，局部放热扩大危害；盲目进入泄漏区域），造成二次伤害。

特种作业管理失误：检修作业未执行盲板隔离、置换，动火 / 受限空间作业引发储罐本体损坏，诱发泄漏。

b 物的因素

储罐本体：罐体材质选型不当、防腐层破损；长期腐蚀、应力疲劳造成罐壁焊缝开裂、底板腐蚀穿孔，引发泄漏。

附属设备及管件：进出口法兰、垫片老化失效；阀门内漏、外漏；卸料

软管老化、龟裂；液位计、压力表损坏失灵，无法监控罐内液位压力，导致超装溢罐。

安全设施缺陷：未设置高液位报警、高高液位联锁切断进料；围堰破损、导流设施缺失；泄漏收集导排设施不足；应急冲洗洗眼器失效。

物料危险性：液碱为强碱性腐蚀品，接触人体皮肤、眼角膜造成不可逆化学灼伤；泄漏液碱流入土壤、水体造成环境污染；液碱遇部分金属（铝等）反应产生氢气，存在附加风险。

检测设施缺失：缺少围堰内碱液泄漏检测报警装置，小范围泄漏不能早期发现。

c 环境因素

自然环境：冬季低温，液碱结晶造成管道堵塞，憋压导致管件破裂；温差交变加速罐体、密封件老化；雨水渗入围堰，造成泄漏碱液扩散。

场地环境：储罐区地面防腐防渗损坏；围堰地沟坡度不合理，泄漏液碱不能有效汇集；作业区域地面湿滑，人员摔倒增加接触风险。

周边环境：液碱泄漏后若流入雨水管网，会外排污染外环境；与其他物料（酸类）相遇，发生剧烈中和反应、喷溅，产生次生危害。

d 管理因素

安全管理制度不完善：储罐定期检测、防腐检修、巡检制度缺失或未落实；未建立储罐全生命周期台账。

风险管控不到位：未开展 HAZOP、风险辨识，未落实重大危险源/危险化学品储罐分级管控；应急预案不完善，缺少液碱泄漏专项应急处置方案。

培训与应急管理缺陷：岗位培训不足，员工不掌握液碱危险特性、泄漏处置要点；应急物资（耐碱防护用品、吸附材料、中和物资）配备不足或未定期检查。

变更管理缺陷：储罐、管线技改、材质更换未履行变更管理，引入新的

泄漏风险。

外来作业管理缺失：承包商卸料、检修作业安全监管不到位，违章操作引发泄漏。

5）液碱储罐发生灼烫的危险有害因素分析

a 人的因素

巡检、卸料、取样、堵漏作业时，个体防护装备佩戴缺失或不规范，未穿戴耐碱防护服、面屏、耐碱橡胶手套，一旦发生喷溅直接接触皮肤、眼睛，引发化学灼烫。

人员违章操作：进料、切换阀门、拆卸法兰时操作过猛，造成液碱喷溅；卸料软管连接不到位，作业无人监护，突发泄漏来不及躲避。

作业人员风险认知不足，低估液碱危害；发生喷溅后处置错误，冲洗不及时、冲洗时间不足，加重灼烫伤害；慌乱中错误操作，造成二次喷溅。

特种作业管理不到位：检修、盲板抽堵作业未落实隔离泄压，带压拆卸管线法兰，导致液碱喷射伤人。

b 物的因素

储罐本体、管线、法兰、垫片、阀门腐蚀破损，发生液碱泄漏、喷溅；液位仪表失效导致超装溢料，碱液喷射至作业人员。

缺少现场应急防护设施或设施失效：储罐区域洗眼器、应急喷淋装置故障、堵塞、距离过远，发生喷溅后无法第一时间冲洗。

围堰、导流设施缺陷，泄漏液碱漫流，作业人员不慎踏入积液区域，造成皮肤接触灼烫；设备无防喷溅防护罩，法兰、阀门等易泄漏点未设置防护挡板。

液碱物料本身危险特性：强腐蚀性，接触人体蛋白发生皂化反应，可深入组织持续损伤，眼睛接触极易造成失明。

c 环境因素

储罐区域地面湿滑，发生泄漏后人员滑倒，大面积接触碱液，加重灼烫伤害。

现场照明不足，夜间巡检、卸料作业视线差，不易发现泄漏，阀门操作失误引发喷溅。

高温环境下，液碱温度升高，腐蚀活性增强，一旦接触人体，化学灼烫损伤更严重；冬季防冻伴热异常，造成局部碱液升温加剧危害。

作业空间狭窄，发生喷溅时人员避让空间不足，无法快速撤离危险区域。

d 管理因素

安全培训不到位，岗位人员不掌握液碱危险特性、灼烫急救方法，不清楚个体防护装备使用要求。

巡检、卸料、盲板抽堵作业管理制度不完善，未落实作业许可、专人监护要求。

应急管理缺陷：未编制灼烫事故现场处置方案；洗眼器、应急喷淋未定期检查维护；缺少应急演练，员工不熟悉应急冲洗操作。

隐患排查治理不到位，管线、法兰垫片腐蚀老化隐患长期未整改，未及时消除泄漏喷溅源头。

承包商管理缺失，外来卸料、检修人员未开展专项安全交底，违章作业风险高。

5）液碱储罐发生物体打击的危险有害因素分析

a 人的因素

高处巡检、检修作业时，工具、配件、螺栓等随意放置，未使用工具袋，发生物件坠落，打击下方作业人员。

高处作业人员违章抛掷工具、材料、废料；作业下方未设置警戒区、未安排监护，无关人员进入坠落半径内。

作业人员未按规定佩戴安全帽；巡检、检修注意力不集中，未预判上方

构件、管线附件脱落风险。

检修拆除法兰、支架、保温层时操作不当，构件突然脱落；吊装作业指挥失误、吊物摆动坠落打击人员。

b 物的因素

储罐、管廊上支架、管卡、保温外护板、防腐构件长期腐蚀松动、脱落，坠落打击下方巡检人员。

阀门手轮、压力表、液位计等附件固定螺栓锈蚀断裂，附件掉落。

检修用的扳手、撬棍、螺栓、垫片等金属小件，放置不稳，从平台、管廊滑落。

c 环境因素

储罐平台、管廊露天环境，大风、雨雪天气，造成构件晃动、保温层破损脱落；雨雪湿滑，人员在高处失手掉落工具。

平台护栏缺失、破损，平台孔洞盖板未固定，物料、工具易掉落；平台通道狭窄，作业空间受限，操作时易碰落构件。

夜间照明不足，高处构件腐蚀松动缺陷难以提前发现；作业区域视线差，难以躲避坠落物体。

d 管理因素

高处作业、吊装作业管理制度落实不到位，作业票审批不严，未落实坠落半径警戒、隔离措施。

设备日常巡检缺少对管廊支架、保温构件、固定紧固件腐蚀松动检查，隐患长期未治理。

安全培训不足，员工缺少高处作业防物体打击知识，工具袋、安全帽使用管理要求执行不到位。

现场作业管理混乱，平台随意堆放备件、杂物；外来承包商高处作业监管不严，违章作业。

应急预案缺少物体打击以及物体打击伴随碱液灼烫复合伤害的应急处置内容。

6）液碱储罐发生厂内车辆致害的危险有害因素分析

a 人的因素

厂内车辆驾驶员违章驾驶：超速、急转弯；进入罐区未减速；注意力不集中，误操作车辆，撞击储罐、管廊、阀门、围堰。

驾驶员无证驾驶、未经罐区专项安全交底，不熟悉罐区道路、危险设施分布，对储罐、管线风险认识不足。

现场指挥、卸料监护人员站位不当，处在车辆行驶、倒车盲区，被车辆碾压、碰撞；现场指挥手势、信号不清晰。

外来车辆司机（液碱卸料罐车）安全意识差，不服从现场管理人员指挥，随意变更行车路线、违规倒车。

人员横穿车辆通道，在罐区道路停留、巡检时未观察来往车辆，被车辆碰撞。

b 物的因素

车辆本身缺陷：制动、转向、灯光、倒车报警装置故障；轮胎破损，车辆失控。

罐区道路设施缺陷：储罐、管廊、围堰、管道支架缺少防撞护栏、防撞墩，车辆撞击时无缓冲防护，直接撞击储罐本体或工艺管线，造成液碱泄漏。

道路标识缺失：限速标识、禁行标识、导向标识、倒车警示标识不足，无反光警示标识。

c 环境因素

罐区道路路面破损、坑洼、积水，冬季路面结冰，车辆制动距离变长，易打滑失控。

夜间、雨雾天气现场照明不足，视线差，盲区大，驾驶员难以看清储罐、

围堰、行人。

道路宽度不足、转弯半径过小，罐车转弯空间不够，容易剐蹭储罐支架、管线。

罐区管线、支架较多，形成大量视觉盲区，人员、车辆互相不易观察。

d 管理因素

厂内车辆管理制度不完善，车辆进场审批、限速管理、路线管控未落实；外来卸料车辆管理、资质审查不严。

驾驶员安全教育、罐区专项培训不足，未定期开展厂内车辆事故应急演练。

道路、防撞设施、车辆日常检查维护不到位；缺少定期隐患排查，防撞墩、标识损坏长期不修复。

罐区人车分流管理缺失，巡检通道与车辆行驶通道未有效分隔，人车混行。

卸料作业管理缺陷：车辆停靠、固定、挡车器使用管理不严格，未落实车辆熄火、轮挡固定措施，车辆溜车撞击储罐。

7）液碱储罐发生高处坠落的危险有害因素分析

a 人的因素

作业人员违章作业：罐顶巡检、取样、检修时未系挂安全带，或安全带低挂高用、挂点不可靠。

人员注意力不集中，在罐顶、平台行走踩空；翻越平台护栏；在平台边缘倚靠、停留。

作业人员体能、身体状态不良，疲劳作业、带病登高，头晕失衡失足坠落。

高处作业前未开展风险辨识，作业监护缺失；作业人员应急处置能力不足，失足时无法自救。

外来检修、承包商人员不熟悉罐顶平台布局，对平台孔洞、盖板缺失等隐患不知情，发生失足坠落。

b 物的因素

储罐罐顶、操作平台防护栏杆缺失、破损、高度不足；平台孔洞盖板未固定、缺失，人员踩空坠落。

储罐爬梯腐蚀、踏件松动、踏面打滑，扶手锈蚀断裂；平台踏板腐蚀穿孔。

缺少合格安全带、安全绳、速差自控器等防坠落用品；防坠落设施损坏未及时更换。

罐顶管线、阀门、仪表支架杂乱，人员行走时磕碰绊倒；平台无挡脚板，工具或人员脚部易滑出平台边缘。

人员坠落如掉入围堰积液区域，会同时接触液碱，形成高处坠落叠加化学灼烫复合伤害。

c 环境因素

雨雪、大雾天气，罐顶、平台、爬梯表面湿滑，摩擦力下降，容易滑倒失足。

夜间登高作业照明不足，平台孔洞、边缘看不清，容易踩空。

露天大风环境，人员站立不稳；罐顶空间狭小，作业活动受限。

罐区存在碱雾、潮湿腐蚀环境，加速平台、护栏、爬梯锈蚀，构件强度下降。

d 管理因素

高处作业票证管理不严，未落实作业许可，未对平台、防护设施预先检查，无专人监护。

日常巡检隐患排查不到位，护栏、爬梯、盖板腐蚀破损隐患长期未治理。

安全培训不足，员工不掌握高处作业安全要求、安全带正确使用方法。

承包商高处作业管理薄弱，安全交底不到位，违章登高行为管控不严。

8）液碱储罐发生坍塌的危险有害因素分析

a 人的因素

施工建造阶段：基础浇筑、罐体焊接施工质量控制不严，未按设计图纸施工，留下先天结构缺陷。

作业人员违规操作，超液位进料、超装，罐内载荷超出罐体设计承载能力，造成罐体失稳坍塌。

检修作业违章，随意切割、打磨罐壁、支撑构件，削弱罐体、基础结构强度；盲目进行改造、开孔，破坏原有结构。

巡检人员对基础开裂、不均匀沉降、罐壁腐蚀减薄等早期结构缺陷识别能力不足，发现隐患不及时上报，延误治理。

第三方检测人员检测不到位，壁厚、基础检测数据失真，无法预判坍塌风险。

b 物的因素

储罐本体：罐体底板、壁板长期受碱液腐蚀，壁厚减薄；焊缝腐蚀开裂，结构强度不足；储罐材质选型不满足液碱介质长期腐蚀要求。

储罐基础：地基承载力不足；基础混凝土开裂、酥松；不均匀沉降，导致罐体倾斜、应力集中，引发失稳坍塌。

附属构筑物：罐区围堰、操作平台支架腐蚀、混凝土老化，发生构筑物坍塌；平台坍塌可撞击储罐，诱发储罐损坏泄漏。

仪表安全设施失效：液位计、高高液位联锁失效，无法防止超装，罐体液位超限，罐体荷载超标。

后果：储罐坍塌会造成大量液碱瞬间外泄，漫流至围堰内甚至溢出围堰，引发大面积人员化学灼烫、土壤和水体污染。

c 环境因素

地质条件：地基土层不均匀，地下水侵蚀基础，造成基础沉降、承载力下降。

腐蚀环境：罐区碱雾长期腐蚀混凝土基础、钢结构支撑，钢筋锈蚀膨胀，造成混凝土开裂剥落，降低基础强度。

雨水、地下水浸泡罐基础，长期侵蚀弱化地基；极端降雨增加地基荷载，加剧沉降。

温度交变，基础混凝土热胀冷缩，产生裂缝，逐步扩展破坏基础结构。

d 管理因素

设备全生命周期管理缺失，储罐定期壁厚检测、基础沉降观测制度未落实，未建立储罐基础、罐体监测台账。

风险辨识不到位，HAZOP、隐患排查未把储罐基础沉降、结构腐蚀作为重点辨识内容。

变更管理失控：储罐扩容、技改、管线改造未进行结构强度校核，擅自增加储罐荷载。

施工、检测承包商管理不严，施工、检测质量管控缺失。

应急预案缺少储罐大面积坍塌、大量液碱泄漏的专项处置内容，应急物资储备不足。

F2.1.2.3 其它危险有害因素分析

1）变配电系统危险有害因素分析

（1）电气火灾

电气火灾主要是由于变压器、电抗器、开关等充油电气设备一旦发生故障，设备内的绝缘油温度、压力升高喷出，电弧作为火源使绝缘油着火。

另一种电气火灾是电力电缆火灾，主要是由于电缆自身故障或电流过载，产生的电弧以及附近发生着火引起电缆的绝缘物和护套着火，并具有沿

电缆继续燃烧的特点，一旦发生，后果不堪设想。

这些配、变、用电设备及电线电缆，由于设备缺陷、安装、使用、维护不当等设计、施工、管理方面的原因，致使电气设备运行中非正常发热和电气设施遭受雷击，将直接导致电气火灾的发生。

各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当、外部火源移近、运行中正常的闭合与分断、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或者过热，若防护不当，可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质，造成火灾事故；在有过载电流流过时，还可能使导线（含母线、开关）过热，金属迅速气化而引起爆炸；油浸电力变压器火灾危险性更大，还有可能引起爆炸。

雷电、静电、电火花都可能导致易燃、易爆场所的火灾、爆炸事故的发生。

（2）触电

生产装置使用电气设备和电线电缆，由于工作环境具有腐蚀性，使触电的机会大大增加。如果电气设备或线路绝缘因击穿、老化、腐蚀、机械损坏等失效；电气设备未装设屏护装置将带电体与外界相隔离；带电体与地面、其它带电体和人体范围之间的安全距离不符合要求；低压电气设备未装设漏电保护装置或漏电保护装置失效；人体不可避免的长期接触的有触电危险的场所未采用相应等级的安全电压；用电设备金属外壳保护接地不良及人员操作、监护、防护缺陷等等，均可能导致触电。

