

临沭经济开发区 事故风险评估报告

临沭经济开发区管理委员会

2021年6月

1 评估说明

1.1 评估目的

(1) 贯彻落实《中华人民共和国安全生产法》《生产安全事故应急条例》、《山东省生产安全事故应急办法》和《危险化学品安全管理条例》，坚持“安全第一、预防为主、综合治理。”的方针，通过风险评估，分析经济开发区潜在的事故隐患。

(2) 通过对区域内危险化学品生产企业、危化品经营企业、涉氨制冷企业、冶金铸造企业、轻工纺织、一般化工、木制产品等环节进行风险评估，提出防范措施，预防危险化学品事故的发生。

(3) 为经济开发区提供应急预案编制的指导和参考，确保应急预案编制的针对性和有效性。

1.2 评估范围

对临沭经济开发区危险有害因素进行辨识，按照国家有关法律、法规、标准及有关规定，对区内危险源进行风险评估，分析事故可能产生的危害及后果，定量评估危险源造成的个人风险、社会风险。

2 事故风险分析

临沭经济开发区前身是2001年7月临沂市人民政府批准成立的沂蒙创业园，2006年3月山东省人民政府以《山东省人民政府关于济南槐荫开发区等设立为省级开发区的通知》（鲁政字[2006]71号）批准将其设立为省级开发区，同时更名为临沭经济开发区，原省政府审核面积为4km²，其四至范围：东起金堂路东200m常林机械院内，西至牛腿沟，南起兴大路，北至滨海西街以北300m。主导产业：化工(化肥)、农业机械制造、食品。

2008年，《临沭经济开发区总体规划》（2008-2020）在原省级开发区范围基础上向四周拓展，规划面积扩大到12 km²，四至范围：东起金堂路东300m，西至牛腿沟，南起城南一路，北由工贸路北拓500m。主导产业：化工(化肥)、农业机械制造、食品、轻纺及工艺品制造业为主导产业。

开发区设立至今，现已形成以化工（化肥）制造业和高端装备制造业为主导产业，以食品加工、钢管制造业和生物制药业为辅助产业的发展格局。区内规模以上企业54家，为临沭县社会经济发展做出了重要贡献。

2.1 涉及的危险化学品

临沭经济开发区所涉及的危险化学品较多，根据对入园企业资料统计，临沭经济开发区现阶段涉及的危险化学品为：液氨、甲醇、甲醛、乙醇、乙醛、乙酸、盐酸、硫酸、氢氧化钠、氢氧化钾、硝酸（98%）等几十种危险化学品。危险化学品大体可分为三类，即可燃物品（包括易燃可燃气体、易燃可燃液体、可燃固体、遇湿可燃固体、自然性物质等），毒性物品（包括毒害品、剧毒品），腐蚀性物品（包括酸性、碱性腐蚀性物品及其他腐蚀性物品）。对各类危险品的分析如下：

2.2 可燃性物品危险性分析

2.2.1 易燃气体

易燃气体，指在常温常压下遇明火、高温即会发生着火或爆炸。园区内

涉及的易燃气体主要为天然气及维修用乙炔等。

易燃气体在一定受热、撞击或剧烈震动的条件下，容器的内压力容易膨胀引起介质泄漏，甚至使容器破裂爆炸，从而导致燃烧、爆炸、中毒窒息等事故。

2.2.2 易燃液体

易燃液体指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体，但不包括由于其危险特性已列入其他类别的液体。

易燃液体按闪点的高低分为低闪点液体、中闪点液体、高闪点液体三类。

低闪点易燃液体：闪点低于 -18°C 的液体。

中闪点易燃液体：闪点在 -18°C 至 23°C 的液体。

高闪点易燃液体：闪点在 23°C 至 61°C 的液体。

园区内涉及的主要易燃液体包括甲醇、乙醇、乙酸乙酯、丙酮等物料。

上述液体危险特性如下：

(1) 高度易燃性

其原因主要是：

第一，上述易燃液体全部是有机化合物，分子组成中主要含有碳原子和氢原子，易和氧反应而燃烧。

第二，上述液体的闪点低，其燃点也低（燃点一般约高于闪点 $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ），因此易燃液体接触火源极易着火而持续燃烧。

(2) 易爆性

上述液体挥发性较强，当盛放易燃液体的容器有某种破损或不密封时，挥发出来的易燃蒸气扩散到存放或运载此类物品的库房或车箱的整个空间，与空气混合，当浓度达到一定范围，即达到爆炸极限时，遇明火或火花即能引起爆炸。

易燃液体蒸气与空气混合后，遇火源能够引起燃烧爆炸的浓度范围称为爆炸极限，一般用气体或蒸气在混合气体中的体积百分比(%)来表示。当易

燃液体的蒸气在空气中的浓度小于爆炸下限时，由于可燃物量不足，并因含有较多的空气，燃烧不会发生也就不会爆炸；当浓度大于爆炸上限时，则因空气量不足，燃烧不能发生，也不会爆炸。只有易燃液体蒸汽浓度在上限与下限浓度范围内，遇到火种才会爆炸。

（3）高度流动扩散性

上述易燃液体的分子多为非极性分子，粘度一般都很小，不仅本身极易流动，还因渗透、浸润及毛细现象等作用，即使容器只有极细微裂纹，易燃液体也会渗出容器壁外，扩大其表面积，并源源不断地挥发，使空气中的易燃液体蒸气浓度增高，从而增加了燃烧爆炸的危险性。

（4）受热膨胀性

上述液体的膨胀系数比较大，受热后体积容易膨胀，同时其蒸气压亦随之升高，从而使密封容器中内部压力增大，造成超压（鼓桶），甚至爆裂，在容器爆裂时会产生火花而引起燃烧爆炸。因此，易燃液体应避热存放，灌装时容器内应留有 5% 以上的空隙，不可灌满。

