

与个体防护	前苏联 MAC (mg/m ³)	0.5
	TLVTN	OSHA 2mg/m ³
	TLVWN	ACCIH 2mg/m ³
	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	在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	工作现场禁止吸烟、进食和饮水，饭前要洗手。工作完毕，沐浴更衣。注意个人清洁卫生。
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
	聚合危害	不聚合
	避免接触的条件	潮湿空气
	分解产物	
毒理学资料	急性毒性	LC50：无资料 LD50：无资料
	刺激性	家兔经眼：1%重度刺激。家兔经皮：50mg/24 小时，重度刺激。
废弃处置	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。
运输信息	包装类别	052
	包装方法	固体可装入 0.5mm 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。

表 2-17 液氨的主要危害特性及防护措施

物质名称	氨 氨气(液氨)		英文名称:	ammonia
理化特性				
危险化学品编号	23003	UN 编号: 1005	CAS.No.: 7664-41-7	
分子式	NH3	分子量	17.03	
熔点 (℃)	-77.7	沸点 (℃)	-33.5	

相对密度（水=1）	0.82(-79℃)	相对蒸汽密度（空气=1）	0.6
饱和蒸汽压（kPa）	506.62(4.7℃)	燃烧热(kJ/mol)	无资料
临界压力(MPa)	11.40	临界温度(℃)	132.5
闪点(℃)	无意义	引燃温度(℃)	651
爆炸上限%(V/V)	27.4	爆炸下限%(V/V)	15.7
溶解性	易溶于水、乙醇、乙醚。		
主要用途	用作致冷剂及制取铵盐和氮肥。		
外观与性状	无色、有刺激性恶臭的气体。		
危险性 & 消防措施			
燃爆危险	本品易燃，有毒，具刺激性。		
危险特性	[危险特性]		
有害分解产物	氧化氮、氨。		
健康危害	低浓度氨对粘膜有刺激作用，高浓度可造成组织溶解坏死。急性中毒：轻度者出现流泪、咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咯痰等；眼结膜、鼻粘膜、咽部充血、水肿；胸部 X 线征象符合支气管炎或支气管周围炎。中度中毒上述症状加剧，出现呼吸困难、紫绀；胸部 X 线征象符合肺炎或间质性肺炎。严重者可发生中毒性肺水肿，或有呼吸窘迫综合征，患者剧烈咳嗽、咯大量粉红色泡沫痰、呼吸窘迫、谵妄、昏迷、休克等。可发生喉头水肿或支气管粘膜坏死脱落窒息。高浓度氨可引起反射性呼吸停止。液氨或高浓度氨可致眼灼伤；液氨可致皮肤灼伤。		
灭火方法	消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。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、抗溶性泡沫、二氧化碳、砂土。		
应急处理及急救措施			
禁配物	卤素、酰基氯、酸类、氯仿、强氧化剂。		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。高浓度泄漏区，喷含盐酸的雾状水中和、稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至水洗塔或与塔相连的通风橱内。储罐区最好设稀酸喷洒设施。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。		
皮肤接触	立即脱去污染的衣着，应用 2%硼酸液或大量清水彻底冲洗。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			
健康危害数据			
急性毒性	[急性毒性]		
职业接触限值	按按 GBZ2.1-2007 进行确定。		
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。		

呼吸防护系统	空气中浓度超标时，建议佩戴过滤式防毒面具（半面罩）紧急事态抢救或撤离时，必须佩戴空气呼吸器。
眼睛防护	戴化学安全防护眼镜。
身体防护	穿防静电工作服。
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。保持良好的卫生习惯。

表 2-18 一氧化碳的主要危害特性及防护措施

物质名称：一氧化碳			
英文名称：carbon monoxide			
理化特性			
危险化学品编号	21005	UN 编号：1016	CAS.No.: 630-08-0
分子式	CO	分子量	28.01
熔点（℃）	-199.1	沸点（℃）	-191.4
相对密度（水=1）	0.79	相对蒸汽密度（空气=1）	0.97
饱和蒸汽压（kPa）	无资料	燃烧热（kJ/mol）	无资料
临界压力（MPa）	3.50	临界温度（℃）	-140.2
闪点（℃）	<-50	引燃温度（℃）	610
爆炸上限%（V/V）	74.2	爆炸下限%（V/V）	12.5
溶解性	微溶于水，溶于乙醇、苯等多数有机溶剂。		
主要用途	主要用于化学合成，如合成甲醇、光气等，及用作精炼金属的还原剂。		
外观与性状	无色无臭气体。		
危险性 & 消防措施			
燃爆危险	本品易燃。		
危险特性	[危险特性]		
有害分解产物	二氧化碳。		
健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、头晕、耳鸣、心悸、恶心、呕吐、无力，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 10%；中度中毒者除上述症状外，还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 30%；重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、肺水肿、严重心肌损害等，血液碳氧血红蛋白可高于 50%。部分患者昏迷苏醒后，约经 2~60 天的症状缓解期后，又可能出现迟发性脑病，以意识精神障碍、锥体系或锥体外系损害为主。		
灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。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、二氧化碳、干粉。		
应急处理及急救措施			
禁配物	强氧化剂、碱类。		
泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工		