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

引起电气火灾及爆炸。

（3）高处坠落

电气设备、线路检修过程中存在高空作业，可能因违章操作或安全防护措施不健全而导致高处坠落。

（4）其它伤害

工作场地照明不良、场地不平整或物体摆放不整齐等有可能导致摔、扭等其它伤害的发生。

工频电场强，能对电气设备的绝缘构成威胁，还会对人体产生一定的影响，所以工频问题尤其是高压、超高压输变电设施附近的工频电场。

综上所述，该部分存在的危险有害因素有：火灾、爆炸、触电、高处坠落、工频电场伤害和其它伤害等。

2）自控仪表系统危险、有害因素分析

自控仪表系统的事故包括：控制系统失灵、雷击超压、火灾报警系统失灵、自控仪表设施的维护检修事故等；存在的危险、有害因素有：火灾、中毒、窒息、高处坠落、触电和其它伤害等。

控制系统失灵：主要是控制器没有采取冗余配置，控制器损坏，造成系统无法监控或数据失效；控制系统没有配置可靠的后备手段，进入系统控制信号的电缆质量不符合要求；操作员站及少数重要操作按钮配置不能满足工艺工况和操作要求；系统失灵后没有采取应急的措施，以上这些原因对生产的运行带来不安全因素，会导致设备损坏和人身伤亡事故。

自动控制系统有电缆夹层等部位的电缆较为密集，如果阻火措施不完善，一旦电缆发生故障和燃烧，将有可能引起火灾事故，使整个系统严重损坏、失控，造成很大损失。

雷击超压：雷击时瞬间电压很高、电流很大，将会给计算机系统的电缆、控制器、设备击穿，造成系统瘫痪，影响系统安全运行，所以计算机控制系

统、火灾报警系统、通信系统、综合布线系统等电子信息系统必须做好防雷击的安全措施，以最大限度地防止雷击事故。

火灾报警系统失灵：一旦火灾报警系统失灵，未及时启动防火措施，将给生产和经济带来极大损失。

自控仪表设施的维护、检修，往往需要进行高处作业，有发生高处坠落的危险。

自控仪表系统所用供电系统有可能造成触电事故。

仪表蒸汽伴热、保温失效，造成仪表误差甚至冻坏，引发工艺、设备发生事故。

仪表一次元件、调节阀等检修时，如果没有采取足够的措施，工艺介质直接接触检修人员，可能造成灼烫、中毒等伤害。

计算机高性能的元器件老化引发死机，不仅会丢失数据，还会越坏越严重，以致造成死机等大的故障。

控制系统接入远程故障诊断和技术服务，要特别注意病毒入侵，甚至“黑客”攻击造成系统瘫痪的危险。

自控系统对温度、压力控制不好，温度过高，升温、降温时速度过快过频，会因温度骤变引起设备、部件的膨胀或收缩急剧变化而损坏设备，甚至造成火灾爆炸。

3）建（构）筑物危险有害因素分析

钢制平台、梯子、护栏设计、选材不当，腐蚀严重、焊接不牢靠或年久失修，无防护栏杆，不系安全带，职工安全意识差，均可能会导致高处坠落。

不发放安全防护用具；进入施工现场不佩戴安全帽；安全管理不健全，安全意识差，高处废料随意向下丢弃；通道上方无硬质防护顶；人员违章操作或高处物体放置不稳等，均可能会导致物体打击的危害。

4）供气系统危险有害因素分析

（1）容器爆炸

仪表空气若质量不符合要求，输送压力不满足等可能影响正常的仪表性能，从而不能有效反映装置的正常参数，有可能会造成火灾、爆炸等事故。

违章作业、安全阀、压力表等失灵超压运作或故障超压，也会造成物理爆炸。

操作人员如果没有经过培训，未取得特种作业人员资格证书，操作易发生安全事故。

（2）灼烫

有蒸汽的设备、管道温度较高，保温层、劳动防护等防护措施不到位可能造成高温灼烫。蒸汽管道、设备泄漏，蒸汽喷到人体造成灼烫。

（3）噪声

蒸汽系统排气等操作可能产生噪声。

5）电气火灾危险因素分析

该建设项目中设置变、配电所和大量低压配电设备，因此对电气设备故障形成的火源而造成的火灾应重视。电气火灾事故主要表现为电弧或电火花引发的事故，以及由于电气设备异常发热或人员误操作而造成的烧毁设备，甚至引起火灾等事故。

⑴ 过载

电气设备选型不合理，实际负载容量超过设计额定容量；电气设备安装或线路连接不正确而增加负荷，导致超载运行；日常检修维护不及时，使设备或导线长期处于非正常运行状态。过载使设备或导体中的电能转变为热能，使导线的可燃有机绝缘材料因局部过热而被引燃发生火灾。

⑵ 短路、电弧及火花

电气线路安装过程中由于拖拉、摩擦、挤压、接触坚硬物体等，使绝缘

层造成机械损伤；在使用中因过电压使绝缘击穿；或操作失误将电源投向故障电路。发生短路时，在短路点或导线连接松动处，会发生电弧或火花，电弧温度高达6000℃以上，不但可以引燃自身的绝缘材料，还可引燃附近的可燃材料、蒸气或粉尘。

⑶ 接触不良

在导线与导线、导线与电气设备连接处，常因电气接头表面污损；电气接头长期使用而产生导电不良的氧化膜；铜铝连接处未按规定方法处理，发生电化学腐蚀；电气接头处连接松动等原因而使接触电阻增大，形成局部过热甚至产生电弧、电火花，成为潜在点火源。

(4)雷电引起的火灾危险因素分析

若无避雷设施，或避雷设施设计、安装不合理或避雷接地装置损坏、防雷接地电阻超过规定值等因素都可引起雷击事故。

由于直击雷放电、二次放电、球雷侵入、雷电流转化的高温、冲击电压击穿电气设备绝缘而短路，可能引起电器设备火灾、事故停电或设备、设施的损坏等危险事故的发生。

(5)漏电危害

电气伤害主要是由于电气设备安装不当或维护不良出现漏电、短路、过流、过载、过热等而造成的绝缘失效或线路着火，电气安全防护设施疏漏、失效或违章作业等也可能引起电气事故。其对人体的伤害主要有电击、电伤和触电的二次事故。事故后果因电压高低、电流大小、接触时间长短以及触电部位不同而各异，轻者可致人痉挛，重者伤残丧命。

该项目变配电室电力线路绝缘层破损，在检维修过程中可能存在触电危险。

6）机械致害危险因素分析

该项目设置了大量机泵等转动设备，若机泵的转动部位等外露，人员与

其接触（包括肢体、衣物）或对转动的部件擦拭等，都可能发生绞碾等机械伤害事故。

7）触电危险因素分析

电对人体的伤害主要表现为三种形式：电击、电伤、电磁场生理伤害。日常所说的触电事故即指电击伤害，它对人体的危害程度与电流、持续时间、电流频率、流经人体的途径、周围环境及人的身体状况有关。

电气伤害事故（含雷击），以电击为主，是电气伤害事故中发生最多，后果最严重的事故，常常导致人员死亡。

该项目配备有配电及用电设备和设施。在配电系统、用电设施和设备、电气维修作业以及临时用电工程等，如防护不当，会造成触电伤害事故。

（1）在配电系统中，由于设计不合理、绝缘不可靠、屏护措施不当、安全距离（安全间距）不够，接地装置不符合要求，没有配备必要的安全用具等，容易发生触电（电击）事故。

（2）在配电系统中，由于违反电业安全工作有关规程，没有严格执行“两票、三制（即操作票、工作票；交接班制度、巡回检查制度、定期试验切换制度）”导致误操作、误拉合刀闸开关、误入带电间隔、误登带电杆塔等违章作业原因，容易发生触电（电击）事故。

（3）配电室由于管理不善，门窗没有采取可靠的防止小动物（鼠、猫、鸟、蛇等）进入措施情况下，当小动物进入变配电室并窜入变配电柜内时，咬啮线路、设备有可能发生小动物触电造成电气短路，引发电气火灾，导致烧毁变配电室设备及伤及有关人员。

（4）各种电气设备和设施在运行使用过程中，由于防（屏）护不当、接地（零）不良、容易发生触电（电击）事故。

（5）危险场所的用电设备没有使用安全电压和配备漏电保护器，导致触电（电击）事故。

（6）由于错误接线，导致设备意外带电，如灯线、插头错误接线，由相线和保护线（PE 线）接错导致的触电事故。

（7）由于开关、线路、插头、接线处破损、导线老化龟裂等使绝缘失效，导致的触电事故。

（8）违章临时用电导致的触电事故。在某些需要临时用电场所，当未按临时用电规定办理审批手续或临时用电线路系统接装不符合规定要求，也容易发生触电（电击）事故。

8）中毒、窒息危险因素分析

开、停工使用氮气进行置换和吹扫时，有发生大量氮气泄漏，危险区域的作业人员有窒息的危险。

作业人员因工作需要进入设备容器内（受限空间作业）进行检修作业或清洗容器时，若设备没有清洗、置换，又未进行安全分析，或没有采取相应的安全防护措施，设备容器外也没有专人进行监护等，作业人员就贸然进入，均可造成窒息中毒事故。

在清理事故池中物料时，若将未达标的含氯污水排入事故池，可能因人员靠近，发生中毒事故。

在进行液氯储罐清扫作业或检维修作业，进出罐前未进行先通风、后检测有毒气体浓度，就进入罐内作业，可能发生中毒风险。

若液氯槽车卸车系统未设置自动控制措施，可能会造成液氯泄漏风险。液氯储罐至充装台之间的管道上阀门或法兰密封不严，可能会造成液氯泄漏发生中毒风险。

充装液氯压力超过万向节减薄部位的承载能力，导致减薄部位发生塑性断裂，造成液氯瞬间泄漏造成中毒风险。

液氯中的氯离子与空气中的水蒸气结合成盐酸对设备具有腐蚀性，若选用的材料未采用防腐材料，可能会造成设备腐蚀泄漏风险，造成人员中毒。

该项目涉及液氯卸车工艺，若操作人员接管失误，可能会造成氯气泄漏发生中毒风险。

吸入氯气会造成接触者急性中毒，轻者流泪、咽痛、咳嗽、咳少量痰，继而咳嗽加剧，出现胸闷、气急、胸骨后疼痛、呼吸困难或哮喘样发作，有时伴有恶心、呕吐、腹胀、上腹痛等消化系统症状，或头晕、头痛、烦躁、嗜睡等神经系统症状。

吸入极高浓度氯气时，可致喉头痉挛、窒息、死亡或陷入昏迷，出现脑水肿或中毒性休克，甚至心搏骤停而发生“电击样”死亡，或可引起支气管黏膜坏死脱落，导致窒息。

消防水池清理作业时，未进行氧含量浓度检测和通风就进入作业，可能会造成窒息风险。

消防泵房进行检修作业时，未对受限空间进行氧含量检测和通风就进入受限空间，可能会造成窒息风险。

9）灼烫危险因素分析

该项目液氯等腐蚀品，若液氯管道材质未采用防腐蚀材料，可能会造成液氯管道腐蚀泄漏风险。皮肤接触高浓度氯气，在暴露的部分可能引起灼烫及急性炎症。

钢在高温高压氢环境中服役一定时间后，氢可能与钢中的碳反应生成甲烷，造成钢脱碳和微裂纹的形成，导致钢性能不可逆地劣化。温度越高、氢分压越大，钢的氢腐蚀越严重，导致腐蚀泄漏。

眼睛接触液氯可引起眼角膜冻伤。眼睛接触氯气可导致刺激、畏光、流泪、角膜混浊，引起急性角膜炎，高浓度造成角膜损伤。

液氯泄漏形成的氯气与空气中的水蒸气反应生成盐酸和次氯酸雾滴，对大部分金属和非金属都有腐蚀性，对接触到的机器、设备、设施等造成严重腐蚀。

液氯气化器加热介质采用高温蒸汽，若蒸汽压力过高或温度过高，可能引起蒸汽管线超压泄漏，蒸汽与人员皮肤接触，可能造成高温灼烫风险。

液碱卸车过程中，若操作人员失误，可能会造成接管密封不严，造成液碱泄漏，与人员皮肤接触发生灼烫风险。

液碱储罐附近的管线阀门、法兰处密封不严，可能会造成液碱喷溅风险，与人员皮肤接触可能会造成化学灼烫风险。

10）厂内车辆致害危险因素分析

⑴车辆在进、出液氯储罐厂房和液碱卸车区，在倒车、转向时，因作业场所狭窄或通道无标识线，作业人员不遵守规定，车辆无警示音以及车速过快、转弯过急，照明不足、视线不清，司机瞭望不够或与工作人员指挥配合失误等，会导致车辆伤害事故。

⑵因驾驶速度过快或因道路宽度、转弯半径不符合要求，通道不畅、回车空间狭窄，遇有雨、雾、霜、雪天路面湿滑等路况不好，易导致车辆打滑、掉头而发生事故。

⑶如果方向盘失灵、刹车装置失效、转向灯无显示等车况缺陷，有可能发生撞车、挤压、碾压等车辆伤害事故。

⑷因装车物件摆放不稳，使载重量偏移，导致车辆运行侧翻或前倾等，造成车辆碰撞事故。

11）淹溺危险因素分析

该项目新建初期雨水池、事故污水池，消防水池、雨水检测池等，若事故水池、消防循环水池周围未设置护栏或警示标志，人员在巡检或检维修过程中可能发生淹溺事故。

12）作业场所其他危险因素分析

（1）标志不清

由于安全标志不清楚或不完备，造成误操作发生伤害事故，人员误入、

误碰等发生人身伤害事故。

（2）护具不完备

若劳动保护用具及防护用具不完备，可能造成操作人员人身伤害事故。

（3）作业场所危险因素分析

①设备安装间距：若设备与设备间距，以及设备与墙、柱、垛的间距不够，减小了操作人员活动空间，影响操作人员安全。

②安全通道：若操作通道和安全通道窄或无安全通道，可能造成操作人员不慎挤伤。

③采光因素：若工作场地光线不良、照度不足、视线不清等影响视力，产生误操作，造成伤害事故。

④作业场所环境：若作业场所狭窄、杂乱或地面不洁、地面滑，以及道路、环境差等，造成伤害事故。

⑤防护用具：若不正确佩戴防护用具、防护用具质量不合格等，造成伤害事故。

⑥安全标志及安全色：对有关的作业场所和设备、设施，特别是有毒有害作业场所和特种设备，若没有按规定要求设置安全标志、信号或标志不规范，容易导致人员的判断错误、误操作，造成伤害事故的发生。

（4）管理上危险因素分析

①由于没有制定相应的规章制度、无操作规程或操作规程不健全，职工无章可循所产生的事故危险因素。

②由于职工有章不可循，不严格遵守规章制度和安全管理规定，不严格执行岗位或工种安全操作规程，违章作业和麻痹大意而酿下的事故危险因素。

③由于领导盲目指挥、违章指挥所产生的事故危险因素。

④由于劳动纪律松散，不坚守岗位，不坚持正常巡检，而未及时发现生

产过程出现的事故隐患。

⑤由于职工未经安全技术和生产技术培训，或培训流于形式，以致工人不能熟练掌握生产和安全技能，出现乱干、蛮干。

13）检维修作业的危险性分析

若未办理进入设备作业手续而进入设备内作业，若未佩戴有关防护用品或防护用品不符合标准要求，有引起检修人员中毒窒息的危险；进行施工、清罐等此类作业时，未进行吹扫或吹扫时间不足，人员进入罐内前未做空间内气体分析检验，人员进入有限空间未佩戴防毒面具等劳保用品，有发生有害物质中毒、窒息的可能性。

设备检修过程中冷却降温不彻底，检修人员在设备外或进入设备内部未按规程实施检修作业，易造成高温烫伤；

检修过程中操作者未按高处作业规定进行高处作业，操作失误易发生高处坠落；在坠落高度基准面 2m 及以上有可能坠落的高处进行的作业，均称为高处作业，其高处坠落的危险因素主要有以下方面。

（1）操作人员和检修人员在罐顶进行检尺做、在泵房起重机上进行维修等作业、在管道支架上作业，或在 2m 以上的设施上进行巡检、操作时，若作业场所未设置操作平台、走台、栏杆或护栏、盘梯、扶梯等，或平台等存在缺陷、遭损坏，人员不系安全带、不戴安全帽等，则有可能发生高处坠落事故。