（5）忌氧化剂和酸

易燃液体与氧化剂或有氧化性的酸类（特别是硝酸）接触，能发生剧烈反应而引起燃烧爆炸。这是因为易燃液体都是有机化合物，能与氧化剂发生氧化反应并产生大量的热，使温度升高到燃点引起燃烧爆炸。例如：乙醇与氧气接触有点火源的情况下会发生燃烧，与氧化性酸——硝酸接触也会发生燃烧。因此，易燃液体不得与氧化剂及有氧化性的酸类接触，特别是大表面积接触。

（6）毒性

易燃液体及其蒸气均有不同程度的毒性，例如：甲醇、苯、丙酮等。不但吸入其蒸气会中毒，有的经皮肤吸收也会造成中毒事故。应注意劳动防护。

2.2.3 毒性物品危险性分析

毒性化学品系指进入肌体后，累积达一定的量，能与体液和器官组织发

生生物化学作用或生物物理学作用，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命的物品。如园区内涉及的液氯、液氨等，经口摄取半数致死量：固体 $LD_{50} \leq 500\text{mg/kg}$ ；液体 $LD_{50} \leq 2000\text{mg/kg}$ ；经皮肤接触 24h，半数致死量 $LD_{50} \leq 1000\text{mg/kg}$ ；粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 $LC_{50} \leq 10\text{mg/L}$ 的固体或液体。其危险特性如下：

少量进入人、畜体内即能引起中毒，不但口服会中毒，吸入其蒸气也会中毒，有的还能通过皮肤吸收引起中毒。所以不得入口吸入大量蒸气外，还应避免触及皮肤。

毒害危险化学品分为：

剧毒品：具有剧烈毒性危害、食入致死的化学品，大鼠经口 $LD_{50} \leq 5\text{mg/kg}$ ，经皮 $LD_{50} \leq 40\text{mg/kg}$ ，吸入 $LC_{50} \leq 0.5$ ；

有毒品：经口半数致死量 $5 < LD_{50} \leq 50$ （液体）， $50 < LD_{50} \leq 2000$ ；经皮接触 24h 半数致死量 LD_{50} （mg/kg） $40 < LD_{50} \leq 200$ ；吸入 1h 半数致死浓度 LC_{50} （mg/l） $0.5 < LC_{50} \leq 2$ ；

有害品：经口半数致死量（固体） $50 < LD_{50} \leq 500$ （液体） $50 < LD_{50} \leq 2000$ ；经皮接触 24h 半数致死量 LD_{50} （mg/kg） $200 < LD_{50} \leq 1000$ ；吸入 1h 半数致死浓度 LC_{50} （mg/l） $2 < LC_{50} \leq 10$ 。

2.2.4 腐蚀性物品危险性分析

腐蚀性物品系指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4 小时内出现可见坏死现象，或温度在 55°C 时，对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25 毫米/年的固体或液体。园区内涉及的腐蚀品包括：硝酸、盐酸、氢氧化钠等。

危险特性：有些腐蚀品挥发出的蒸气能刺激眼睛、粘膜，吸入后会中毒，如盐酸；有些腐蚀品受热或遇水会形成有毒性烟雾、如硝酸；有些无机酸性腐蚀品具有较强氧化性，接触可燃物易引起燃烧，如硝酸；有的有机腐蚀品有易燃性，如乙酸。

2.3 涉及的重点监管危险化工工艺

根据《重点监管危险化工工艺目录》(2013 完整版), 临沭经济开发区现入驻企业中涉及的重点监管的危险化工工艺有: 氯化工艺、氧化工艺、合成氨工艺。

重点监管的危险化工工艺大多涉及易燃、易爆、有毒、腐蚀等介质, 多为放热反应, 控制措施不到位, 极易发生火灾、爆炸、中毒、腐蚀等事故。对临沭经济开发区涉及的重点监管的危险化工工艺的危险性分析如下。

针对具体的危险工艺, 园区企业采用危险与可操作性分析 HAZOP 风险评价方法, 对整个工艺过程的安全性进行分析。各重点监管工艺存在的主要危险性如下所示:

2.3.1 氯化工艺

以氯原子取代有机化合物中氢原子的过程称为氯化。如新时代 F521 制取, 新时代药业所用的氯化剂为气化的氯。

氯化过程危险性分析:

(1) 氯化反应的火灾危险性主要决定于被氯化物质的性质及反应过程的条件。反应过程中所用的原料大多是有机易燃物, 生产过程中具有着火爆炸危险。所以, 应严格控制各种着火源, 电气设备应符合防火防爆要求。

(2) 氯化反应中使用的氯化剂是液态加热成为气态的氯。氯气本身毒性较大, 氧化性极强, 储存压力较高, 一旦泄漏是危险性较大。所以钢瓶中的液氯在进入氯化反应釜使用之前, 必须先进入蒸发器使其汽化。在一般情况下不准把储存氯气的气瓶当贮罐使用, 因为这样有可能使被氯化的有机物质倒流进气瓶或槽车引起爆炸。对于一般氯化釜应装设氯气缓冲罐, 防止氯气断流或压力减小时形成倒流。

(3) 氯化反应是一个放热过程, 尤其在较高温度下进行氯化, 反应更为剧烈。如果物料泄漏就会造成着火或引起爆炸。因此, 一般氯化反应设备必须有良好的冷却系统, 并严格控制氯气的流量, 以免因流量过快, 温度剧

升而引起事故。

(4) 由于氯化反应几乎都有氯化氢气体生成，因此所用的设备必须防腐蚀，设备应保证严密不泄漏。因为氯化氯气体易溶于水中，通过增设吸收和冷却装置就可以除去尾气中绝大部分氯化氢。