	作服。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，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以用管路导至炉中、凹地焚之。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
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。
健康危害数据	
急性毒性	[急性毒性]
职业接触限值	按 GBZ2.1-2007 进行确定。
工程控制	严加密闭，提供充分的局部排风和全面通风。生产生活用气必须分路。
呼吸防护系统	空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器、一氧化碳过滤式自救器。
眼睛防护	一般不需特殊防护。
身体防护	穿防静电工作服。
手防护	戴一般作业防护手套。
其他防护	工作现场严禁吸烟。实行就业前和定期的体检。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。
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。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、碱类接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。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。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂、碱类、食用化学品分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。	
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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、碱类、食用化学品等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。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。	
法规信息	
危险化学品安全管理条例（国务院第 344 号令）《劳动防护用品监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局 05 年第 1 号令）《职业健康监护管理办法》（卫生部第 23 号令）《危险化学品目录》（国家安全生产监督管理局公告，2003 年第 1 号）《化学品分类和危险性公示通则》（GB 13690-2009）等法规，针对危险化学品的安全使用、生产、储存、运输、装卸等方面均作了相应规定。	

2.4 厂区项目生产工艺

2.4.1 港城集中供热项目工艺流程

①输送系统

运煤汽车进厂后，先经电子汽车衡计量后进入煤场卸车，煤场堆煤及倒运采用铲车。铲车运煤至地下煤斗，由给煤机、刮板机将煤送往皮带机，由滚轴筛、

破碎机处理后到原煤仓。胶带输送机通廊为全封闭式结构。输煤系统运行过程的控制，采用控制室集中控制。

②燃煤系统

原煤仓通过给煤机将原煤送至磨煤机磨制，磨好的煤粉通过空气预热器来的热风，将煤粉送至粗细分离器，粗细分离器将合格的煤粉（不合格的煤粉返回磨煤机）送至粉仓，给粉机将煤粉送入炉膛喷燃器进行燃烧。

③热力系统

主蒸汽系统的功能是将锅炉生产的新蒸汽自过热器出口送至汽轮机和减温减压器，降至外供汽参数后经管网外供至各用汽用户。

④除灰渣系统

煤粉锅炉下安装风冷干式除渣机，将锅炉排渣冷却至 150℃ 以下，冷却后的底渣经碎渣机破碎后由封闭链斗机送至渣库，渣库的底部设有卸渣口并配有干湿两路输出设备，用汽车将渣运到综合利用用户。

除灰系统采用正压浓相气力输送系统，在除尘器的每个灰斗下各安装 1 台浓相气力输送仓泵作为主要输送设备，将灰斗中的干灰输送至灰库暂存，通过罐车运到综合利用用户。

2.4.2 东营港经济开发区集中供热二期项目工艺流程

①输煤系统

燃煤通过汽车运输进厂后进入煤场卸车，煤场堆煤及倒运采用铲车。铲车运煤至地下煤斗，通过给煤机、刮板机和皮带机输送，经碎煤楼滚轴筛、破碎机处理后送入原煤仓。皮带输送机通廊为全封闭式结构。输煤系统运行过程的控制，采用控制室集中控制。

②燃煤系统

原煤仓通过给煤机将原煤送至磨煤机磨制，磨好的煤粉通过空气预热器来的热风，将煤粉送至粗细分离器，粗细分离器将合格的煤粉（不合格的煤粉返回磨煤机）送至粉仓，给粉机将煤粉送入炉膛喷燃器进行燃烧。

③热力系统

锅炉产生的蒸汽送入主蒸汽管道，再由主蒸汽管道送入汽轮机和减温减压器，降温降压后的蒸汽进入外供蒸汽管网，不考虑凝结水回收。

④除灰渣系统

煤粉锅炉下安装风冷干式除渣机，将锅炉排渣冷却至 150℃ 以下，冷却后的底渣经碎渣机破碎后由封闭链斗机送至渣库，渣库的底部设有卸渣口并配有干湿两路输出设备，用汽车将渣运到综合利用用户。