（2）操作人员在未按标准要求设置安全警示标志和防护栏杆或盖板的地沟、井、池等场所附近操作时，人员可能发生坠落事故。

（3）操作人员高处作业时，心理异常，因精神不集中、过度紧张、心理异常或违章操作等，可能发生高处坠落。

（4）若操作人员在室外高处作业，若在刮风、下雨、下雪等不良天气或夜间，特别是超过 6 级的大风等恶劣气候和环境下，发生高处坠落事故的

可能性将有所增大。

检维修过程中上下交叉作业较多，未落实相关的安全防护措施，有造成物体打击的危险。

起重机械对机泵进行检修起重作业时，若违规操作或人员注意力不集中，可能会因起重物跌落、吊绳崩断等原因引起磕碰、挤压等起重致害。

在进行液氯储罐清扫作业或检维修作业，进出罐前未进行先通风、后检测有毒气体浓度，就进入罐内作业，可能发生中毒风险。

在对液碱储罐进行清罐作业，若未对罐内氧含量检测和通风，可能会造成窒息风险。

14）坍塌

若违规在厂房堆放物料和施工的钢材，可能会因超过楼板或仓库楼板支撑重量，造成车间或仓库坍塌。

若液氯储罐厂房、变配电所、控制室、消防泵房未按设计承载能力进行复核，可能会造成坍塌风险。上述建构筑物未按抗震设防等级要求进行抗震设计，可能会因自然灾害造成坍塌风险。

15）起重致害

该项目消防泵房内设置检维修使用的电动葫芦，检维修过程中，若人员操作失误，可能会造成起重致害风险；电动葫芦未定期检测，可能会造成起重致害风险；电动葫芦吊钩未设置防脱设施，可能会造成起重伤害。

F2.1.2.5 生产过程中有害因素分析

该项目生产过程有害因素有：噪声与振动、高温与低温、高毒物。

1）噪声与振动

该项目生产过程中的噪声主要来源有二方面：一是机泵（包括泵、压缩机、风机等）工作过程中产生的机械噪声，以及电气设备产生的电磁噪声；

二是生产过程中气流、液流摩擦、冲击产生的噪声。长期接触噪声会对人体的听觉和神经系统造成不同程度的伤害，甚至引起噪声性耳聋。

该项目在生产过程中机泵开启时，带动连接的管道或设备振动，可能引起设备损坏。

2）高温与低温

（1）高温危害

该项目装置内操作人员如长时间处于高温环境作业，可出现一系列生理功能的改变，对人体健康产生不良影响。

（2）低温危害

在生产劳动过程中，其工作地点平均气温等于或低于 5℃的作业为低温作业。由于该项目所在地冬季较严寒，最冷月平均温度为-5.3℃，绝对最低温度为-21.1℃，因此，在巡检和检修过程中，人员可能受到低温危害。

3）高毒物

毒性作用：氯气属于强烈刺激性毒物，主要经呼吸道吸入。低浓度刺激眼、鼻、咽喉、气道黏膜，引发流泪、咳嗽、咽痛、胸闷；较高浓度可造成支气管、肺泡损伤，引发化学性肺炎、肺水肿；极高浓度短时间吸入可造成喉头痉挛、窒息死亡。职业接触限值：MAC 1mg/m³（最高容许浓度，不允许瞬时超过）。

F2.1.3 安全管理方面的危险性分析

安全生产管理对规范人的不安全行为和纠正管理欠缺，防范危险和危害物质或能量的失控，防止事故发生起着重要作用，在整个生产过程中都应予以充分重视，以保证及时、有效地消除隐患，实现安全生产的既定目标。安全生产管理方面的危害因素如下：

1）安全组织机构不健全

如果企业安全生产体系不完善或安全体系没有保持持续改进，安全职能

没有理顺，会形成管理缺陷的危险因素，容易导致管理失误，最终导致发生伤害事故。建设单位若未按要求设置安全管理机构或配备专职安全管理人员专门负责企业的安全管理工作，或安全管理人员管理能力不够等可能造成企业存在较大的潜在危险。

2）安全责任制未落实

安全责任制是整个安全管理工作的核心，若生产过程中未有效落实各类安全管理制度，也容易造成事故的发生。安全职责没有落实，安全教育没有进行、隐患没有及时整改等管理上的漏洞，会形成管理性危险因素，容易导致管理失误，最终导致发生伤害事故。

3）安全管理制度不完善

规章制度不健全，操作规程不完善，容易导致误操作、违章作业，发生伤害事故。由于没有制定或没有完善危险作业场所安全责任制度和有关作业程序文件或操作规程，作业人员不知危险所在，无章可循。由于不执行有关规章制度，对设备管理不当，操作中出现漏洞和失误。由于未按规定进行明火作业，明火作业现场未认真检查，未按要求将周围易燃物质彻底清理就盲目动火，往往导致火灾、爆炸事故的发生。

4）组织培训不完善

安全教育是安全管理工作的重要一环，人员安全素养和技术水平与企业的安全生产状况息息相关。很多事故案例表明：往往因为作业人员不了解危险性情况，违规作业而导致群死群伤的事故发生。同时，在关键时刻由于管理人员指挥得当，或作业人员及时采取措施和急救方法，就能有效地避免事故的发生和扩大。

技术培训水平低，职工操作不熟练，应变能力差，也容易导致误操作、违章作业，发生伤害事故。

作业人员及其相关管理人员，应当按照国家有关规定经安全监督管理部

门考核合格，取得作业资格证书，方可从事相应的作业或者管理工作。

劳动组织不合理，出现超负荷工作、过度疲劳时，容易造成配合失误，既影响作业效率，又易发生事故。

5）安全设施“三同时”未得到有效落实

生产作业场所及建筑设计应符合劳动安全卫生方面的设计，特别是涉及总平面布置、配电、消防及通风等方面，严格执行国家标准规范要求，避免出现缺陷或失误，应严格执行安全“三同时”制度。为了安全工作能得到落实、安全设施能及时到位，建设单位负责人应保证每年安排一定的资金用于安全生产投入，若不能有效保证安全投入，可能会造成安全生产得不到有效保证。

建筑设计上的缺陷主要体现在建（构）筑物布局不尽合理，防火间距不够，防火防爆等级达不到要求，防火及消防设施不配套，作业流程不合理，安全防护装置和职业卫生防尘防毒措施不到位等。厂房及建筑设计上的缺陷或失误有可能导致发生潜在的伤害事故和职业病。

6）安全资金投入不足

企业在项目建设的过程中，安全资金投入不足将直接导致必要的安全设施缺乏和安全防护不到位，其潜在的安全风险是非常大的，对发生生产安全事故的后果无法控制，往往扩大事故的影响范围。

7）由于不正确的工作态度、技能或知识不足、健康或生理状态不佳和劳动条件（设施条件、工作环境、劳动强度和工作时间）影响等造成的不安全行为容易引起事故。

8）“违章指挥、违章作业、违反劳动纪律”是导致事故发生的一个普遍因素。建设单位若未按国家相关法律法规和标准，制定并落实安全管理制度和安全操作规程，会存在安全问题。

F2.1.4 工艺过程风险分析

1）液氯卸车工艺风险分析

液氯卸车工艺采用卸车鹤管与液氯槽车连接，通过汽化液氯通过压差将槽车内液氯压至液氯储罐内，若对液氯槽车增加过程中，若气化器出口压力大于槽车设计压力，可能发生容器爆炸风险。

液氯操作卸车过程中，若人员操作失误，可能会因接管密封不严，造成液氯泄漏发生中毒风险。

液氯卸车过程中，若人员擅自撤离，可能扩大氯气泄漏事故风险。

若液氯卸车操作人员未经严格操作培训或培训不合格上岗，可能会发生容器爆炸和中毒事故风险。

与液氯卸车鹤管连接的氮气管线未设置单向阀，可能因卸车压力过大造成氯气窜入氮气系统造成中毒风险。

卸车鹤管尾气吸收，尾气经真空缓冲罐负压抽入水喷射真空机组吸收。吸收液成分为烯盐酸，可能会造成设备腐蚀，造成氯气泄漏中毒风险。

卸车鹤管尾气吸收，尾气经真空缓冲罐负压抽入水喷射真空机组吸收。吸收液人工定期排至桶中，委外处理。吸收液含有腐蚀性物质，若操作人员未佩戴耐腐蚀手套或耐腐蚀防护服，与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险。

卸车缓冲罐需定期人工排污，若操作人员未佩戴耐腐蚀手套或耐腐蚀防护服，与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险。

液氯鹤管上拉断阀上螺栓长期处于疲劳状态，槽车罐顶部出口法兰与鹤管法兰连接完毕后，拉断阀上螺栓因过载被拉断，拉断阀阀芯腐蚀卡滞，内部弹簧无法回弹，造成拉断阀应急封闭功能失效，导致槽车罐内液氯从拉断阀阀体拉断处泄漏的风险。

2）液氯卸车气化工艺风险分析

液氯卸车气化工艺加热介质采用蒸汽，若蒸汽温度和压力不足，可能导

致液氯中三氯化氮聚集，遇撞击、摩擦或碰撞、震动发生爆炸风险。

若液氯气化器未设置就地和远程的压力和温度监测，可能会造成气化器出口温度、压力过高，造成容器爆炸和中毒事故风险。

液氯卸车气化工艺采用套管式换热器，若套管式换热器内漏，可能会造成氯气泄漏风险。

气化过程中蒸汽压力过高，可能会造成换热器爆炸风险。

作业人员未持证上岗，不熟悉液氯、三氯化氮危险特性，卸车、排污操作违规。作业期间脱岗，可能因氯气泄漏不能及时发现应急处置。未正确佩戴正压式空气呼吸器、防化服等防护用品，发生泄漏时中毒灼伤。违规敲击、震动储罐、气化器及排污管线；残液排污作业扰动底部富集的三氯化氮，引发爆炸。巡检不到位，未及时发现液位、压力异常可能会造成液氯泄漏发生中毒风险；超压、超液位卸车可能会造成液氯泄漏发生中毒风险。检修作业未彻底置换、检测，盲目开盖动火。

鹤管、金属波纹管、法兰垫片、阀门腐蚀老化造成氯气泄漏发生中毒风险；槽车、储罐密封失效，液氯泄漏，造成人员氯气中毒。

超压爆炸：气化器蒸汽温度过高、液位失控，液氯急剧气化；气相管线堵塞，压力升高造成设备爆破；安全阀失效、压力表失灵无法泄压。

三氯化氮富集爆炸（重大风险）：液氯储罐、气化器、排污死角沉积富集三氯化氮；未定期排污，残液中 NCl_3 浓度超标；抽残液、扰动残液时触发爆炸，同时大量氯气外泄。

气化器热水系统故障，局部过热；换热管破损，水进入液氯系统，发生剧烈反应。应急设施失效：氯气吸收装置、碱液中和池、洗眼器、防毒面具损坏或储备不足

蒸汽压力、温度不足，造成的残余三氯化氮聚集，遇碰撞、撞击、摩擦或震动发生爆炸风险。

液氯卸车气化器后缓冲罐排污口未采用双阀或盲板封堵，可能会造成液氯泄漏风险。

气化缓冲罐需定期人工排污，若操作人员未佩戴耐腐蚀手套或耐腐蚀防护服，与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险。

3）液氯生产气化工艺风险分析

液氯生产气化器出口温度过高或压力过高，超过气化器后缓冲罐设计压力，可能会造成容器爆炸风险。

液氯生产气化器与反应釜之间未设缓冲罐或随意更改工艺路线，可能会造成反应釜容器爆炸风险。

气化量超过缓冲罐容积，可能会造成容器爆炸风险，若缓冲罐未设置安全阀等泄放设施，可能会造成容器爆炸风险。

若缓冲罐与反应器之间未设置止回阀、自动调节阀和紧急切断，可能会因反应器压力过高，造成反应釜内腐蚀性物料窜入液氯气化器或缓冲罐，发生化学腐蚀风险。

若气化器后的缓冲罐未设置保温等防凝措施，可能因缓冲罐堵塞，发生容器爆炸和中毒风险。

4）事故氯吸收工艺风险分析

若氯吸收塔长期运行，可能因液碱吸收氯气产生的次氯酸钠发生严重腐蚀泄漏风险，造成氯气外泄，发生中毒风险。

可能因液碱储量配备不足，导致事故氯气和库房环境换风尾气吸收不完全，造成氯气外泄，造成周围人员中毒风险。

若尾气排放口未设氯气报警器，可能因未完全吸收氯气外排，造成中毒风险。

若循环泵密封不严，可能会造成液碱泄漏风险。若循环泵未配备双电源或备用循环泵，可能会因一路电源故障，另一路电源无法及时供应，造成氯

气外泄中毒风险。若事故氯风机未设备用或未采用双电源，可能因风机损坏或一路电源损坏，不能及时吸收氯气，造成氯气外泄中毒风险。

氯吸收过程产生的次氯酸钠通过泵送至原厂区次氯酸钠储罐，若储罐未设置高液位报警与进料阀联锁，可能会造成次氯酸钠冒顶，造成次氯酸钠泄漏，喷溅到周边人员发生灼烫事故。

F2.1.5 自然危险、有害因素分析

1）雷电危害

直击雷电造成的电效应、热效应和机械力效应危害、间接雷电引起的静电感应和电磁感应危害、雷电波侵入危害及防雷装置上的高电压对建筑物的反击作用，都有可能造成易燃、易爆物品爆炸或着火。

2）地震危害

发生地震时设备、管道等遭到破坏，引起火灾等次生灾害；建、构筑物倒塌，可能会造成严重的人员伤亡。

3）低温

大连市年平均最低气温为-11.9℃，极端最低气温-28.2℃，冻土较深，因此，对本工程的防凝防冻有不利影响，对埋地管道的防冻设计要求较高。若选用的传感、计量设施不满足防冻要求，可能造成管道泄漏和传感器和计量器失灵。

4）盐雾

本项目地处大连长兴岛（西中岛）石化产业基地，靠近海域，海陆交互频繁，季风所夹带的含盐湿空气会加速金属设备和设施的外露金属表面的腐蚀损坏。盐雾腐蚀破坏过程中起主要作用的是氯离子，氯离子容易穿透金属表面的氧化层和防护层，与内部金属发生电化学反应。同时，氯离子含有一定的水合能，易被吸附在金属表面的孔隙、裂缝排挤并取代氯化层中的氧，把不溶性的氧化物变成可溶性的氯化物，使钝化表面变成活泼表面，降低设