2.2.2 合成氨工艺

园区内金沂蒙有限公司生产涉及合成氨工艺，其合成氨工艺危险性分析如下：

(1) 生产中反应热量大，温度不易控制

合成氨工艺生产过程产生大量的热，在造气工段、变换工段、合成工段都会有热量产生，温度控制较高。

(2) 成氨生产过程存在许多潜在的危险、有害因素。例如生产过程中造气、脱硫、压缩、变换、碳化、碳化煤球、脱碳精炼、合成等工段存在着大量的 H₂、CO、CO₂、NH₃、H₂S 等易燃易爆、有毒有害物料，所以这些岗位均存在火灾、爆炸、中毒等危险因素；又如原料、煤球、造气等工段粉尘严重，存在粉尘危害的因素；煤球、造气、脱硫、压缩、变压吸附、氨合成、冰机等岗位大功率机泵较多，所以这些岗位的噪声危害较突出；此外全厂各岗位不同程度均存在电击、机械伤害以及高空坠落的危险因素。生产中配置的压缩机、制冷机、罗茨风机及各种泵类等转动设备，易引发机械伤害事故。生产中的电气设备，若安全装置不完善，易发生触电伤害事故；建筑物防雷设施不完善，易引起雷击事故发生生产过程中，液氨为有毒物质，易导致人员中毒危害。生产中设置的压缩机、罗茨风机、制冷机及各种泵类在运行时产生的噪声，对人员存在噪声危害生产中设置的造气炉、合成塔等高温设备，对人员存在高温伤害；设置的蒸汽，温余热锅炉蒸汽，存在有烫伤危险；液氨可致眼、皮肤灼伤。

2.3.2 氧化工艺

氧化为有电子转移的化学反应中失电子的过程，即氧化数升高的过程。多

数有机化合物的氧化反应表现为反应原料得到氧或失去氢。涉及氧化反应的工艺过程为氧化工艺。常用的氧化剂有：空气、氧气、双氧水、氯酸钾、高锰酸钾、硝酸盐等。

- (1) 反应原料及产品具有燃爆危险性；
- (2) 反应气相组成容易达到爆炸极限，具有闪爆危险；
- (3) 部分氧化剂具有燃爆危险性，如氯酸钾，高锰酸钾、铬酸酐等都属于氧化剂，如遇高温或受撞击、摩擦以及与有机物、酸类接触，皆能引起火灾爆炸；
- (4) 产物中易生成过氧化物，化学稳定性差，受高温、摩擦或撞击作用易分解、燃烧或爆炸。
- (5) 反应温度高, 放热量大

氧化反应强烈放热，反应温度高，传热情况复杂。非均相氧化系统中存在催化剂颗粒内及其与气传热，以及床层与管壁间传热。催化剂的载体往往是导热欠佳的物质，因此，如采用固定床反应器器度分布受到传热效率的限制，可能产生较大温差，甚至引起飞温，导致火灾爆炸事故；如采用固定床反应器，反应热若不能及时移出，反应器内稀相段上就极容易发生燃烧，因为原料在浓相段尚有一新分未进入稀相段后会进一步反应放热，当温度达到物料的自然点就可能发生燃烧。

2.3.3 硝化工艺

(1) 硝化是一种化工单元过程，是向有机化合物分子中引入硝基的过程，硝基就是硝酸失去一个羟基形成的一价的 $-NO_2$ 。芳香族化合物硝化的反应机构为：硝酸的OH基被质子化，接着被脱水剂脱去一的水形成 NO_2^+ 的中间体，最后和苯环进行芳香族的亲电取代反应，并脱去一分子的氢离子。在此种的硝化反应中芳香环的电子密度会决定硝化的反应速率，当芳香环的电子密度越高，反应速率就越快。由于硝基本身为一个拉电子基，所以当进行一次硝化之后往往会因为芳香环电子密度下降而抑制第二次以后的硝化反应。必

须要在更剧烈的反应条件(例如:高温)或是更强的硝化剂下进行。

(2) 工艺危险特点

反应速度快,放热量大。大多数硝化反应是在非均相中进行的,反应组分的不均匀分布容易引起局部过热导致危险。尤其在硝化反应开始阶段,停止搅拌或由于搅拌叶片脱落等造成搅拌失效是非常危险的,一旦搅拌再次开动,就会突然引发局部激烈反应,瞬间释放大量的热量,引起爆炸事故;反应物料具有燃爆危险性;硝化剂具有强腐蚀性、强氧化性,与油脂、有机化合物(尤其是不饱和有机化合物)接触能引起燃烧或爆炸;硝化产物、副产物具有爆炸危险性。

(3) 硝化方法主要有以下几种:

(1) 稀硝酸硝化一般用于含有强的第一类定位基的芳香族化合物的硝化,反应在不锈钢或搪瓷设备中进行,硝酸约过量 10~65%。

(2) 浓硝酸硝化这种硝化往往要用过量很多倍的硝酸,过量的硝酸必需设法利用或回收,因而使它的实际应用受到限制。

(3) 浓硫酸介质中的均相硝化当被硝化物或硝化产物在反应温度下为固体时,常常将被硝化物溶解于大量浓硫酸中,然后加入硫酸和硝酸的混合物进行硝化。这种方法只需要使用过量很少的硝酸,一般产率较高,缺点时硫酸用量大。

2.4 涉及的其他行业

2.4.1 冶金制造

金属铸造(metal casting)是将金属熔炼成符合一定要求的液体并浇进铸型里,经冷却凝固、清整处理后得到有预定形状、尺寸和性能的铸件的工艺过程。铸造毛坯因近乎成形,而达到免机械加工或少量加工的目的降低了成本并在一定程度上减少了时间。铸造是现代机械制造业的基础工艺之一。

铸造是将通过熔炼的金属液体浇注入铸型内,经冷却凝固获得所需形状

和性能的零件的制作过程。铸造是常用的制造方法，制造成本低，工艺灵活性大，可以获得复杂形状和大型的铸件，在机械制造中占有很大的比重，如机床占 60~80%，汽车占 25%，拖拉机占 50~60%。

由于现今对铸造质量、铸造精度、铸造成本和铸造自动化等要求的提高，铸造技术向着精密化、大型化、高质量、自动化和清洁化的方向发展，例如我国这几年在精密铸造技术、连续铸造技术、特种铸造技术、铸造自动化和铸造成型模拟技术等方面发展迅速。

- (1) 电炉存在火灾、爆炸的危险；
- (2) 浇铸作业容易发生火灾，烫伤、灼伤、铁水泄漏等事故；
- (3) 电炉、浇铸作业、抛丸、淬火等工序，可能引起火灾爆炸；
- (4) 产物中存有高温等危险。