除灰系统采用正压浓相气力输送系统，在除尘器的每个灰斗下各安装 1 台浓相气力输送仓泵作为主要输送设备，将灰斗中的干灰输送至灰库暂存，通过罐车运到综合利用用户。

2.4.3 1×B30MW 背压机组项目工艺流程

锅炉产生的过热蒸汽在汽轮机内做功推动汽轮机旋转，汽轮机带动发电机发电，发电机发出的三相交流电通过发电机端部的引线经变压器升压后引出送到电网。

本项目机组运行方式及产污环节如下图：



图 2-1 1×B30MW 背压机组项目工艺流程图

2.4.4 1×410t/h 锅炉热能利用项目工艺流程

项目建设内容为 1×20MW 背压机组，锅炉产生的过热蒸汽在汽轮机内做功推动汽轮机旋转，汽轮机带动发电机发电，发电机发出的三相交流电通过发电机端部的引线经变压器升压后引出送到电网。机组运行方式及产污环节如下图：

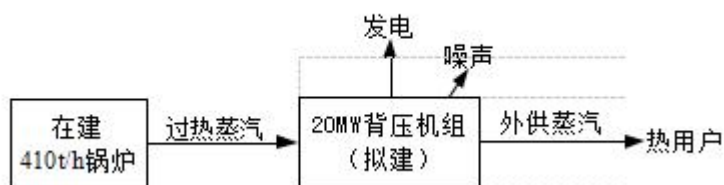


图 2-2 1×410t/h 锅炉热能利用项目工艺流程图

2.4.5 东营港综合保税区冷热联供项目工艺流程

本项目运营期夏季供冷、冬季供暖。夏季供冷运行方式为：上下游冷水机组冷凝器侧串联运行，上游冷水机组冷凝器侧锅炉化水车间来水 25℃ 进水，35℃ 出水；下游冷水机组 35℃ 进水，45℃ 出水，供锅炉补水利用。蒸发器侧并联，上下游冷水机组蒸发器侧进水温度为 12℃，出水温度为 7℃，供保税区公建设

施制冷利用。

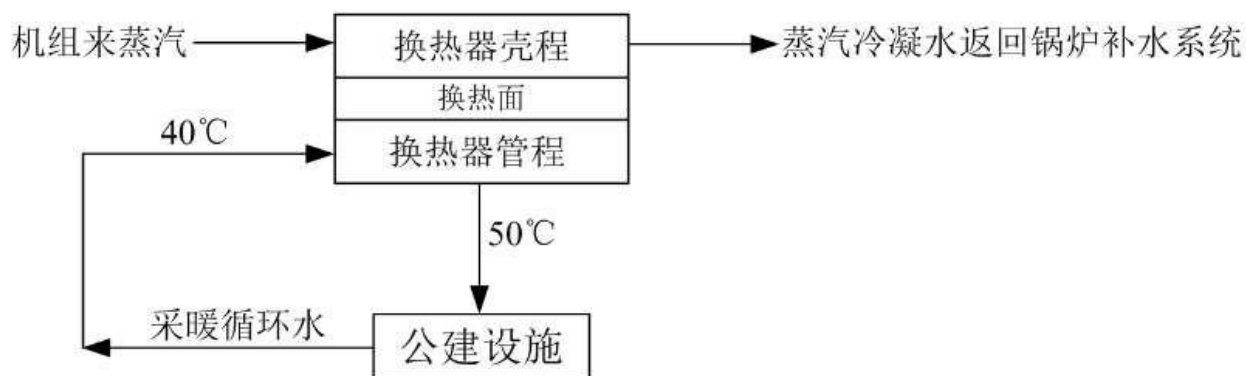


图2-3 夏季供冷工艺流程图

冬季供暖运行方式为：锅炉机组来低压蒸汽，经管壳式换热器换热后，对采暖循环水进行加热，使其温度由 40℃ 提高至 50℃，供保税区公建设施采暖利用，蒸汽冷凝水返回锅炉补水系统。