备使用年限及使用性能，尤其对电器设施，降低其绝缘能力。

F2.2 定性、定量分析危险、有害过程

F2.2.1 用预先危险性分析法评价单元固有危险程度

F2.2.1.1 工艺及设备单元预先危险性分析

1）液氯储罐厂房预先危险性分析

该项目液氯储罐厂房分为三个区域，即液氯气化间、液氯储罐区、液氯卸车区。液氯气化工艺预先危险性分析结果见附件表 2-5。

附件表 2-5 液氯储罐厂房预先危险性分析

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
泄漏	**液氯气化区：** （1）设备与管道失效气化器、缓冲罐、管道及阀门是气化工艺的核心设备，其薄弱环节主要集中在阀门垫圈、法兰连接密封等部位。若设备维护保养不到位或使用不合格产品，极易发生泄漏。管道、法兰、阀门材质若不能满足常温下液氯气化产生的低温状态和强度要求，也可能导致开裂泄漏。 （2）温度控制失效 液氯气化温度若控制不当，一方面可能导致设备超压引发泄漏，另一方面温度过低会使三氯化氮在设备内不断富集，增加后续爆炸风险。气化温度不得低于 71℃，建议热水控制温度 75～85℃ （3）操作失误 若操作人员违反此规定，在管道充满液氯时关闭阀门，剩余液氯膨胀超压，可能导致管道破裂泄漏 （4）物料倒灌 若缓冲罐容积不足或布置位置不当，或用氯设备压力波动，可能导致物料倒流入氯气管道甚至气化器，引发剧烈反应和设备损坏。 （5）液氯泵机械密封磨损、老化、弹簧腐蚀，是液氯泵泄漏高发点；液氯中微量水分造成泵壳体、密封件腐蚀穿孔；泵发生气蚀，冲击损坏密封与泵体，引发泄漏。泵进出口法兰、垫片老化破损；接管焊缝腐蚀开裂；紧固件腐蚀松脱，造成法兰处液氯泄漏。 **液氯储存区：** 1）设备本体失效 液氯储罐的气相进出口、液相进出口、排污口、放散口、液面计接口、压力表接口等接管、阀门、法兰连接密封等部位密封不严。储罐长期处于腐蚀、高压、疲劳运行工况，可能发生泄漏风险。	人员伤亡	III	液氯气化区防控措施： （1）气化器选型与工艺控制 推荐使用盘管式或套管式气化器的液氯全气化工艺-。禁止液氯贮槽、罐车或半挂车槽罐直接作为液氯气化器使用。液氯气化温度不得低于 71℃，采用特种气化器（蒸汽加热）时温度不得大于 121℃。气化压力与进料调节阀联锁控制，气化温度与蒸汽调节阀联锁控制-4。 （2）缓冲罐设置 氯气缓冲罐容积不得小于用氯的第一级设备容积，缓冲罐底设有排污口，应定期排污，排污口接至碱液吸收池。缓冲罐应布置在用氯的第一级设备邻近处或高于用氯设备。 （3）防止倒灌 进反应釜的氯气管道应设置氯气止回阀或增加高度，建议采用气化氯负压信号与反应釜氯气切断阀联锁控制，防止物料倒灌-4。 （4）管道材质与操作 所有管道不得在积聚液氯时密闭。管道、法兰、阀门材质应满足常温下液氯气化产生的低温状态和强度要求。 （5）密闭与吸收设施 液氯气化间应采用密闭结构，并配置负压抽吸、碱液洗涤的应急吸收装置，与有毒气体报警系统联锁。吸收装置应具备 24 小时连续运行的能力。 液氯储存区防控措施： 1、使用液氯专用的接管、阀门、法兰； 2、禁止超充装； 3、液氯储罐必须设置在密闭厂房内； 4、设置备用罐，事故状态下进行倒罐； 5、设置氯气有毒报警器； 6、液氯储存设置事故氯吸收装置； 7、液氯存储现场需配备移动式负压吸风罩、负压处置房等应急设施以及移动式水幕水带； 8、对涉氯压力容器、压力管道及安全附件进行检验，液氯储罐、管道的自查频率不低于每半年一次，重要管道自查每季度一次，经常性操作阀门每月自检一次。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
	3）备用罐管理不当 不得将备用罐投入正常生产储存使用，以免储罐发生泄漏事故后无法有效转移、容纳泄漏罐内的物料。 4）检修作业违章 检修前未隔离、泄压、置换，直接拆卸储罐法兰、附件；带压紧固螺栓；在罐体违规敲击、打磨、动火；盲板设置错误，隔离失效。 5）巡检与风险辨识能力不足 巡检点位不全，未能及时发现罐体腐蚀、法兰渗漏；对储罐压力、温度异常变化判断错误；发现轻微泄漏时处置不当，扩大泄漏量。 6）设备管理缺陷：液氯储罐未按压力容器规范定期检验；壁厚检测、腐蚀检查不到位；安全阀、压力表、液位计、有毒气体报警器未按期校验；腐蚀隐患台账缺失，隐患整改不闭环。			
中毒	**液氯卸车区：** 1、液氯鹤管的拉断阀及其螺栓、万向节等关键设备，长期处于承压和疲劳运行状态，造成密封不严泄漏 2、频繁的管道连接和压力波动，易导致卸车管道法兰连接处垫片破损泄漏； 3、管道安全阀等阀门若出现内漏，可能导致氯气异常进入后端系统； 4、液氯有腐蚀性，长期使用的管道可能因腐蚀出现砂眼等缺陷； 5、未使用密闭取样系统 6、事故氯吸收装置能力不足			1、使用安全的万向充装管道系统，安装拉断阀，对关键设备进行定期检验； 2、定期更换垫片； 3、卸车区设备、管道应采用可靠的防腐措施； 4、卸车前，对液氯槽车进行全面检查，确认无缺陷； 5、设置氯气报警器； 6、液氯储罐进出口管道设置手动和两道远程切断阀。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
	液氯气化区： 1、储罐与气化器之间连接的管道上法兰垫片密封不严，可能会造成氯气泄漏造成人员中毒风险； 2、若使用釜式气化器，易形成液氯死角，长期运行后可能因腐蚀或应力腐蚀开裂导致泄漏； 3、管道、法兰、阀门等连接部位是泄漏高发点。垫片破损、阀门内漏、管道腐蚀产生砂眼等均可能导致氯气外溢； 4、安全阀、压力表等安全附件若失效； 5、在液氯气化过程中会不断富集三氯化氮，当气相中三氯化氮浓度超过 5%、液相中浓度超过 18%时即具有爆炸危险，一旦爆炸造成氯气泄漏。 6、温度控制失效：若气化温度低于 71℃,液氯不能充分气化，三氯化氮在设备内不断富集，造成爆炸风险，从而造成泄漏中毒 **液氯储罐区：** 1、储罐底阀阀后的出料管破裂，罐体或阀门因腐蚀泄漏，造成人员中毒风险。 2、超充装，导致超压爆炸 3、安全泄放装置失效，泄漏发生中毒风险。 4、储罐未设置液位监测系统或液位计故障，导致超充泄漏导致人员中毒风险。 **液氯卸车区：** 1、违规操作企业为降低成本，违规将槽车罐作为固定储罐使用，并擅自解除安全联锁系统，这些行为直接埋下了重大隐患。 2、企业对拉断阀、螺栓等关键部件普遍存在“重使用、轻维护”的问题，日常巡检走过场，任由设备“带病”运行。 3、应急设备无备用保障，如碱液循环泵、事故氯风机等关键设备故障后无法持续运行。	人员伤亡	III	1、采用全气化工艺，避免造成三氯化氮聚集 2、定期维护管道上法兰垫片，发现破损立即更换； 3、定期维护保养管道、阀门、法兰 4、定期检测安全阀、压力表，合格后方可投入使用； 5、汽化器应设置氯气温度、压力采用自动化控制； 6、气化器应装有排污装置，定期分析 NCl_3含量，排污物中 NCl_3含量不应大于 60g/L 7、设置三氯化氮排出设施。 1、选用耐腐材料罐体及阀门；定期检查排出料管道，并维护保养； 2、按操作规程，充装系数不应超过 0.8 3、定期检定安全阀，检测合格后方可投入使用。 4、设置液氯收集池及事故氯吸收装置 5、吸收装置应保证 24h 连续供应。 1、使用安全的万向充装管道系统，安装拉断阀，对关键设备进行定期检验； 2、定期更换垫片； 3、卸车区设备、管道应采用可靠的防腐措施； 4、卸车前，对液氯槽车进行全面检查，确认无缺陷； 5、设置氯气报警器； 6、液氯储罐进出口管道设置手动和两道远程切断阀。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
容器爆炸	1 液氯储罐未设置压力监测或压力变送器故障，可能导致容器爆炸事故； 2 气化器与反应器之间缓冲罐未设置截止阀，导致反应釜内的高压系统窜入低压系统，导致容器爆炸事故	人 员伤亡	III	1 液氯储罐设置压力就地及远传仪表； 2 气化器与反应器之间缓冲罐与反应设备之间应设截止阀、自动调节阀和紧急切断阀等安全设施
灼烫	1、液氯气化区、储存区、卸车区，操作人员未佩戴防护用品，一旦泄漏与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险； 2、液氯气化采用加热介质为蒸汽，一旦蒸汽泄漏，可能会造成高温灼烫风险	人 员伤亡	III	1、进入液氯储罐厂房人员应佩戴防护用品； 2、液氯储罐厂房应设置洗淋设备。 3、对蒸汽管道定期检验，对密封不严的阀门、法兰进行维修。
触电	1、接地系统不良； 2、电气设备绝缘损坏； 3、安全防护距离不够； 4、操作人员违章作业或操作人员电气知识缺陷。	人员受伤	II	1、检修接地系统； 2、更换损坏设备的绝缘设施； 3、电气设备应留有足够安全防护距离，如防护距离达不到要求，则应加装隔离罩或外罩； 4、检修时应配备防触电工具，采取相应防触电措施并按检修、操作规程进行。
机械致害	1、安全防护装置破损； 2、安全防护罩设计、安装有缺陷； 3、其他行为（嫌碍事，故意拆除安全装置，而不使用）； 4、检修机器后，未将安全防护装置及时复位； 5、操作人员违章操作。多人操作时，联系沟通不够，误开动机器； 6、检修机器时，未在机器的控制按钮处设置“有人工作、禁止合闸”的安全标志牌，而他人开动机器。	人员受伤	II	1、经常检查安全防护装置，确保齐全、可靠； 2、加强安全教育，不违章作业； 3、各种可动部件必须安装安全防护装置； 4、制定安全操作规程，并严格执行；检修机器后，应将安全防护装置及时复位； 5、多人操作时，必须进行联系，确保可动部件等危险区域内无人后，方可开机； 6、加强检修管理，在检修可动部件时，要在机器的控制；按钮处设置“有人工作、禁止合闸”的安全标志牌。
物体打击	二层设备区除设施零件掉落砸中塔底人员，或人机交叉作业，人员被掉落、倾倒或运动部件砸中。	人员伤亡	III	1、合理设施布局，避免过多交叉作业； 2、规范管理，按操作规程进行作业； 3、高处不能有浮物，需要时应固定好； 4、作业人员穿戴好安全帽及劳动保护用品。
厂内车辆致害	1、车间缺少行车道指示； 2、司机违规行驶； 3、车间道路设置交叉，转弯半径不满足车型。	人员受伤	II	1、车间设置行车道及指示标识； 2、按照道路使用要求设置路宽、转弯半径； 3、人员受伤要立即送往医院抢救。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
高处坠落	1、2m 以上的二层操作平台、扶梯无栏杆或栏杆缺立柱、缺横杆； 2、操作平台未用防滑钢板； 3、冬天下雪结冰； 4、高处作业人员未使用安全带。	人员伤亡	III	1、应按要求设置防护栏杆； 2、应符合标准要求，操作钢平台地面应使用防滑钢板； 3、冬天要及时清扫积雪，作业时穿戴防滑鞋； 4、应加强登高作业人员教育，作业时必须系好安全带。
坍塌	1、 设计选型不合理； 2、 设备老化与腐蚀； 3、 施工质量缺陷； 4、 违规操作与盲目施工； 5、 违章指挥与监管缺失； 6、 人员技能不足； 7、 承包商管理不到位； 8、 隐患排查与监管缺位； 9、 自然灾害。	人员伤亡	III	1、 严格设计与施工把关 2、 强化设备全生命周期管理 3、 落实企业主体责任与现场管理 4、 提升人员素质与应急能力
跌落	1、现场场地堆放有施工后剩余杂物，一旦人员经过可能造成跌落事故	人员伤亡	II	1、施工后应对现场进行清扫作业

分析结果：危险等级III级，危险程度是“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

2）事故氯吸收装置预先危险性分析

该项目液氯储罐厂房西侧设置事故氯吸收装置及液碱罐区，事故氯吸收装置预先危险性分析结果见附件表 2-6。

附件表 2-6 事故氯吸收装置预先危险性分析

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

泄漏	1、吸收塔材质不符合要求； 2、工艺简化、删减在线监测、备用设备等安全设施； 3、装置的处理能力与泄漏量不匹配； 4、无备用风机及循环泵； 5、设备长期在腐蚀性气体环境下运行，也易导致腐蚀穿孔； 6、液碱浓度不满足要求； 7、回收装置区域氯气有毒气体探测器缺失、探头失效、布置不合理，泄漏后无法及时报警； 8、系统进出口切断阀故障，泄漏后无法快速切断上游来气；缺少就地 ESD 紧急停车按钮； 9、碱液循环系统故障：碱液浓度不足、循环泵停运，吸收失效，系统憋压，加剧泄漏风险； 10、压力仪表、压力高高联锁失效，系统超压不能联锁停机； 11、应急防护器材（空气呼吸器、洗眼喷淋）缺失、设备损坏	人员伤亡	III	1、吸收塔应选用耐腐蚀材质； 2、设置液碱浓度、温度在线监测设施；液碱循环吸收罐应具备切换、备用和配液的条件； 3、液碱吸收能力应与液氯泄漏量相匹配 4、配备备用风机及循环泵 5、设备选材需考虑耐腐蚀性。同时，需关注并解决碳酸盐结晶堵塞问题 6、采用液碱浓度为 15%-20%，并设置在线浓度、温度监测。
容器爆炸	1、氯气与碱液的反应会释放大量热量。若无热交换设施或冷却失效，导致吸收液温度超过 45℃，不仅吸收效率下降，还可能加速副反应，增加爆炸风险； 2、吸收塔超温、超压造成容器爆炸	人员伤亡及财产损失	III	1、设置循环水冷却系统； 2、设置吸收塔温度、压力监测系统
灼烫	1、吸收塔管线、阀门、法兰密封不严造成液碱泄漏，与人员皮肤接触，可能会造成灼烫风险； 2、液碱采用软管卸车，操作人员未佩戴防护手套，与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险； 3、作业现场未配备洗淋设施，可能因不能及时冲洗造成灼烫风险。	人员伤亡	II	1、定期维护保养吸收塔附近的管线、阀门、法兰，发现密封不严情况，及时维修处理； 2、液碱卸车过程中，操作人员应佩戴耐酸碱腐蚀的手套，防止灼伤。 3、现场配备洗淋设施，及时应急处置。

中毒	1、若吸塔碱吸收能力与液氯泄漏量不匹配，可能会造成氯气泄漏风险，造成周围人员中毒风险； 2、检维修过程中，吸收塔未经氮气吹扫或有毒气体检测就进入塔内作业，可能会造成中毒风险；	周围人员伤亡	III	1、配备足够的液碱储存量，使液碱吸收能力能满足吸收事故状态液氯。 2、对吸收塔进行检维修作业时，应签署特殊作业票；
触电	1、接地系统不良； 2、电气设备绝缘损坏； 3、安全防护距离不够； 4、操作人员违章作业或操作人员电气知识缺陷。	人员受伤	II	1、检修接地系统； 2、更换损坏设备的绝缘设施； 3、电气设备应留有足够安全防护距离，如防护距离达不到要求，则应加装隔离罩或外罩； 4、检修时应配备防触电工具，采取相应防触电措施并按检修、操作规程进行。
机械致害	1、安全防护装置破损； 2、安全防护罩设计、安装有缺陷； 3、其他行为（嫌碍事，故意拆除安全装置，而不使用）； 4、检修机器后，未将安全防护装置及时复位； 5、操作人员违章操作。多人操作时，联系沟通不够，误开动机器； 6、检修机器时，未在机器的控制按钮处设置“有人工作、禁止合闸”的安全标志牌，而他人开动机器。	人员受伤	II	1、经常检查安全防护装置，确保齐全、可靠； 2、加强安全教育，不违章作业； 3、各种可动部件必须安装安全防护装置； 4、制定安全操作规程，并严格执行；检修机器后，应将安全防护装置及时复位； 5、多人操作时，必须进行联系，确保可动部件等危险区域内无人后，方可开机； 6、加强检修管理，在检修可动部件时，要在机器的控制；按钮处设置“有人工作、禁止合闸”的安全标志牌。
物体打击	二层设备区除设施零件掉落砸中塔底人员，或人机交叉作业，人员被掉落、倾倒或运动部件砸中。	人员伤亡	III	1、合理设施布局，避免过多交叉作业； 2、规范管理，按操作规程进行作业； 3、高处不能有浮物，需要时应固定好； 4、作业人员穿戴好安全帽及劳动保护用品。
厂内车辆致害	1、车间缺少行车道指示； 2、司机违规行驶； 3、车间道路设置交叉，转弯半径不满足车型。	人员受伤	II	1、车间设置行车道及指示标识； 2、按照道路使用要求设置路宽、转弯半径； 3、人员受伤要立即送往医院抢救。
高处坠落	1、吸收塔塔顶作业，无栏杆或栏杆缺立柱、缺横杆； 2、操作平台未用防滑钢板； 3、冬天下雪结冰； 4、高处作业人员未使用安全带。	人员伤亡	III	1、应按要求设置防护栏杆； 2、应符合标准要求，操作钢平台地面应使用防滑钢板； 3、冬天要及时清扫积雪，作业时穿戴防滑鞋； 4、应加强登高作业人员教育，作业时必须系好安全带。