2.4.2 涉案制冷

完整的制冷系统应包括制冷剂循环系统、润滑油循环系统、冷却水循环系统、载冷剂循环系统

氨储罐中的液氨，经过节流阀节流降压，降温后进入氨液分离器中，与从氨蒸发器中吸热后出来的氨气混合，温度进一步降低，然后进入氨蒸发器中，吸收通过氨蒸发器的水热量，液氨由液态变成气态(而水的温度被降低)。转化后的氨气再次进入氨液分离器中，把上升过程中携带的液氨分离出去，与节流阀来的氨液一起再进入到氨发器中：从氨液分离器出来的氨气，被氨压缩机吸入、压缩到一定压力后进入冷凝器中，被冷却水冷却降温，氨气由气态变成液态再进入氨储罐中，继续循环冷却制冷。

- (1) 使用液氨作制冷剂，有存在液氨泄漏的危险。
- (2) 使用压缩机作业，液氨贮槽、集油器属于特种设备，会有爆炸的危险。

(3) 氨气具有毒性：轻度中毒：眼、鼻、咽部有辛辣感，流泪、咳嗽、喷嚏、咳痰、咳血、胸闷、头痛、头昏、乏力（液氨溅入眼内，应立即拉开

眼睑使氨水流出，并及时用清水清洗）临床检查有眼结膜、鼻和咽黏膜充血，肺部可听及干啰音。

重度中毒：肺水肿、脑水肿、喉头水肿、喉痉挛、窒息，抢救不及时可有生命危险（抢救时严禁使用压迫式人工呼吸法）

（4）泄漏应急处置措施

（1）少量泄漏。

撤退区域内所有人员。防止吸入蒸气，防止接触液体或气体。处置人员应使用呼吸器。禁止进入氨可能汇集的局限空间，并加强通风。只能在保证安全的情况下堵漏。泄漏的容器应转移到安全地带，并且仅在确保安全的情况下才能打开阀门泄压。可用砂土、蛭石等惰性吸收材料收集和吸附泄漏物。收集的泄漏物应放在贴有相应标签的密闭容器中，以便废弃处理。

（2）大量泄漏。

疏散场所内所有未防护人员，并向上风向转移。泄漏处置人员应穿上全封闭重型防化服，佩戴好空气呼吸器，在做好个人防护措施后，用喷雾水流对泄漏区域进行稀释。通过水枪的稀释，使现场的氨渐渐散去，利用无火花工具对泄漏点进行封堵。

向当地政府和“119”及当地环保部门、公安交警部门报警，报警内容应包括事故单位；事故发生的时间、地点、化学品名称和泄漏量、危险程度；有无人员伤亡以及报警人姓名、电话。

禁止接触或跨越泄漏的液氨，防止泄漏物进入阴沟和排水道，增强通风。场所内禁止吸烟和明火。在保证安全的情况下，要堵漏或翻转泄漏的容器以避免液氨漏出。要喷雾状水，以抑制蒸气或改变蒸气云的流向，但禁止用水直接冲击泄漏的液氨或泄漏源。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭性空间。禁止进入氨可能汇集的受限空间。清洗以后，在储存和再使用前要将所有的保护性服装和设备洗消。

（5）火灾应急处置措施

在贮存及运输使用过程中，如发生火灾应采取以下措施：

(1)报警：迅速向当地 119 消防、政府报警。报警内容应包括：事故单位；事故发生的时间、地点、化学品名称、危险程度；有无人员伤亡以及报警人姓名、电话。

(2)隔离、疏散、转移遇险人员到安全区域，建立 500m 左右警戒区，并在通往事故现场的主要干道上实行交通管制，除消防及应急处理人员外，其他人员禁止进入警戒区，并迅速撤离无关人员。

(3)消防人员进入火场前，应穿着防化服，佩戴正压式呼吸器。氨易穿透衣物，且易溶于水，消防人员要注意对人体排汗量大的部位，如生殖器官、腋下、肛门等部位的防护。

(4)小火灾时用干粉或 CO₂ 灭火器，大火灾时用水幕、雾状水或常规泡沫。

(5)储罐水灾时，尽可能远距离灭火或使用遥控水枪或水炮扑救。

(6)切勿直接对泄漏口或安全阀门喷水，防止产生冻结。

(7)安全阀发出声响或变色时应尽快撤离，切勿在储罐两端停留。

2.5 原料混合气具的爆炸性

2.5.1 园区内重大危险源分析

根据《危险化学品重大危险源辨识》GB18218-2018、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（安监总局 40 号令，2015 年 79 号令修订）对园区内重大危险源进行辨识。园区涉及重大危险源物质的企业主要包括四：临沂市金沂蒙生物科技有限公司、史丹利农业集团股份有限公司、金正大生态工程集团股份有限公司、临沭县华盛化工有限公司、临沂金朗化工有限公司。

2.5.2 园区内主要危险源可能引发的事故

临沭经济开发区重大危险源可能引发的事故类型如表 3.4-1。

企业名称	重大危险源名称	级别	诱发事故类型	风险等级
临沂市金沂蒙生物科技有限公司	乙醛球罐	一	火灾、爆炸、中毒、灼烫	重大风险
	液体罐区	二	火灾、爆炸、中毒、灼烫	重大风险
	乙醇罐区	三	火灾、爆炸、中毒	重大风险
	乙醛中间罐区	三	中毒、火灾	重大风险
	乙醛生产装置	四	中毒、火灾	重大风险
	金属纳库	四	火灾、爆炸、中毒	重大风险
金沂蒙集团有限公司	液氨罐区	一	火灾、爆炸	重大风险
	合成氨装置区	四		重大风险
史丹利农业集团股份有限公司	液氨罐区	二	火灾、爆炸	重大风险
金正大生态工程集团股份有限公司	液氨罐区	三	火灾、爆炸	重大风险
临沭县华盛化工有限公司	液氨罐区	三	火灾、爆炸	重大风险
临沂金朗化工有限公司	甲醇罐区	三	火灾、爆炸	重大风险