坍塌	1、 设备老化与腐蚀； 2、 施工质量缺陷； 3、 违规操作与盲目施工； 4、 违章指挥与监管缺失； 5、 人员技能不足； 6、 承包商管理不到位； 7、 隐患排查与监管缺位； 8、 自然灾害； 设计选型不合理。	人员伤亡	III	1、 强化设备全生命周期管理 2、 落实企业主体责任与现场管理 3、 提升人员素质与应急能力； 4 严格设计与施工把关
跌落	1、现场场地堆放有施工后剩余杂物，一旦人员经过可能造成跌落事故	人员伤亡	II	1、施工后应对现场进行清扫作业
窒息	1、液碱储罐在检维修作业前，未对罐内进行氧含量分析，可能会造成人员窒息风险	人员伤亡	II	1、受限空间作业前，应对储罐进行氧含量分析检测、通风后方可进入作业； 2、加强安全管理； 3、签署受限空间作业票。

分析结果：危险等级III级，危险程度是“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

2）工艺管道预先危险性分析

该项目涉及氯气管道，属于压力管道，主要发生事故类型为：泄漏、管道爆炸、中毒事故，其预先危险性分析如下：

附件表 2-6.1 工艺管道预先危险分析表

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
泄漏	1、管道材料与腐蚀失效： 液氯管道为 16Mn 碳钢，若液氯含水超标，管道内壁产生点蚀、应力腐蚀开裂；长期运行壁厚减薄；法兰垫片（PTFE 缠绕垫片）老化、蠕变，法兰密封失效；焊缝存在未焊透、夹渣等原始缺陷，压力作用下开裂。 2、管道受力破损：管道热胀冷缩产生附加应力；管廊支架失效、沉降、位移，管道受拉、扭曲，焊缝断裂；水锤、液胀超压造成管道爆裂。 3、介质危险特性 液氯快速气化，产生大量剧毒氯气，低洼区域积聚；强氧化性，遇油脂、有机物可发生氧化燃烧；遇水生成盐酸、次氯酸，具有强腐蚀性，灼伤人体并腐蚀管廊钢结构、相邻设备；氯气可腐蚀电缆，造成电气故障。 4、安全设施缺陷 管廊段氯气有毒气体探测器缺失、位置不合理或失效，泄漏后无法及时报警； 管道上下游 SIS 紧急切断阀故障，不能快速切断液氯进料；管廊区域缺少就地 ESD 紧急停车按钮； 安全阀泄放管线故障，超压时无法将氯气导入碱液吸收塔； 泄漏导液、围堰收集设施不足，泄漏液氯流淌扩散；事故碱液吸收系统故障，无法处置泄漏氯气； 缺少应急防护器材、洗眼喷淋设施或器材失效。 5、界面风险（依托一期管廊特有）：相邻蒸汽管道泄漏，高温介质喷射至液氯管道，管壁升温，加速干氯对碳钢的腐蚀，同时升高管道内压力，增加泄漏风险。	周围人员中毒	III	1、管道设计与选材：液氯管道选用 16Mn 无缝钢管，严格控制液氯含水量；合理设置腐蚀裕量，减少封闭管段，防控液胀超压；管廊上蒸汽与氯气管道分层隔离布置，设置防高温喷溅挡板。 2、安全设施：管道上下游设置 SIS 紧急切断阀；管廊氯气敷设段增设氯气有毒探测器，报警联动 ESD 和事故碱液吸收系统；安全阀泄放管线独立接入事故吸收塔；泵区、管廊关键位置设置就地 ESD 硬接线按钮；设置围堰、导液收集设施。 3、检验检测：GC1 压力管道按 TSG D0001 要求定期检验，定期壁厚检测；焊缝定期检查，垫片定期更换；联锁、报警系统定期校验。 4、作业管理：严格盲板、作业票管理；严禁液氯管道长时间封闭静置；规范巡检，重点加强管廊高位法兰、焊缝巡检。 5、应急管理：配备正压式空气呼吸器、应急喷淋洗眼器；定期开展氯气泄漏应急演练，落实应急物资检查维护。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
管道爆炸	1、液氯封闭段液体热膨胀（最核心诱因） 阀门关闭形成密闭管段，液态液氯受热体积急剧膨胀，短时间产生极高压力，远超管道设计压力，引发管道物理爆炸。GB11984-2024 明确要求防控液氯封闭段液胀风险。 2、管道本体强度不足 液氯含水超标，16Mn 碳钢管道内壁点蚀、应力腐蚀开裂，管壁减薄，承压能力下降； 原始焊缝缺陷（夹渣、未焊透），长期压力循环下裂纹扩展； 管廊支架失效、基础沉降，管道产生附加应力，降低管道承压极限。 3、安全泄压设施失效 管道封闭段未设置液胀泄压保护；安全阀选型错误、腐蚀卡涩、隔断阀误关闭，超压时无法泄放压力，压力持续升高直至管道爆裂。 4、仪表联锁失效 压力变送器、高高压力联锁（SIS）故障，高压力无法报警，高高联锁不能触发 ESD 紧急切断，无法切断上游进料、停止升压。 5、介质次生危险（爆炸破裂之后） 管道爆裂，大量液氯瞬间气化，释放剧毒氯气；氯气强氧化性，泄漏氯气接触油脂、有机物、可燃物，可引发氧化燃烧；泄漏湿氯腐蚀管廊钢结构、相邻蒸汽 / 工艺管线，诱发次生管道失效。 6、管廊相邻高温管线影响（依托一期管廊特有风险） 管廊上蒸汽管道保温破损，高温辐射或蒸汽喷溅加热液氯封闭管段，加速液氯升温，促进液胀超压。	周围人员伤亡	III	1、工艺设计：尽量减少液氯管道封闭管段；无法消除的封闭段设置液胀泄压设施，泄压管线独立引至碱液事故吸收塔；合理布置切断阀，避免形成密闭液氯段。 2、安全联锁与泄压：管道系统设置压力监测，SIS 高高压力联锁动作，切断上游液氯进料；安全阀定期校验；管廊段氯气管道设置有毒气体检测报警。 3、管廊防护：蒸汽管道与液氯管道分层布置，设置防高温喷溅挡板，做好蒸汽管道保温；定期复核管廊支架、结构。 4、检验检测：GC1 压力管道定期壁厚检测、全面检验；焊缝检查，安全阀、SIS 联锁定期校验测试。 5、操作管理：操作规程明确严禁液氯管道长时间带液密闭；巡检重点关注封闭段、压力变化；检修落实盲板隔离、泄压置换。 6、应急管理：配备空气呼吸器、应急碱液、洗眼喷淋，制定管道爆裂氯气泄漏应急处置方案并定期演练。

事故	形成事故的原因	影响	危险等级	措施
中毒	1、管道失效产生泄漏源 液氯管道（16Mn 碳钢）介质含水超标，内壁腐蚀、应力腐蚀开裂；法兰 PTFE 垫片老化蠕变、焊缝缺陷，造成液氯泄漏；封闭段液胀超压，管道爆裂，大量氯气快速释放。 2、安全监测报警设施缺失 / 失效 管廊氯气管道段有毒气体探测器布置不足、探头失效、信号故障，泄漏后无法及时声光报警，人员不能提前预警撤离。 3、切断与泄压设施故障 管道 SIS 紧急切断阀卡涩、ESD 就地按钮失效，泄漏后无法快速切断上游液氯进料，泄漏持续扩大；安全阀泄放管线堵塞，事故氯气无法导入碱液吸收系统。 4、废气吸收应急设施故障 事故碱液吸收塔、引风机故障，泄漏氯气无法被有效吸收，大量氯气在车间、管廊区域扩散。 5、个体应急防护器材缺陷 现场空气呼吸器数量不足、气瓶压力不足、面罩老化失效；洗眼器、应急喷淋损坏，中毒 / 灼伤后无法紧急冲洗。 6、现场导流、收集设施不足 缺少围堰、导液槽，泄漏液氯随意流淌，气化范围扩大，扩大有毒气体扩散区域。	周围人员中毒	III	1、管道本质安全：减少液氯管道封闭段，控制液氯水分，按周期开展 GC1 管道壁厚、焊缝检测，防止管道腐蚀泄漏； 2、安全监测与联锁：管廊氯气管道段按规范设置氯气有毒探测器，报警联动 SIS 紧急切断阀与事故碱液吸收系统；泵区、管廊设置就地 ESD 硬接线停车按钮； 3、现场防护设施：液氯区域就近配置足量完好的正压式空气呼吸器、洗眼器、应急喷淋；设置围堰、导液设施； 4、作业管控：进入液氯管廊、管道检修作业，落实作业票、盲板隔离、置换、有毒气体检测；进入有毒区域必须佩戴正压式空气呼吸器； 5、人员与应急：定期开展氯气危害、防护器材使用、应急疏散培训；定期组织氯气泄漏中毒应急演练，定期检查应急物资完好性；现场设置剧毒介质警示标识、逃生路线标识。

小结：危险等级III级，危险程度是“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

F2.2.1.2 公用工程及辅助设施预先危险性分析

1）采用预先危险性分析对公用工程系统进行评价

附件表 2-7 公用工程预先危险性分析表

评价单元	危险有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	安全对策措施
自动控制系统	压力温度失控	1、压力、温度传感器、变送器老化或损坏； 2、电源系统故障所致； 3、执行机构的老化或损坏； 4、压力、温度等相关参数失控；	人员受伤	II	1、严格按标准设计、建设； 2、留心压力参数、温度参数、电源、执行机构的动态变化； 3、保证正常水循环； 4、保证自控仪表和信号装置的灵敏、可靠性；

		5、一次设备故障。			5、发现异常立即确认，并熟练启动相应的紧急按钮。
	液位失控	1、传感器、变送器老化或损坏； 2、电源系统、执行机构障； 3、继电保护误动。	人员受伤	II	1、液位源取源点应严格按标准规范设计、安装； 2、留心液位参数、电源、执行机构的动态变化； 3、保证正常水循环； 4、保证自控仪表和信号装置的灵敏、可靠性； 5、发现异常立即确认，并熟练启动相应的紧急按钮。
	流量失控	1、传感器、变送器老化或损坏； 2、隔离栅损坏； 3、人为、机械致害，信号线断、开路； 4、电源系统、执行机构故障； 5、保护误动； 6、相关参数的失控而导致的事故。	人员受伤	II	1、流量源取源点应严格按标准规范设计、安装； 2、流量传感器、附属仪表、二次仪表按生产工艺要求仔细选择； 3、留心液位参数、电源、执行机构的动态变化； 4、保证自控仪表和信号装置的灵敏、可靠性； 5、发现异常立即确认，并熟练启动相应的紧急按钮。
	SCADA（数据采集与监视控制）系统失控	1、电源故障 SCADA 失电； 2、SCADA 装置硬件有损坏板件；监控计算机死机或病毒入侵； 3、主要执行机构损坏； 4、检修维护人员过失； 5、运行人员误操作； 6、压力、液位、温度、流量仪表损坏，使指示失常； 7、非标准信号（高电压）冲击 SCADA 系统； 8、雷击。	人员受伤	II	1、加强人员培训； 2、对执行机构（包括与阀门、挡板相连接部分）要定期检查； 3、盘、柜内连接的电气端子定期吹扫和紧固； 4、要有 SCADA 各板件的备品，硬件故障能及时更换； 5、合理健全隔离栅，防止非标准信号（高电压）冲击； 6、主机设置为双机热备； 7、定期给防病毒软件升级。
	雷击静电事故	1.未按规定设置防雷设施。 2、SCADA 系统电源未设置防止雷击、电涌、静电的设备（设施）。 3、危险化学品生产、输送、储存设备和管道无防静电接地或接地。	人员受伤	II	1、按规定设置防雷设施； 2、生产、运输、使用危险化学品的设备、管道按要求设置防静电接地； 3、严格按规定周期进行防雷、防静电预防性试验； 4、应定期检查接地设施，发现缺陷应及时处理。

供配电系统	电缆短路	火灾	1、无防火措施； 2、电缆敷设未采取封、堵、涂、隔、包的防火措施； 3、安装不规范； 4、电缆头和接头表面受潮或积污，电缆头爆炸着火； 5、电缆老化，外部火源； 6、雷击； 7、动物攀爬。	人员受伤	II	1、电缆夹层、电缆桥架、电缆竖井应设计实施忌烟和线型忌温火灾自动报警及控制系统； 2、严格按照设计文件进行安装、验收； 3、健全防雷设施； 4、定期进行预防性试验和监视检查。
	开关设备	火灾	1、开关设备故障； 2、绝缘部件损坏； 3、未按规定设置检修周期和实行累计开断次数检修； 4、雷击； 5、继电保护失灵； 6、油开关缺油或油炭化严重； 7、短时或长期运行在过负荷状态。	人员受伤	II	1、健全电气防雷设施； 2、健全继电保护设施和电流、电压监视； 3、定期进行电气预防性试验； 4、定期检修，加强定期巡回检查，发现设备缺陷，及时处理； 5、开关设备应按规定的检修周期进行检修，实行累计开断次数检修，尤其要重视其操动机构的检 修，并严格按检修质量标准进行。
	安全措施	触电	1、安全工器具不合格； 2、电气设备安装不规范； 3、作业人员未按规章制度操作或检修； 4、动力、照明电源箱无保护系统； 5、使用移动电动工器具时（或使用不合格工器具)无保护； 6、操作时无人监护；外来人员操作； 7、施工挖伤电缆。	人员受伤	II	1、按规范安装电气设备； 2、按规定购买、保管、定期试验器具； 3、电气设备应设置防水、防潮设施及保护系统； 4、直埋电缆应设置标志桩； 5、高压电气设备周围设置栅栏或遮拦； 6、设置安全警示标牌； 7、文明施工； 8、严格执行“两票制度”； 9、定期对人员进行培训。
防雷防静电	火灾		1、防雷、防静电装置位置、连接方法不正确； 2、防雷、防静电效果达不到设计要求； 3、避雷装置故障或消除静电装置失灵;年久失修接触不良，接地电阻过大等情况。	人员受伤	II	1、正确连接防雷、防静电装置； 2、按设计图纸安装防雷、防静电装置； 3、定期检查检测。
通信	通讯与信息共享事故		1、雷击； 2、电缆老化、短路； 3、电缆遇外力损伤； 4、SCADA（总机）硬件损坏； 5、网络感染病毒；	人员受伤	II	1、供电设备要安全可靠； 2、网络服务器双电源系统，设置 UPS 电源；设置避雷设施； 3、网络服务器定期检查； 4、定期给防病毒软件升级；

		6、通讯电缆接线盒进水、进料、受潮；电话机损坏； 7、检修维护人员过失。			5、加强人员培训； 6、合理健全隔离栅，防止非标准信号（高电压）冲击。
给排水	停产、停工	生产过程中出现供水不足导致设备不能正常运行，直接影响工艺的正常运行。	财产损失	Ⅱ	1、保证正常水循环，按时巡检。 2、定期检查检测设备。
	火灾	生产的污水有很大的污染性，若发生意外泄漏，不及时进行处理，有外泄造成环境污染，遇火源有发生火灾危险。	人员受伤	Ⅱ	加强巡检，严格按照操作规程作业，发现泄漏及时上报并采取措施。
道路交通	厂(场)内车辆致害	1、联系沟通不当，导致汽车启动、行走时发生撞、碰、碾、压； 2、司机精力不集中，违章驾驶； 3、雨、雪等恶劣天气状况； 4、道路状况不良； 5、其他原因导致的交通事故。	人员受伤	Ⅱ	1、遵章驾驶； 2、持证作业； 3、加强安全教育； 4、专人驾驶； 5、装卸车时要熄火作业等。
供气系统	容器爆炸	1、储气罐质量存在缺陷； 2、超温、超压； 3、未及时冷却反应器。	设备损坏、人员伤亡	Ⅱ	1、找有资质的设计单位对容器进行设计； 2、对反应釜进行冷却； 3、反应釜上设计高低温报警系统，及时发现问题。
消防系统	消防水源失效	水池未定期补水；冬季未采取防冻措施；补水管道阀门误关闭；消防水池被挪作他用	火灾时消防供水中断，火势失控，造成人员伤亡和重大财产损失	Ⅱ	1 消防水池定期补水； 2、消火栓采取防冻措施。
	消防水泵故障	主泵与备用泵均失效；电源中断；水泵叶轮卡死；出口阀门误关闭；泵轴断裂	消防给水系统瘫痪，火灾无法有效扑救	Ⅱ	定期对消防设施进行检测、试水、试压。
	雾状水喷淋系统故障	未设置保温，导致消防系统瘫痪	消防给水系统瘫痪	Ⅱ	1、消防系统设置保温措施。

分析结果：危险等级Ⅱ级，危险程度“临界的”，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡和财产损失，应予以排除或采取措施。

F2.2.1.3 建、构筑物单元预先危险性分析法分析

1）采用预先危险性分析对建、构筑物单元进行评价

附件表 2-8　建、构筑物单元预先危险性分析表

危险有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	安全对策措施
地面塌陷及地面渗漏	1、未按设计要求回填土方。 2、桩基设计不合理。 3、地下管线爆漏冲刷。 4、地下管线未防护，不堪重压。 5、未按要求做好泵房防水层，地下水渗漏。	人员受伤	II	1、按设计要求回填土方； 2、根据勘察设计基础； 3、做好地下管线的防腐和防护； 4、做好管线承载重压的措施； 5、按要求施工，加强施工监督。
建筑结构坍塌事故	1、设计有缺陷，荷载计算有误，强度达不到设计要求。 2、选材不当，钢材在低温条件下冷脆而损坏。 3、地基处理不到位，未能彻底消除湿陷性，地基承载力达不到设计要求。 4、随意变更设计图纸，使屋面强度达不到要求，或者增加了屋面荷载，导致对屋面结构不利。	人员受伤	II	1、设计单位应按生产厂房的技术规范要求进行设计，保证有足够的安全裕度，施工单位应按设计要求进行地基处理和施工； 2、严格按图纸施工，如有异议或有疑问，应及时与设计单位沟通。经确认有误或需要改进的，须由设计单位出具设计变更通知书； 3、加强施工监理，特别要加强隐蔽工程施工质量的监督管理，避免采用钢材错误或强度达不到要求； 4、加强厂房建筑物的日常维护管理，保证建筑物处于健康水平； 5、设计强度应有一定的余量； 6、按规定，由专业人员定期检查，对发现的隐患及时组织处理，并留有检查记录和处理整改记录； 7、加强防护及日常维护管理。
设备基础事故	1、设计载荷偏小； 2、钢材质量不合格； 3、未做防腐或防腐不合格； 4、施工质量差； 5、超过设计载荷； 6、违章施工破坏结构； 7、基础沉降不均； 8、基础施工不合格。	人员受伤	II	1、按照设计规范设计载荷； 2、选用质量合格钢材、加强钢材检测； 3、按照规范施工、防腐； 4、按照规范施工、加强施工监督； 5、严禁超过设计载荷堆放物品； 6、按照规范设计载荷标识； 7、严禁违章施工，防止结构破坏； 8、核实设计勘察，择优选址，根据地质合理设计基础； 9、加强基础质量施工和监督； 10、发现问题及时有效处理。

分析结果：危险等级II级，危险程度“临界的”，处于事故的边缘状态，暂时还不会造成人员伤亡和财产损失，应予以排除或采取措施。

F2.2.1.4 储运单元预先危险性分析法分析

该项目储运单元包含两部分：液碱储罐、液氯储罐。对储运单元进行预先危险性分析如下：

附件表 2-9　储运单元预先危险性分析表

评价单元	危险有害因素	形成事故原因	事故后果	危险等级	安全对策措施
液碱储罐	泄漏	1、卸车过程中，操作人员失误，造成软管脱落，发生泄漏风险； 2、与液碱连接的储罐、法兰密封不严，造成液碱泄漏； 3、液碱具有腐蚀性，长期使用，管线、阀门发生腐蚀泄漏风险 4、储罐长期运行后，罐体、焊缝、阀门及管道可能因腐蚀而减薄、穿孔。阀门锈蚀脱落也曾导致泄漏事故 5、液位计失灵或操作失误可能导致储罐超装，增加泄漏风险； 6、储罐未配备呼吸阀或呼吸阀损坏，在排液时可能因形成负压而被“吸瘪”损坏	造成地面腐蚀、人员灼烫	II	1、制定详细操作规程，对操作人员进行现场培训； 2、液碱储罐应选用耐碱腐蚀的材质； 3、储罐区必须设置围堰或防液堤 4、储罐应配置呼吸阀； 5、配备液位监控系统； 6、
	灼烫	1、储罐长期运行后，罐体、焊缝可能因腐蚀而减薄甚至穿孔，造成液碱大量泄漏，与人员皮肤接触，发生灼烫风险； 2、违反切换罐操作中“先开后关”的规程，造成管线憋压，碱液从阀门法兰处喷出溅到职工身上	造成地面腐蚀、人员灼烫	III	1、储运酸碱的容器必须符合耐腐蚀的材质要求； 2、储罐应设液位控制； 3、在可能发生液碱喷溅的阀门、法兰连接处设置防护罩或防喷溅挡板，减少操作人员直接暴露的风险。
	窒息	1、液碱储罐检维修作业前，未对储罐进行先通风后检测氧含量，进入受限空间作业	人员伤亡	III	1、严格按照检维修方案执行，进入受限空间作业前应签署作业票
	高处坠落	1、储罐罐顶检维修作业，未佩戴安全带	人员伤亡	III	1、高处作业人员应佩戴安全带
	厂内车辆致害	1、卸车区，液碱槽车司机注意力不集中或快速行驶，可能会造成车辆致害风险	人员伤亡	II	1、厂区内设置限速标识； 2、对槽车司机进行场内安全培训方可进入厂区；
液氯储罐	泄漏	1）设备本体失效 液氯储罐的气相进出口、液相进出口、排污口、放散口、液面	人员伤亡	III	1、使用液氯专用的接管、阀门、法兰； 2、禁止超充装； 3、液氯储罐必须设置密闭厂房

		计接口、压力表接口等接管、阀门、法兰连接密封等部位密封不严。储罐长期处于腐蚀、高压、疲劳运行工况，可能发生泄漏风险。 （2）超量储存与超压若超量充装，液氯升温后体积迅速膨胀，可能导致储罐超压泄漏。 （3）备用罐管理不当不得将备用罐投入正常生产储存使用，以免储罐发生泄漏事故后无法有效转移、容纳泄漏罐内的物料。			内； 4、设置备用罐，事故状态下进行倒罐； 5、设置氯气有毒报警器； 6、液氯储存设置事故氯吸收装置； 7、液氯存储现场需配备移动式负压吸风罩、负压处置房等应急设施以及移动式水幕水带； 对涉氯压力容器、压力管道及安全附件进行检验，液氯储罐、管道的自查频率不低于每半年一次，重要管道自查每季度一次，经常性操作阀门每月自检一次。
	灼烫	储存区，操作人员未佩戴防护用品，一旦泄漏与人员皮肤接触，可能会造成化学灼烫风险；	人员伤亡	III	1、进入液氯储罐厂房人员应佩戴防护用品； 2、液氯储罐厂房应设置洗淋设备。
	中毒	储罐底阀阀后的出料管破裂，罐体或阀门因腐蚀泄漏，造成人员中毒风险。 2、超充装，导致超压爆炸 3、安全泄放装置失效，泄漏发生中毒风险。 4、储罐未设置液位监测系统或液位计故障，导致超充泄漏导致人员中毒风险。	人员伤亡	III	1、选用耐腐材料罐体及阀门；定期检查排出料管道，并维护保养； 2、按操作规程，充装系数不应超过 0.8 3、定期检定安全阀，检测合格后方可投入使用。 4、设置液氯收集池及事故氯吸收装置 5、吸收装置应保证 24h 连续供应。

分析结果：危险等级III级，危险程度是“危险的”，必然会造成人员伤亡和财产损失，要立即采取措施。

F2.2.2 用危险度评价法评价单元固有危险程度

依据危险度评价取值赋分标准和危险度分级表，得出该项目装置各评价单元的危险度计算值和危险度等级。

附件表 2-10 装置各评价单元的危险度计算值和危险度等级表

评价单元名称	评价设备名称	主要操作介质		单元容量		温度		压力		操作	总分值	危险等级
		名称	分值	m^3	分值	℃	分值	MPa	分值	分值		
液氯气化工艺单元	气化器	氯气	10	3	0	121	0	1.0	2	2	14	II
	缓冲罐	氯气	10	6.23	0	75	0	1.0	2	2	14	II
事故氯吸收工艺单元	一级吸收塔	液碱	2	5	0	60	0	0.25	0	2	4	III
	二级吸收塔	液碱	2	5	0	60	0	0.007	0	2	4	III
	一级吸收塔循环泵	液碱	2	2	0	60	0	0.25	0	2	4	III
	二级吸收塔循环泵	液碱	2	2	0	60	0	0.25	0	2	4	III
液碱卸车工艺单元	卸车软管	液碱	2	-	0	40	0	0.25	0	2	4	III
	液碱卸车泵	液碱	2	-	0	40	0	0.25	0	2	4	III
	液碱输送泵	液碱	2	-	0	40	0	0.25	0	2	4	III
液氯卸车工艺单元	液氯卸车鹤管	液氯	10	-	0	50	0	1.46	2	2	14	II
	液氯卸车气化器	液氯	10	-	0	75	0	0.3	0	2	14	II
液碱储存单元	液碱储罐	液碱	2	100	5	常温	0	0.1	0	2	9	III
液氯储存单元	液氯储罐	液氯	10	150	10	-34	0	0.8	0	2	22	I
工艺管道	氯气	氯气	10	-	0	35	0	0.4	0	2	12	II

F2.2.3 采用定量分析法计算该项目的外部安全防护距离

采用《南京安元安全评价软件》对厂区内危险化学品生产装置和出处你射手作为一个整体进行定量风险评价，确定外部安全防护距离，具体选取参数如下：

1）气象条件

参数名称	参数取值
所在区域	大连
地面类型	草原、平坦开阔地

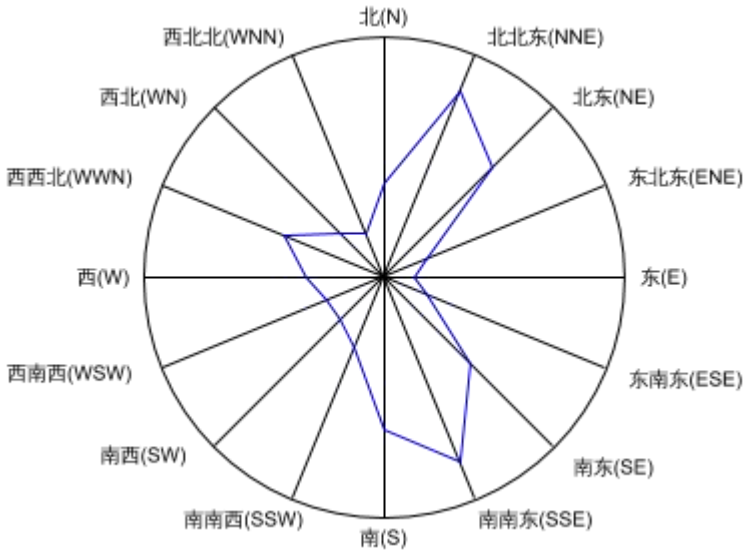
辐射强度	中等(白天日照)
大气稳定度	D
环境压力（pa）	101325
环境平均风速（m/s）	5.0
环境大气密度（kg/m^3）	1.29
环境温度（K）	304
建筑物占地百分比	0.03

2）人口区域密度

区域人口密度（个/m2）:2.0E-6

3）风向玫瑰图

风向玫瑰图所属地域：大连



4）装置基本参数

装置名称：液氯储罐

装置编号：液氯储罐

装置坐标：267.27，301.07

物料名称：氯

装置类型：固定的带压容器和储罐

是否修正：是

修正系数：0.36

装置体积（㎥）：150

泄漏模式:大孔泄漏，小孔泄漏，中孔泄漏

物料类型:毒性物质

事故类型:有毒有害物质泄漏

容器最大存量（kg）：160000

5）安全距离起点

安全防护距离起点

绘制企业边界 绘制 显示

起点名称	起点坐标	方向
北	285.43,275.83	北 (N)
南	290.03,293.63	南 (S)
西	259.53,308.73	西 (W)
东北	341.5,234.7	北东 (NE)
西北	254.3,289.3	西北 (WN)
东	352.1,246.5	南西 (SW)

6）事故情景描述

事故情景描述

泄漏模式	泄漏孔尺寸 (mm)	泄漏速率 (kg/s)	泄漏时间 (s)	泄漏总量 (kg)	事故类型	源项计算
小孔泄漏	5	1.995	600	1197	× 有毒有害物质泄漏扩散	源项计算
中孔泄漏	25	49.873	300	14961.9	× 有毒有害物质泄漏扩散	
大孔泄漏	100	797.966	120	95755.92	× 有毒有害物质泄漏扩散	

有毒有害物质泄漏扩散

物质相态：	液体泄漏	泄漏源高度（m）：	1.5
泄漏物质温度（k）：	293	泄漏系数：	0.4
泄漏物质密度（kg/m³）：	1410	毒性物质性质常数A：	-6.35
毒性物质性质常数B：	0.5	毒性物质性质常数N：	2.75
容器压力（pa）：	800000	泄漏孔上方液体高度（m）：	1.5
定压比热（kj/(kg.k)）：	0.95	常压沸点（k）：	239
液体蒸发潜热（kj/kg）：	263	中毒浓度（mg/m³）：	270

安全措施-事故后果控制、削减修正：		
	响应系统—探测系统	A（专门设计的仪器仪表，用来探测系统的运行工况变化所造成的物质损失（即压力损失或流量损失））
	响应系统—隔离系统	B（操作者在控制室或远离泄放点的其他合适位置启动的隔离或停机系统）
	减缓系统—减缓设置	消防水雨淋系统和监视器

泄漏模式	泄漏类型	裂口面积（m²）	泄漏时间（s）	泄漏物质总量（Kg）
小孔泄漏	连续泄漏	0.000019625	/	/
中孔泄漏	连续泄漏	0.000490625	/	/
大孔泄漏	瞬时泄漏	0.00785	120	95755.92