2.6 可能发生的事故类型

2.6.1 危险化学品泄漏事故

1) 事故种类：园区内存有液氨、甲醇、乙醇、乙醛、乙酸、乙酸乙酯等危险化学品

2) 事故发生的可能性：在生产过程中若未按操作规程操作，导致危险化学品泄漏；在卸车过程中由于注意力不集中，导致溢槽，造成危险化学品泄漏；打料过程中由于上下游未联系好直接作业，导致管道爆裂，造成危险化学品泄漏事故的发生；生产车间内使用的输送管道由于长久使用未能得到及时保养维护，造成法兰、垫片等腐蚀、老化，造成了危险化学品泄漏。

3) 严重程度：危险化学品泄漏事故将会导致人员受伤、严重者会导致中毒、窒息。

4) 影响范围：危险化学品泄漏事故直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，危害工作环境。

2.6.2 火灾事故

1) 事故类型：电器火灾、可燃物火灾事故、其他类型的火灾。

2) 事故发生的可能性：

①厂区仓库内存有的可燃物资，由于长期未进行通风、工作人员吸烟等原因，有可能造成火灾事故；

②生产车间无避雷设置，设备和管道没有静电接地装置，接地装置未定期检测失效等原因，易产生静电火花，遇泄漏的易燃易爆物料发生火灾、爆炸事故；

③车间电力线路老化，产生电气火花导致泄漏物火灾事故；

④车间没有通风设施、或通风设施设置不合理，致使泄漏物与铁质物质产生氢气，可燃蒸气积聚，遇明火造成火灾、爆炸事故发生。

⑥由于工艺装置中各工段均有大量的电气设备，出现以下现象就有引发火灾的危险：选型及布线不合规范：电气设备未按标准要求选用防爆电气，

线路敷设未按规定进行排线和穿管保护，运行时产生火花。散热条件差：某些发热量大的电气设备由于通风不良、散热条件差，形成表面过热现象，直至达到可燃气体自燃温度。接触不良：电气设备和线路的不仅，因接触不良产生火花。过负荷或缺相运行：运行中的电气设备或电气线路，其负荷如果超额定值或点击缺相长时间运行，达到可燃气体自燃温度。漏电短路：电气绝缘老化、损伤，发生漏电、短路；违章操作、接线错误以及其它意外原因，产生电火花和电弧。电气设备的机械部件松动、异常碰撞或摩擦发热产生火花。

(3) 严重程度：火灾事故将会导致设备损坏、人员中毒、死亡、物料跑冒、造成严重经济损失。

(4) 影响范围：火灾事故将会直接影响公司生产，产生的有毒气体会伤害周围群众。

2.6.3 中毒窒息事故

1) 事故类型：生产过程中会产生有毒气体，如：一氧化碳、硫化氢、氨气、氯气等有毒物质

2) 事件发生的可能性：在生产过程中，设备管道、阀门出现漏点造成有毒气体冒出，造成人员中毒；管道等密封不严、设备出现漏点，可能造成中毒；生产过程中使用盐酸，管理不善，管道、阀门密闭不严造成中毒事故。

3) 严重程度：中毒事故将会导致人员中毒、严重者会导致死亡、物料跑冒、造成严重经济损失。

4) 影响范围：中毒事故将会直接影响人身安全，社会影响恶劣。

2.6.4 触电事故

1) 触电事故种类：触电事故可分为电击和电伤两类。

2) 事件发生的可能性：电器线路年久失修、老化严重，造成漏电，电击伤人；作业过程中误操作，导致电弧伤人；使用移动电源未做保护造成电流灼伤。

3) 严重程度：触电事故将会导致人员受伤、严重者会导致死亡、有发生火灾的危险，造成严重经济损失。

4) 影响范围：触电事故将会直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，极有可能发生火灾，严重者直接伤害人的生命。

2.6.5 高处坠落事故

1) 事故类型：高于基准面 2 米以上的作业，有可能造成高处坠落事故。

2) 事件发生的可能性：生产过程的高处坠落危险，主要集中在操作平台和设备的检修操作中。

①保养人员高处作业检修电气设施、设备、管道，若爬梯未设置护笼或脚手架搭设不合规，工人没有佩戴安全带等防护措施，存在作业人员高处坠落的危险。

②生产系统中平台栏杆、扶梯设置不全、损坏或私自改动原有的结构，致使不符合要求，存在操作、检修人员高处坠落的危险。

③操作人员、电工、维修人员在登高作业时，因倾倒、打滑或钢梯强度不足或攀沿物失修腐蚀脱落，有发生人员高处坠落的危险。

④在阴雨天气或冬天因结冰造成钢梯、扶手、检修平台路滑的条件下，作业人员登高作业，有滑倒摔伤或高处坠落的可能。

3) 严重程度：高处坠落事故将会导致人员受伤、严重者会导致骨折、死亡。

4) 影响范围：高处坠落事故将会直接影响人身安全，影响范围不大。

2.6.6 物体打击事故

1) 事故类型：物体打击事故

2) 事件发生的可能性：在检修作业过程中，由于上下联系不畅，检修工具未装入工具袋，造成物体坠落，发生物体打击事故；生产过程中，存在着转动设备，作业人员违章作业，有可能造成打击事故。

3) 严重程度：物体打击事故将会导致人员受伤、严重者会导致死亡、

设备损坏、造成严重经济损失。

4) 影响范围：物体打击事故将会直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，严重者直接伤害人的生命。