7）划分人口区块



F2.2.3.1 个人风险基准

1）防护目标分类

防护目标设施或场所实际使用的主要性质，分为高敏感防护目标、重要防护目标、一般防护目标。

（1）高敏感防护目标包括下列设施或场所：

文化设施。包括：综合文化活动中心、文化馆、青少年宫、儿童活动中心、老年活动中心等设施。

教育设施。包括：高等院校、中等专业学校、体育训练基地、中学、小学、幼儿园、业余学校、民营培训机构及其附属设施，包括为学校配建的独立地段的学生生活场所。

医疗卫生场所。包括：医疗、保健、卫生、防疫、康复和急救场所；不包括：居住小区及小区级以下的卫生服务设施。

社会福利设施。包括：福利院、养老院、孤儿院等为社会提供福利和慈善服务的设施及其附属设施。

其他在事故场景下自我保护能力相对较低群体聚集的场所。

（2）重要防护目标包括以下设施或场所：

公共图书展览设施。包括：公共图书馆、博物馆、档案馆、科技馆、纪念馆、美术馆、展览馆、会展中心等设施。

文物保护单位。

宗教场所。包括：专门用于宗教活动的庙宇、寺院、道观、教堂等场所。

城市轨道交通设施。包括独立地段的城市轨道交通地面以上部分的线路、站点。

军事、安保设施。包括：专门用于军事目的的设施，监狱、拘留所设施。

外事场所：包括：外国政府及国际组织驻华使领馆、办事处等。

其他具有保护价值的或事故场景下人员不便撤离的场所。

（3）一般防护目标根据其规模分为一类防护目标、二类防护目标和三类防护目标。一般防护目标的分类规定参照附件表 2-11。

附件表 2-11 一般防护目标分类

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
住宅及相应服务设施 住宅包括：农村居民点、低层住区、中层和高层住宅建筑等。 相应服务设施包括：居住小区及小区级以下的托幼、文化、体育、商业、卫生服务、养老助残设施，不包括中小学。	居住户数 30 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以上，或居住人数 100 人以上	居住户数 10 户以下，或居住人数 30 人以下
行政办公设施 包括：党政机关、社会团体、科研、事业单位等综合楼及其相关设施	县级以上党政机关以及其他办公人数 100 人以上的行政办公建筑	办公人数 100 人以下的行政办公建筑	
体育场馆 不包括：学校等机构专用的体育设施	总建筑面积 5000m^2 以上的	总建筑面积 5000m^2 以下的	
商业、餐饮业等综合性商业服务建筑 包括：以零售功能为主的商铺、商场、超市、市场类商业建筑或场所；以批发功能为主的农贸市场；饭店、餐厅、酒吧等餐饮业场所或建筑。	总建筑面积 5000m^2 以上的建筑，或高峰时 300 人以上的露天场所	总建筑面积 1500m^2 以上 5000m^2 以下的建筑，或高峰时 100 人以上 300 人以下的露天场所	总建筑面积 1500m^2 以下的建筑，或高峰时 100 人以下的露天场所
旅馆住宿业建筑 包括：宾馆、旅店、招待所、服务型公寓、度假村等建筑。	床位数 100 张以上的	床位数 100 张以下的	
金融保险、艺术传媒、技术服务等综合性商务办公建筑	总建筑面积 5000m^2 以上的	总建筑面积 1500m^2 以上 5000m^2 以下的	

防护目标类型	一般防护目标	二类防护目标	三类防护目标
娱乐、康体类建筑或场所 包括：剧院、音乐厅、电影院、歌舞厅、网吧以及大型游乐等娱乐场所建筑； 赛马场、高尔夫、溜冰场、跳伞场、摩托车场、射击场等康体场所	总建筑面积3000m²以上的建筑，或高峰时100人以上的露天场所	总建筑面积3000m²以下的建筑，或高峰时100人以下的露天场所	
公共设施营业网点		其他公用设施营业网点。包括电信、邮政、供水、燃气、供电、供热等其他公用设施营业网点	加油加气站营业网点
其他非危险化学品工业企业		企业中当班人数100人以上的建筑	企业中当班人数100人以下的建筑
交通枢纽设施 包括：铁路客运站、公路长途客运站、港口码头、机场、交通服务设施（不包括交通指挥中心、交通队）等	旅客最高聚集人数100人以上	旅客最高聚集人数100人以下	
城镇公园广场	总占地面积5000m²以上的	总占地面积1500m²以上5000m²以下的	总占地面积1500m²以下的
注1：低层建筑（一层至三层住宅）为主的农村居民点、低层住区以整体为单元进行规模核算，中层（四层至六层住宅）及以上建筑以单栋建筑为单元进行规模核算。其他防护目标未单独说明的，以独立建筑为目标进行分类。 注2：人员数量核算时，居住户数和居住人数按照常住人口核算，企业人员数量按照最大当班人数核算。 注3：具有兼容性的综合建筑按其主要类型进行分类，若综合楼使用的主要性质难以确定时，按底层使用的主要性质继续归类。 注4：表中“以上”包括本数，“以下”不包括本数			

2）防护目标个人风险基准

危险化学品生产装置和储存设施周边防护目标所承受的个人风险应不超过附件表2-12中个人风险基准的要求。

附件表2-12 个人风险基准

防护目标	个人风险基准/（次/年）≦	
	危险化学品新建、改建、扩建生产装置和储存设施	危险化学品在役生产装置和储存设施
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	3×10^{-7}	3×10^{-6}
一般防护目标中的二类防护目标	3×10^{-6}	1×10^{-5}

一般防护目标中的三类防护目标	1×10^{-5}	3×10^{-5}

3）个人风险标准选择

附件表 2-13 个人风险标准详细配置（单位：次/年）

风险等级	风险值	风险颜色
一级风险	0.00001	
二级风险	0.000003	
三级风险	0.0000003	

4）个人风险模拟结果

本报告在分别对液氯储罐厂房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。该项目的个人可接受风险曲线如下附件图2-1。



附件图 2-1 个人风险模拟曲线图

（1）1×10^{-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，符合附件表 2-15 的要求。

（2）在 3×10^{-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，符合附件表 2-15 的要求。

（3）在 3×10^{-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，符合附件表 2-15 的要求。

F2.2.3.2 社会风险基准

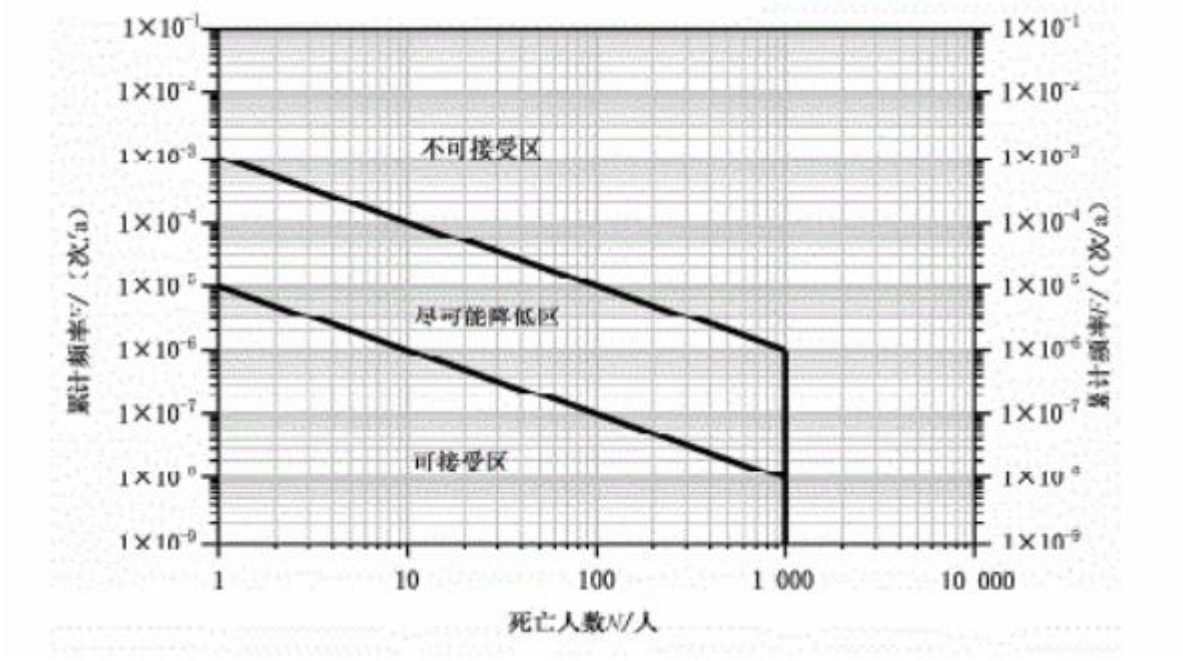
通过两条风险分界线将社会风险划分为 3 个区域，即：不可接受区、尽

可能降低区和可接受区。具体分界线位置见附件图 2-2。

1）若风险曲线进入不可接受区，则应立即采取安全改进措施降低社会风险。

2）若社会风险曲线进入尽可能降低区，应在可实现范围内，尽可能采取安全改进措施降低社会风险

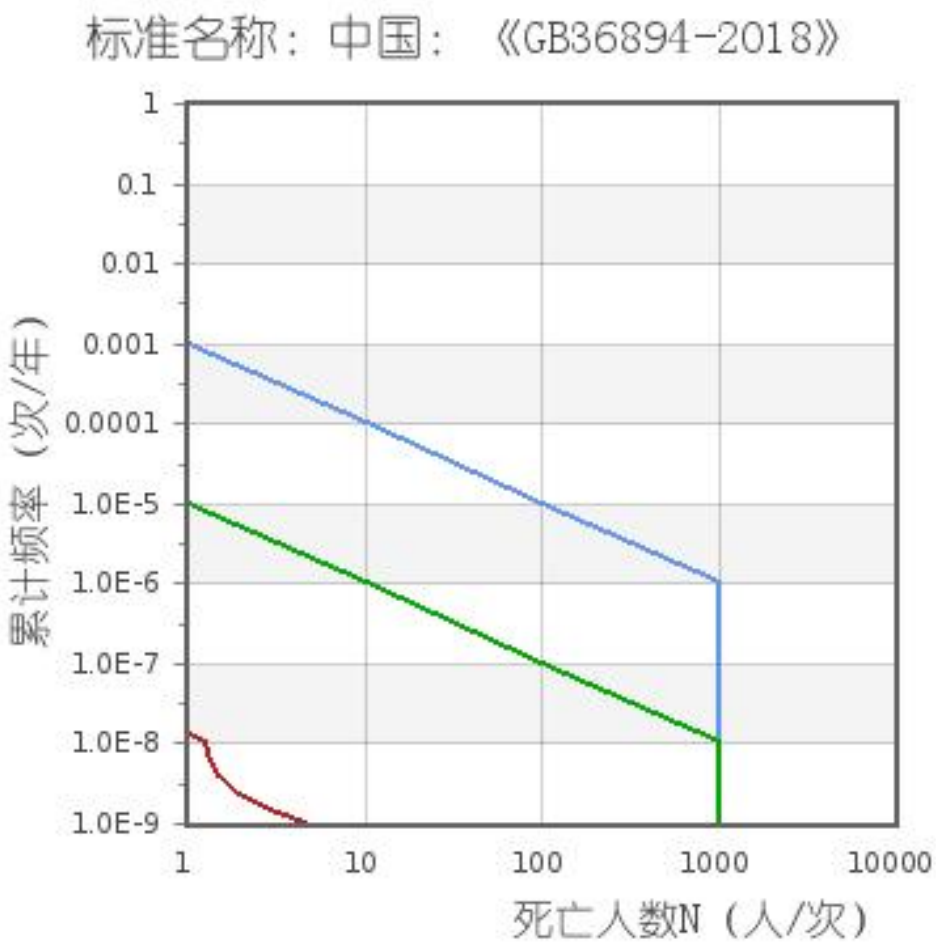
3）若社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受。



附件图 2-2 社会可接受风险标准图

4）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。



附件图 2-3 社会风险模拟曲线图

由上图可知，社会风险曲线全部落在可接受区，则该风险可接受。

F2.2.3.3 事故后果分析

采用《南京安元评价软件》对该项目液氯储罐进行有毒有害物质泄漏扩散和压力容器物理爆炸模拟，泄漏模式：小孔泄漏、中孔泄漏、大孔泄漏、完全破裂。事故模拟结果如下：

附件表 2-14 有毒有害物质泄漏事故后果分析表

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故发生概率	事故后果（m）
液氯储罐	小孔泄漏	0.00004	有毒有害物质泄漏	1.44E-5	下风向中毒危害距离（m）：167.00 横风向中毒危害距离（m）：11.11 下风向中毒危害面积（㎡）：

					2164.66
	中孔泄漏	0.0001	有毒有害物质泄漏	3.60E-5	下风向中毒危害距离（m）：719.00 横风向中毒危害距离（m）：45.00 下风向中毒危害面积（㎡）：37958.67
	大孔泄漏	0.00001	有毒有害物质泄漏	3.60E-6	下风向中毒影响最远距离（m）：13382.00 下风向中毒影响最远距离形成所需时间（秒）：2676.40
液氯储罐-2	小孔泄漏	0.00004	有毒有害物质泄漏	1.44E-5	下风向中毒危害距离（m）：167.00 横风向中毒危害距离（m）：11.11 下风向中毒危害面积（㎡）：2164.66
	中孔泄漏	0.0001	有毒有害物质泄漏	3.60E-5	下风向中毒危害距离（m）：719.00 横风向中毒危害距离（m）：45.00 下风向中毒危害面积（㎡）：37958.67
	大孔泄漏	0.00001	有毒有害物质泄漏	3.60E-6	下风向中毒影响最远距离（m）：17493.00 下风向中毒影响最远距离形成所需时间（秒）：3498.60
液氯储罐-3	小孔泄漏	0.00004	有毒有害物质泄漏	1.44E-5	下风向中毒危害距离（m）：167.00 横风向中毒危

					害距离（m）：11.11 下风向中毒危害面积（㎡）：2164.66
	中孔泄漏	0.0001	有毒有害物质泄漏	3.60E-5	下风向中毒危害距离（m）：719.00 横风向中毒危害距离（m）：45.00 下风向中毒危害面积（㎡）：37958.67
	大孔泄漏	0.00001	有毒有害物质泄漏	3.60E-6	下风向中毒影响最远距离（m）：17493.00 下风向中毒影响最远距离形成所需时间（秒）：3498.60

附件表 2-15 压力容器物理爆炸事故后果分析表

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故后果（m）			
				死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
液氯储罐	完全破裂	0.000006	压力容器物理爆炸	11.00	14.50	19.00	8.00

该项目周边危险源为大连上丰选矿药剂有限公司厂区内的二氯甲烷储罐、二硫化碳储罐、异丁醇储罐、异戊醇储罐、乙醇储罐、异丙醇储罐、二硫化碳计量罐发生池火灾事故和蒸气云爆炸事故。采用《南京安元安全评价软件》对上述设备设施发生池火灾、蒸气云爆炸事故进行模拟计算，得出如下事故后果模拟结果：

附件表 2-15.1 大连上丰选矿药剂有限公司事故后果模拟计算

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故后果（m）			
				死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
二氯甲烷储罐	泄漏到大气中-小孔	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无	未达到热通量,故无	未达到热通量,故无	未达到热通量,故无

	泄漏			法输出距离	法输出距离	法输出距离	法输出距离
			蒸气云爆炸	1.67	8.08	15.71	2.52
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	4.30	16.38	31.86	10.34
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	11.19	33.42	65.01	42.88
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	18.12	47.89	93.15	85.26
二硫化碳储罐 2	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.50	7.47	14.53	2.15
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	3.34	13.57	26.40	7.11
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	7.45	24.67	47.98	23.45

	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	16.02	43.69	84.98	72.00
二硫化碳储罐 1	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.50	7.47	14.53	2.15
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	3.34	13.57	26.40	7.11
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	7.45	24.67	47.98	23.45
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	11.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	16.02	43.69	84.98	72.00
异丁醇储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.13	6.05	11.78	1.41
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离

			蒸气云爆炸	3.55	14.20	27.62	7.78
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	6.51	22.31	43.39	19.18
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	22.47	56.21	109.33	112.16
异丁醇储罐 2	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.54	7.63	14.84	2.24
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	3.32	13.51	26.27	7.04
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	8.46	27.13	52.78	28.36
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.80	14.50	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	16.48	44.61	86.78	74.88
异戊醇储罐	泄漏到大气中-小孔	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无	8.90	14.40	未达到热通量,故无

	泄漏			法输出距离			法输出距离
			蒸气云爆炸	1.16	6.15	11.96	1.46
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.90	14.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	3.40	13.76	26.76	7.30
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.90	14.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	8.64	27.56	53.60	29.24
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.90	14.40	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	12.34	35.96	69.95	49.51
异戊醇计量罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	2.80	4.80	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.89	8.87	17.25	3.03
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	2.80	4.80	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	5.66	20.11	39.12	15.60
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	2.80	4.80	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	11.17	33.38	64.93	42.78

	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	2.80	4.80	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	11.17	33.38	64.93	42.78
乙醇储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.25	6.53	12.71	1.65
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	3.09	12.79	24.88	6.31
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	6.21	21.54	41.90	17.89
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	8.97	28.35	55.14	30.94
乙醇计量罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	2.37	10.51	20.45	4.26
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离