2.6.7 车辆伤害事故

1) 事故类型：车辆伤害事故

2) 事件发生的可能性：车辆伤害是指机动车辆引起的伤害事故。常见的车辆伤害事故有：车辆行驶中引起的挤压、撞车或倾覆等造成的人身伤害；车辆运行中碰撞建筑物、构筑物引起建筑物倒塌、物体飞溅下落而产生物体飞溅等造成的人身伤害。在下列情况下可能发生车辆伤害：驾驶人员违章超速，易发生撞车、扎碾事故；车辆的刹车、灯光、喇叭、后视镜、方向盘、轮胎发生故障或没设置；车行道被挤占，车辆迂回交叉行驶，人站位不当或避让不及时；外来车辆不按规定的货位停车装载或封闭站台门洞太小，被车辆挤伤；运输过程中，车辆上的物件重心发生偏移；运输过程中，车辆上的物件设置不牢固；对运输车辆没有定期进行检修和维护；司机酒后驾车，违章操作等；违章驾驶人货混装；运输区段照明不良；不按规定路线行驶，违章倒车，疲劳驾驶；道路破坏、设施不完备或道口无警示标志或无人看管；车辆维护不当，行驶过程中爆胎，车辆倾覆砸伤行人。

3) 严重程度：车辆伤害事故将会导致人员受伤、车辆损坏，造成财产损失，严重者会导致死亡，造成严重经济损失。

4) 影响范围：车辆伤害事故将会直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，极有可能发生车辆损坏事件，严重者直接伤害人的生命。

2.6.8 有限空间作业事故

1) 事故类型：有限空间作业事故有可能造成触电、机械伤害、中毒窒息、火灾爆炸、物体打击、高处坠落事故。

2) 事件发生的可能性：所谓有限空间，是指封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不

良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间。

①通风不良，容易造成有毒、易燃气体的积聚和缺氧等，此特点是造成有限空间死亡事故的主要原因。

②对于某些有限空间，内部构造的复杂也是导致事故的原因之一。

③内部固有风险产生危害时，人员不便于逃离或救援的，是其主要危害机理。

④作业人员对有限空间概念的陌生，以至于根本无法认清相应空间存在的危害性，这是有限空间事故高发生率的根本原因；

⑤监护、救援人员相关知识的匮乏是导致相应事故的高死亡人数的主要原因，经常发生一人在有限空间内作业发生意外，多名救援人员的进行营救时的死亡事故；

⑥适用救援设备的缺失也是导致相应作业人员高死亡率的原因。

3) 严重程度：有限空间作业事故将会导致人员受伤、火灾、物体打击等事故发生，造成财产损失，严重者会导致死亡，造成严重经济损失。

4) 影响范围：有限空间作业事故将会直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，遇有有毒气体的有限空间极有可能发生中毒、窒息等事故的发生，严重者直接伤害人的生命。

2.6.9 机械伤害事故

1) 事故类型：转动设备事故、移动设备事故等。

2) 事件发生的可能性：生产装置中有物料输送泵、风机等转动设备，另外运送产品的传送带等，人体触及这些设备的运动机件，可能造成机械伤人事故。当转动部分缺少护栏、护罩时，操作、擦洗时职工触及可能发生撞击、衣物或长发被缠绕而造成伤害。造成机械设备伤害事故的原因主要包括：

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

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

(3) 工作场地环境不好也是造成伤害事故的原因之一。如工作场地照明不良、温度、噪声过高、地面或脚踏板被弄脏、设备布局不合理、零件及半成品堆放不合理等。

(4) 工艺规程和工装不符合安全要求，采用的工艺无安全设施和措施等。大量运转的机械设备，如泵、风机、搅拌机等，由于设计不合理、防护装置不完善、不可靠或操作、维修人员不严格执行规程和安全措施，均可能造成对人体的机械伤害。

(5) 如出现故障不停机就处理，检修时无人监护，不挂禁动牌，启动前不全面检查都极易造成机械伤害；如联轴器质量不好、安装不牢或操作失误而无防护罩，可能发生联轴器破碎发生伤人事故；当转动部分缺少防护罩时，操作、擦洗时职工触及可能发生撞击，衣物或长发被缠绕而造成的伤害。

3) 严重程度：机械伤害事故将会导致人员受伤、严重者会导致死亡、物料跑冒、设备损坏、造成严重经济损失。

4) 影响范围：机械伤害事故将会直接影响人身安全，往往会直接伤害人的身体，严重者直接伤害人的生命，造成社会影响。

2.6.10 自然灾害事故

1) 事故类型：暴风、地震、雷击、暴雪、飓风、沙尘、干旱、洪涝等事故类型。

2) 事件发生的可能性：

① 洪汛灾害：指因大雨、暴雨或持续降雨使低洼地区淹没、积水等的现象。洪水主要危害农作物生长，造成作物减产或绝收，破坏农业生产以及其他产业的正常发展。此外，还会破坏房屋、建筑、水利工程设施、交通设施、电力设施等，并造成不同程度的人员伤亡。

② 气象灾害：气象灾害，一般包括天气、气候灾害 和气象次生、衍生灾害。气象灾害是自然灾害中最为频繁而又严重的灾害。发生十分频繁、灾害种类甚多。由于干旱、洪涝、台风、飓风、暴雨、雷击、冰雹等灾害危及到人民生命和财产的安全，国民经济也受到了极大的损失

③地震灾害：地震灾害是群灾之首，它具有突发性和不可预测性，以及频度较高，并产生严重次生灾害，对社会也会产生很大影响等特点。地震的直接灾害是造成建筑物破坏以及山崩、滑坡、泥石流、地裂、地陷、喷砂、冒水等地表的破坏和海啸。同时地震的破坏还会引起的一系列其它灾害，包括火灾、水灾和煤气、有毒气体泄漏，细菌、放射物扩散、瘟疫等。造成的人员伤亡和直接经济财产损失。

④地质灾害：地质灾害是指在自然或者人为因素的作用下形成的，对人类生命财产、环境造成破坏和损失的地质作用（现象）。常见的地质灾害主要指危害人民生命和财产安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等与地质作用有关的灾害。

3) 严重程度：自然灾害事故将破坏性强，危害较大。

4) 影响范围：发生自然灾害事故将会造成大面积财产损失，社会影响较大，财产损失无法估量。

3 事故风险分析

3.1 对于危险源各类事故模拟计算结果

根据《临沭经济开发区整体性安全风险评价报告》，该报告采用中国安全生产科学研究院《重大危险源区域定量风险评价软件》（CASST-QRA2.1）进行计算机辅助模拟分析。

3.2 风险分析前提

根据临沭经济开发区现入驻企业主要工艺装置单元和物料性质、事故发生的可能性分析，针对可能发生的各类事故类型和后果严重性进行模拟分析。本次模拟分析计算的前提如下：

(1) 对于已入住企业或已建成企业按企业设计规模或企业实际情况进行模拟计算；

(2) 对于一般危险性较小的化工企业及其他行业企业，如大部分涉及的是固体物料、不燃或毒性轻微的物料，对最终的计算结果并无影响；

(3) 园区内的人员，CASST-QRA 软件按内部人员进行处理，不对其计算社会风险值，本次计算从企业事故后果的影响范围分析其影响程度；

(4) 如涉及可燃气体、液化烃类、易燃液体类储罐等发生泄漏形成沸腾液体燃爆 (BLEVE 火球)、云爆、池火灾、闪火等事故后果分别计算分析其发生不同孔径泄漏时的影响距离及发生燃爆、云爆炸时的影响范围；

(5) 如涉及氯等毒性气体发生泄漏时的模拟按不同泄漏孔径及不同风向、风速分别进行计算模拟分析事故后果和影响范围。

3.3 事故后果伤害准则

(1) 冲击波超压准则

常见的准则有：超压准则、冲量准则、压力—冲量准则等。本评价主要采用超压模型，计算热辐射冲击波造成的死亡区、重伤区、轻伤区等半径。

表 3.3-1 为冲击波对人员伤害的超压准则。

表 3.3-1 人员伤害超压准则

超压 ΔP (bar)	损伤程度
0.2~0.3	轻微挫伤
0.3~0.5	中等损伤：听觉器官损伤，内脏轻度出血、骨折等
0.5~1.0	严重：内脏严重损伤，可引起死亡
>1.0	严重：可能大部分死亡

死亡区内人员如缺少防护，则被认为将无例外地蒙受严重伤害或死亡；重伤区内人员则绝大多数将遭受严重伤害，极少数人可能死亡或受轻伤；轻伤区内人员则绝大多数人员将遭受轻微伤害，少数人将受重伤或平安无事，死亡的可能性极小。

死亡、重伤、轻伤、财产损失半径的计算准则为：

死亡半径：外圆周处人员因冲击波作用导致肺出血而死亡的概率为 50%，要求冲击波峰值超压为 140000Pa，记为 R0.5。

重伤半径：外圆周处人员因冲击波作用耳膜破裂的概率为 50%，要求冲击波峰值超压为 44000Pa，记为 Rd0.5。

轻伤半径：外圆周处人员因冲击波作用耳膜破裂的概率为 1%，它要求的冲击波峰值超压为 17000Pa，记为 Rd0.01。

(2) 热辐射伤害准则

热辐射对人体的伤害，主要是通过不同热辐射通量对人体所受的不同伤害程度来表示，伤害半径有一度烧伤（轻伤）、二度烧伤（重伤）、死亡半径三种，使用彼德森（Pietersen）提出的热辐射影响模型进行计算。热辐射对建筑物的影响直接取决于热辐射强度的大小及作用时间的长短，以引燃木材的热通量作为对建筑物破坏的热通量。表 3.3-2 为不同热辐射值对人体的伤害和周围设施的破坏情况。

表 3.3-2 不同热辐射值对人体的伤害及周围设施的破坏情况

热辐射通量 (KW/m ²)	人体伤害类别	周围设施破坏类别
37.5	在 1 分钟内 100%的人死亡，10 秒钟内 1%的人死亡	对周围设备造成损坏
25.0	1 分钟内 100%的人死亡，10 秒钟内严重烧伤	没有引火，无限制长期暴露点燃木材的最小能量
12.5	1 分钟内 10%的人死亡，10 秒钟内 1 度烧伤	木材被引燃，塑料管熔化的最小能量
4.0	超过 20 秒引起疼痛，但不会起水泡	
1.6	长期接触不会有不适感	

死亡半径：指人体死亡概率为 0.5，或者一群人中有 50%的人死亡时，人体（群）所在位置与火球中心之间的水平距离。

重伤半径：指人体出现二度烧伤的概率为 0.5，或者一群人中 50%的人出现二度烧伤时，人体（群）所在位置与火球中心之间的水平距离。

轻伤半径：指人体出现一度烧伤的概率为 0.5，或者一群人中 50%的人出现一度烧伤时，人体（群）所在位置与火球中心之间的水平距离。

根据彼德森 (Pietersen) 1990 年提出的预测热辐射影响的模型:

皮肤裸露时的死亡几率为:

$$P_r = -36.38 + 2.56 \ln(tq^{4/3})$$

有衣服保护 (20%皮肤裸露) 时的死亡几率为:

二度烧伤几率:

$$P_r = -43.14 + 3.0188 \ln(tq^{4/3})$$

一度烧伤几率:

$$P_r = -39.83 + 3.0186 \ln(tq^{4/3})$$

式中, q 为人体接收到的热通量 (W/m^2), t 为人体暴露于热辐射的时间 (s), P_r 为人员伤害几率。

同裸露人体的情况相比, 由于服装的防护作用, 人体实际接收的热辐射强度有所减少, 人体实际接收的热辐射强度 q_c (W/m^2) 为:

$$q_c = \beta q$$

式中, β 为有服装保护时人体的热接收率, 这里取 0.4。

(3) 毒物中毒

毒物对人员危害等级的确定采用概率函数法。通过人们在一定时间接触一定浓度所造成影响的概率来描述泄漏后果。通过概率函数方程可以计算给定伤害程度下不同接触时间的毒物浓度。概率值 Y 与接触毒物浓度及接触时间的关系如下:

$$Y = A + B \ln(c^n t)$$

式中, A 、 B 、 n 为取决于毒物性质的常数; c 为接触毒物的浓度 (ppm); t 为接触毒物的时间 (min)。

出于保守考虑,毒物的接触时间选取 30min,分别计算人员死亡概率 50%、10%、1%的范围。

3.4 事故影响范围

根据《临沭经济开发区整体性安全风险评价报告》中对金沂蒙集团有限公司存在主要危险源可能发生的事故影响后果影响范围列举。通过计算机模拟计算,出现池火、中毒扩散影响范围见表 3.4-3。