			蒸气云爆炸	2.37	10.51	20.45	4.26
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	6.01	21.03	40.90	17.05
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	4.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	12.34	35.96	69.95	49.51
异丙醇储罐	泄漏到大气中-小孔泄漏	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.40	13.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	1.18	6.26	12.18	1.51
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.40	13.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	2.92	12.26	23.85	5.80
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.40	13.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	5.68	20.16	39.21	15.67
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	8.40	13.90	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	11.12	33.28	64.73	42.52
二硫化碳计量罐	泄漏到大气中-小孔	0.00004	池火灾	未达到热通量,故无	未达到热通量,故无	12.00	未达到热通量,故无

	泄漏			法输出距离	法输出距离		法输出距离
			蒸气云爆炸	2.57	11.17	21.72	4.81
	泄漏到大气中-中孔泄漏	0.0001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	12.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	6.21	21.55	41.91	17.90
	泄漏到大气中-大孔泄漏	0.00001	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	12.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	16.02	43.69	84.98	72.00
	泄漏到大气中-完全破裂	0.00002	池火灾	未达到热通量,故无法输出距离	未达到热通量,故无法输出距离	12.00	未达到热通量,故无法输出距离
			蒸气云爆炸	16.72	45.10	87.72	76.40

该项目周边危险源为大连蒙连石化有限公司醚后碳四、剩余碳四、剩余碳四、石脑油储罐、汽油储罐、高清汽油储罐、98#高清汽油储罐、甲基叔丁基醚储罐、92#乙醇汽油储罐、98#高清汽油储罐、乙醇储罐、异辛烷储罐。采用《南京安元安全评价软件》对上述设备设施发生池火灾、喷射火灾、蒸气云爆炸事故进行模拟计算结果如下：

附件表 2-15.2 大连上丰选矿药剂有限公司事故后果模拟计算

装置名称	事故类型	事故后果（m）			
		死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
醚后碳四储罐	喷射火灾	13.46	16.51	24.91	11.46
	蒸气云爆炸	4.54	17.05	33.16	11.21
剩余碳四储罐	喷射火灾	13.44	16.49	24.89	11.45
	蒸气云爆炸	4.53	17.04	33.14	11.19
石脑油储罐	池火灾	58.3	71.4	103.5	47.7
	蒸气云爆炸	16.09	43.82	85.24	72.42
甲基叔丁基	池火灾	在 20 秒的人	在 20 秒的人	在 20 秒的人	未达到热通

醚储罐		员暴露时间下，不会达到标准规定下的死亡热通量。无法输出死亡半径	员暴露时间下，不会达到标准规定下的死亡热通量。无法输出死亡半径	员暴露时间下，不会达到标准规定下的死亡热通量。无法输出死亡半径	量,故无法输出距离
	蒸气云爆炸	7.51	24.84	48.31	23.77
98#汽油储罐	池火灾	51.9	63.6	91.6	50.5
	蒸气云爆炸	17.06	45.78	89.04	78.53
92#高清汽油储罐	池火灾	51.9	63.6	91.6	50.5
	蒸气云爆炸	17.06	45.78	89.04	78.53
98#高清汽油储罐事	池火灾	51.9	63.6	91.6	50.5
	蒸气云爆炸	17.06	45.78	89.04	78.53
92#乙醇汽油储罐	池火灾	51.9	63.6	91.6	50.4
	蒸气云爆炸	20.45	52.4	101.92	99.86
乙醇储罐	池火灾	34.9	42.6	60	未达到热通量,故无法输出距离
	蒸气云爆炸	14.78	41.13	80	64.22
异辛烷储罐	池火灾	77.1	94.8	140	62.6
	蒸气云爆炸	17.26	46.17	89.81	79.78

该项目周边危险源为大连西中岛杭氧气体有限公司氮气缓冲罐，采用《南京安元安全评价软件》对上述设备设施发生压力容器物理爆炸事故进行模拟计算，结果如下：

附件表 2-15.3 大连西中岛杭氧气体有限公司事故后果模拟计算

装置名称	泄漏模式	泄漏频率	事故类型	事故后果（m）			
				死亡半径	重伤半径	轻伤半径	财产损失半径
氮气缓冲罐	完全破裂	0.000006	压力容器物理爆炸	15.00	19.50	26.00	10.50

F2.2.3.4 装置发生爆炸的多米诺半径

采用《南京安元安全评价软件》对液氯储罐在完全破裂模式下发生压力容器物理爆炸的多米诺效应，分析结果如下：

附件表 2-16 液氯储罐多米诺半径结果

装置名称	泄漏模式	事故类型	目标装置类型	多米诺半径（m）
液氯储罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	常压容器	17.32
液氯储罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	压力容器	20.82

液氯储罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	长型设备	13.88
液氯储罐	完全破裂	压力容器物理爆炸	小型设备	12.66

小结：

根据装置多米诺半径模拟结果可知，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。

F2.3 危险化学品重大危险源辨识及重大危险源分级过程

F2.3.1 重大危险源辨识

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

单元：涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分生产单元和储存单元。

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

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

危险化学品临界量的确定方法：

1）在表 1[①]范围内的危险化学品，其临界量应按表 1[①]确定；

2）未在表 1[①]范围内的危险化学品，应依据其危险性，按表 2 确定其临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，应按其中最低的临界量确定。

注明：①此文中表 1 为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 1

②此文中表 2 为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）标准中的表 2

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1[①]、表 2[②]规定的临界值，即被认定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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

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

$$S=q_1/Q_{1+}q_2/Q_{2+}q_3/Q_3\cdots+q_n/Q_n \geqslant 1----(1)$$

式中：S—辨识指标；

q_1、q_2……q_n—每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）；

Q_1、Q_2……Q_n—与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）。

该项目不涉及储存单元，将液氯储槽厂房划分为储存单元。对液氯储槽厂房进行重大危险源辨识如下：

附件表 2-17　液氯储槽厂房重大危险源辨识结果

序号	建构筑物名称	设备设施名称	设备设施台数	设备设施单台容积	储存物料	最大设计储存量q，t	临界量Q	q/Q	S	结论
1	液氯储槽厂房	液氯储罐	3	150m³	液氯	513.216	5	102.64	102.64	构成重大危险源

经辨识，大连华一锂电科技有限公司液氯气化车间新建项目液氯储槽厂房构成危险化学品重大危险源场所。

F2.3.2 重大危险源分级

根据《危险化学品重大危险源辨识》4.3 的要求，确定重大危险源的级别。

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

式中：

R—重大危险源分级指标；

α— 该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数，α取值见表6-5。

β_1， β_2…, β_n— 与每种危险化学品相对应的校正系数。

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

$Q_1, Q_2, \cdots, Q_n$ —与每种危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

（1）校正系数β的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数β值，见附件表2-18和附件表2-19。

附件表2-18 毒性气体校正系数β取值表

名称	校正系数β
一氧化碳	2
二氧化硫	2
氨	2
环氧乙烷	2
氯化氢	3
溴甲烷	3
氯	4
硫化氢	5
氟化氢	5
二氧化氮	10
氰化氢	10
碳酰氯	20
磷化氢	20
异氰酸甲酯	20

经上表可知，该项目β值取4。

附件表2-19 未在附件表2-18中列举的危险化学品校正系数β取值表

类别	符号	β校正系数
急性毒性	J1	4
	J2	1
	J3	2
	J4	2

	J5	1
爆炸物	W1.1	2
	W1.2	2
	W1.3	2
易燃气体	W2	1.5
气溶胶	W3	1
氧化性气体	W4	1
易燃液体	W5.1	1.5
	W5.2	1
	W5.3	1
	W5.4	1
自反应物质和混合物	W6.1	1.5
	W6.2	1
有机过氧化物	W7.1	1.5
	W7.2	1
自燃液体和自燃固体	W8	1
氧化性固体和液体	W9.1	1
	W9.2	1
易燃固体	W10	1
遇水放出易燃气体的物质和混合物	W11	1

（2）校正系数α的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展500m范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数α值，见表2-19。

附件表2-19 校正系数α取值表

厂外可能暴露人员数量	*α*
100人以上	2.0
50人～99人	1.5
30人～49人	1.2
1～29人	1.0
0人	0.5

（3）分级标准

根据计算出来的R值，按附件表2-20确定危险化学品重大危险源的级别。

附件表 2-20 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

危险化学品重大危险源级别	R 值
一级	R≥100
二级	100>R≥50
三级	50>R≥10
四级	R<10

经现场调查可知，该公司厂区边界向外扩展 500m 范围内常住人口数量超过 100 人，故厂外暴露人员校正系数 α 取值为 2。

附件表 2-21 重大危险源的分级记录表

车间名称	涉及物料名称	q/Q	α	β	R	重大危险源级别
液氯储槽厂房	液氯	102.64	2	4	821.12	一级

根据计算公式计算出重大危险源分级指标 R，根据附件表 2-20，大连华一锂电科技有限公司液氯气化车间新建项目液氯储槽厂房构成一级危险化学品重大危险源场所。

F3 依据的法律、法规、部门规章和标准

F3.1 依据的法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2002〕第七十号公布，〔2009〕第十八号第一次修改，〔2014〕第十三号第二次修改，2014 年 12 月 1 日起施行，中华人民共和国主席令[2021]第八十八号第一次修改）

《中华人民共和国危险化学品安全法》（国家主席令[2025]第六十四号，2026 年 5 月 1 日起施行）

《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令〔2009〕第六号公布，〔2019〕第二十九号修改，2019 年 4 月 23 日起施行，根据中华人民共和国主席令〔2021〕第八十一号修改，2021 年 4 月 29 日起施行）

《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令〔2014〕第四号公布，2014 年 1 月 1 日起施行）

《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令〔2011〕第五十二号第一次修改重新公布，〔2016〕第四十八号第二次修改，〔2017〕第八十一号第三次修改，〔2018〕第二十四号第四次修改，自 2018 年 12 月 29 日起施行）

《中华人民共和国防震减灾法》（中华人民共和国主席令〔1997〕第九十四号公布，〔2008〕第七号修改，2009 年 5 月 1 日起施行）

《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2003〕393 号公布，2004 年 2 月 1 日起施行）

《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令〔2009〕549 号修正重新公布，2009 年 5 月 1 日起施行）

《危险化学品目录（2015 版）》（中华人民共和国应急管理部、中华人民共和国工业和信息化部、中华人民共和国公安部、中华人民共和国生态环

境部、中华人民共和国交通运输部、中华人民共和国农业农村部、中华人民共和国国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局、国家铁路局、中国民用航空局公告 2026 年第 3 号，2026 年 4 月 9 日施行）

《特种设备目录》（质检特函〔2015〕32 号，2015 年 7 月 6 日实施）

《易制毒化学品管理条例》（中华人民共和国国务院令〔2005〕445 号公布，〔2014〕653 号第一次修改，〔2016〕666 号第二次修改，〔2018〕第 703 号第三次修改，2018 年 9 月 18 日起施行）

《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）

《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号，2010 年 7 月 19 日）

《关于危险化学品企业贯彻落实〈国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知〉的实施意见》（安监总管三[2010]186 号）

《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）

《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）

《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南》（应急[2022]52 号）

《关于全面加强危险化学品安全生产工作意见》（中共中央办公厅、国务院印发，2020 年 2 月 26 日）

《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）

《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）

《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》（安监总厅管三[2011]142 号）

（建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法）（国家安监总局令 36 号，安监总局令 77 号修订）

《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）

《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令〔2011〕第 40 号公布，〔2015〕第 79 号修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第 45 号公布，〔2015〕第 79 号修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》（辽宁省人民政府令〔2009〕第 229 号公布，〔2017〕第 312 号修改，[2021]第 341 号修正）

《辽宁省企业安全生产主体责任规定》（辽宁省人民政府令〔2011〕第 264 号公布，〔2013〕第 286 号第一次修改，〔2017〕第 311 号第二次修改，[2021]第 341 号修正）

《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）

《生产安全事故应急条例》（国务院令〔2019〕第 708 号，自 2019 年 4 月 1 日起施行）

《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》（应急厅[2024]86 号）

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）

《特种设备使用单位落实安全主体责任监督管理规定》（国家市场总局令第74号）

《特种设备生产单位落实质量安全主体责任监督管理规定》（国家市场总局令第73号）

《大连市危险化学品禁止、限制和控制目录》（大政办发[2023]39号）

F3.2 标准、规范

《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）

《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）

《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）

《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）

《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）

《中国地震动参数区划图》GB18306-2015

《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）

《20kV及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）

《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）

《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）

《建筑抗震设计规范（2016年版）》(GB50011-2010)

《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》（GB50453-2008）

《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）

《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）

《建筑照明设计标准》（GB50034-2024）

《用电安全导则》（GB/13869-2026）

《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）

《石油化工装置防雷设计规范（2022 年版）》（GB50650-2011）

《石油化工装置电力设计规范》（SH/T3038-2017）

《固定式金属梯及平台安全要求第 1 部分：直梯》（GB4053.1-2025）

《固定式金钢梯及平台安全要求第 2 部分：斜梯》（GB4053.2-2025）

《固定式金属梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及台》（GB4053.3-2025）

《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025）

《生产过程安全基本要求》(GB12801-2025)

《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)

《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》(GB/T50493-2019)

《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）

《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB30077-2023）

《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）

《固定式压力容器安全技术监察规程》行业标准第 1 号修改单（TSG 21-2016）

《石油化工静电接地设计规范》（SH/T3097-2017）

《石油化工企业职业安全卫生设计规范》（SH/T3047-2021）

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）

《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》（GB 39800.1-2020）

《个体防护装备配备规范 第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）

《自动化仪表选型设计规范》（HG/T20507-2014）

《石油化工自动化仪表选型设计规范》（SH/T3005-2016）

《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》（HG/T20505-2014）

《信号报警及联锁系统设计规范》（HG/T20511-2014）

《化工装置自控专业设计管理规范》（HG/T20636. 1~7-2017）

《控制室设计规范》（HG/T20508-2014）

《石油化工控制室设计规范》（SH/T3006-2024）

《石油化工建筑物抗爆设计标准》（GB/T50779-2022）

《石油化工建筑物抗爆评估技术标准》（SH/T3237-2025）

《石油化工安全仪表系统设计规范》（GB/T50770-2013）

《石油化工紧急停车及安全联锁系统设计导则》（SHB Z06-2019）

《分散型控制系统工程设计规范》(HG/T20573-2012)

《化工企业安全卫生设计规范》（HG20571-2014）

《化工采暖通风与空气调节设计规范》（HG/T20698-2009）

《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）

《消防设施通用规范》（GB55036-2022）

《工业电视系统工程设计规范》（GB50115-2019）

《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T50046-2018）

《化工企业氯气安全技术规范》（GB11984-2024）

《液氯使用安全技术要求》（AQ3014-2008）

《工业电视系统工程设计标准》（GB/T50115-2019）

《石油化工电信设计规范》（SH/T3153-2021）

《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）

《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）

《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/T 37243-2019）

《危险化学品重大危险源安全监控技术规范》（GB17681-2024）

《液氯泄漏的处理处置方法》（HG/T4684-2014）

《特种设备使用管理规则》（TSG08-2026）

《石油化工仪表供电设计规范》（SH/T3082-2019）

《石油化工仪表供气设计规范》（SH/T3020-2013）

《石油化工仪表接地设计规范》（SH/T3081-2025）

F3.3 相关文件

《大连华一锂电科技有限公司液氯气化车间新建项目可行性研究报告》

大连华一锂电科技有限公司与大连天籁安全风险管理技术有限公司签订的《技术咨询合同》

大连华一锂电科技有限公司提供的其他材料

F4 收集的文件、资料目录

F4.1 营业执照

F4.2 规建设工程规划许可（建字第 2102812026GG0047629）

F4.3 安全生产许可证（（辽）WH 安许证[2026]1710）

F4.4 大连市企业投资项目备案文件（大长经开经备[2026]236 号）

F4.5 危险化学品建设项目安全条件审查意见书(辽应急危化项目安条审字[2022]5 号）

F4.6 危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书(辽应急危化项目安设审字[2023]3 号）

F4.7 安全设施竣工验收审查意见