位置	泄漏模式	灾害模式	死亡半径 (m)	重伤半径 (m)	轻伤半径 (m)	多米诺半径 (m)
合成储罐	容器整体破裂	池火	12	15	20	/
	阀门中孔泄漏	池火	10	13	18	/
	容器中孔泄漏	池火	10	13	18	/
	阀门大孔泄漏	池火	12	15	20	/
	管道完全破裂	池火	12	15	20	/
乙醛储罐	容器整体破裂	池火	15	18	25	/
	管道完全破裂	池火	15	18	25	/
	容器中孔泄漏	池火	12	14	20	/
	阀门中孔泄漏	池火	12	14	20	/
	阀门小孔泄漏	池火	1	/	4	/
	管道小孔泄漏	池火	1	/	4	/
	阀门大孔泄漏	池火	15	18	25	/

4 事故风险评价

4.1 评价方法

针对园区实际情况,选用以安全检查表法为主的评估方法。安全检查表法,该方法可以系统地对每一个生产系统的安全生产状况进行科学分析,从中找出各种不安全因素,采取相应对策,改善系统的安全性能。用公式表示:

风险 (R) =可能性 (L) ×后果严重性 (S)

表 1: 危害发生可能性 L 判定

等级	标准
5	在现场没有采取防范、监测、保护、控制措施，或危害的发生不能被发现（没有监测系统），或在正常情况下经常发生此类事故或事件。
4	危害的发生不容易被发现，现场没有检测系统，也未发生过任何监测，或在现场有控制措施，但未有效执行或控制措施不当，或危害常发生或在预期情况下发生。
3	没有保护措施（如没有保护装置、没有个人防护用品等），或未严格按照操作程序执行，或危害的发生容易被发现（现场有监测系统），或曾经作过监测，或过去曾经发生类似事故或事件，或在异常情况下类似事故或事件。
2	危害一旦发生能及时发现，并定期进行监测，或现场有防范控制措施，并能有效执行，或过去偶尔发生事故或事件
1	有充分、有效的防范、控制、监测、保护措施，或员工安全卫生意识相当高，严格执行操作规程。极不可能发生事故或事件。

表 2 风险后果严重性 S 判定标准

等级	符合法律及规定的程度	人员受损程度	财产损失 (万元)	停工情况	企业形象影响程度
5	违反法律法规和行业标准	死亡	大于 50	大于 2 套的设备停工	重大
4	潜在违反法律法规和行业标准	丧失劳动能力	大于 25	2 套设备停工	行业内、省内影响
3	不符合企业规定或行业标准	截肢、骨折、听力丧失	大于 10	1 套设备停工	地区影响
2	不符合企业规定	轻微受伤	小于 10	几乎不停工	企业及周边范围
1	完全符合	无损伤	0	无停工	无影响

表 3 风险等级评定标准及控制措施

风险度 R	等级	应采取的措施	实施期限
20—25	巨大	在采取措施降低危害前不能继续作业	立刻
15—20	重大	采取紧急措施降低风险，建立控制程序、定期检查	立即或近期整改
9—14	中等	可考虑制定目标及操作规程、加强培训	2年内治理
4—8	可接受	可考虑制定作业指导书、但需加强检查	有条件时治理
0—3	可忽略	无需采取控制措施，但需要保存记录	无

4.2 事故风险分析及对策

分析存在的主要危险有害因素和事故后果，并提出了预防性的对策措施。事故原因、后果及对策措施见下表。

序号	事故类型	事故发生的原因	事故危害后果	控制措施	事故风险等级
1	火灾爆炸事故	危险化学品泄漏，易燃气体泄漏、易燃液体泄漏	火灾爆炸人员伤亡。	采取新工艺，采取先进技术管理	中等
2	有限空间作业事故	有限空间作业过程中不按规定操作有可能发生急性中毒和窒息事故。	火灾、爆炸、其他伤害人员伤亡。	严格执行有限空间作业管理规定。	中等
3	中毒窒息事故	有毒物质泄漏，导致中毒事故发生	中毒、窒息；人员伤亡。	作业人员佩戴劳动防护用品。	中等
4	重大危险源事故	构成重大危险源的生产装置区发生异常事件，造成	设备损坏；人员伤亡。	道路按设计布置施工；设置道路运输警示牌；运输司机持证上岗；落实车辆检修制度。	可接受
5	高处坠落伤害	高处作业未佩戴安全绳；高处作业人员未按规定操作。	人员伤亡	高处作业严格按操作规程施工；作业人员佩戴安全绳。	可接受
6	机械伤害	机械的旋转部位未安装防护装置；转	设备损坏；人员伤亡。	机械的旋转部位安装防护装	可接受

		动设备在运转过程中发生伤人等。		置；装载机工作时要有专人指挥。	
7	自然灾害事故	若发生洪涝、暴风、地震、暴雪、雷击等自然灾害有可能突发事故发生	容易引起火灾、坍塌	定期组织应急演练	中等
8	铁水泄漏	铁水泄漏，易发生火灾、爆炸、烫伤等	火灾爆炸人员伤亡。	采取新工艺，采取先进技术管理	中等
9	危险化学品泄漏事故	存有危险化学品的场所长期服役、操作不当、工艺流程变更等原因，导致物料泄漏	中毒、窒息、火灾、灼烫	定期培训，建立危险化学品管理制度、安全操作规程	中等

5 评估结论

通过分析，园区发生的主要事故类别有火灾爆炸、有限空间事故、中毒窒息事故、重大危险源事故、自然灾害事故、机械伤害事故、高处坠落事故、危险化学品泄漏事故。

临沭县经济开发区管委会，经风险辨识决定对主要事故类别有火灾爆炸、中毒窒息事故、重大危险源事故、液氨泄漏事故、铁水泄漏事故、有限空间作业事故、自然灾害事故、特种设备害事故、电气设备事故编制专项应急预案。