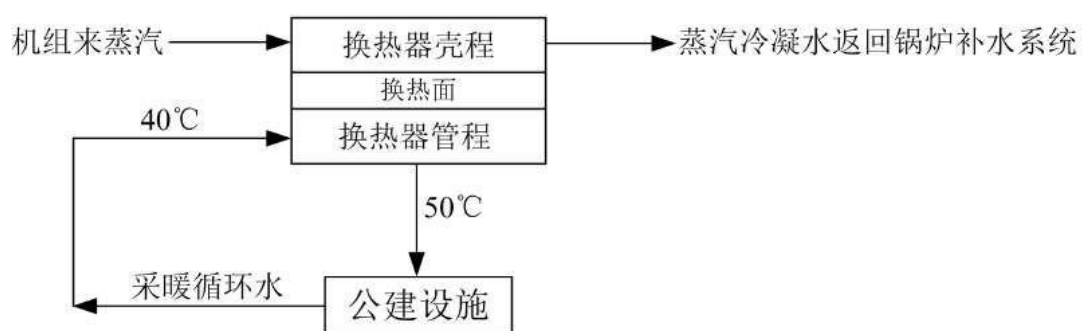


图2-4 冬季供暖工艺流程图

2.4.6 超低排放改造工程工艺流程（废气处理系统工艺流程）

本项目为锅炉烟气超低排放改造工程，全部在现有厂区内部进行，改造内容包括：

①除尘系统

本项目除尘系统全面更换过滤性能更好的滤袋，滤袋材质更换为 PPS+PTFE 浸渍+防水拒油材质，更换数量共 7920 个。同时由于更换新布袋导致的阻力的变化，重新对除尘器内气流流场分布进行校核和优化，改造后布袋除尘器除尘效率提高至 99.9%。再考虑氨法脱硫系统改造后采取的超声波除尘一体化技术附带除尘效率 75%，综合除尘效率达到 99.975%，确保烟尘排放浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

②脱硝改造

2×260t/h 煤粉锅炉脱硝改造：对锅炉进行低氮燃烧改造，使锅炉初始 NOX 浓度控制在 400mg/m³ 以内；在现有 SCR 脱硝装置 3 层催化剂层（2 运 1 备）基础上，将备用催化剂层装填催化剂，形成 3 层催化剂运行模式，新增催化剂层采用环保型催化剂，设计脱硝效率提升至 88%，确保 NOX 排放浓度 ≤50mg/m³。

1×410t/h 高温高压煤粉锅炉原设计锅炉采用低氮燃烧技术，初始 NOX 浓度控制在 400mg/m³ 以内；脱硝系统采用“2+1 催化剂层”（2 层催化剂层+1 层备用层），催化剂装填量为 84t/3a，采用环保无毒型催化剂。设计脱硝效率 80%。本次改造保留原设计的低氮燃烧技术，脱硝系统改为“3+1 催化剂层”（3 层催化剂层+1 层备用层），催化剂装填量为 126t/3a，采用环保无毒型催化剂，设计脱硝效率 88%。

脱硝系统改造后脱硝流程见下图所示。

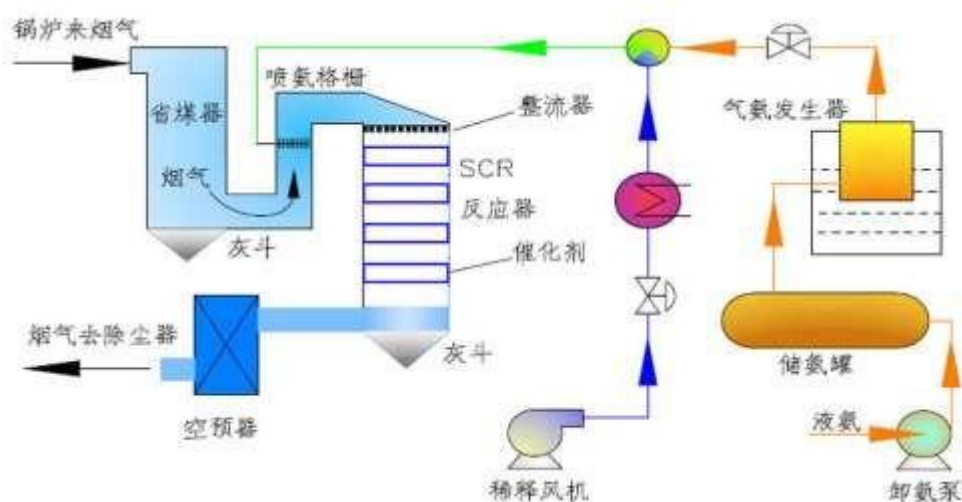


图 2-5 脱硝系统脱硝流程示意图

③脱硫改造 脱硫塔改造：

现有脱硫塔改造：现有脱硫塔采用氨法脱硫工艺，设计脱硫效率 96%。本次对现有脱硫塔进行改造，在现有喷淋层上方增设超声波装置，并将现有浆液循环泵更换为大容量循环泵，塔顶采用高效三级除雾，改造后设计脱硫效率 98.4%，附带除尘效率 75%，确保 SO₂ 排放浓度 ≤35mg/m³。

新建脱硫塔：本次改造针对 1×410t/h 高温高压煤粉锅炉新建 1 座氨法脱硫吸收塔，采用超声波脱硫除尘一体化工艺，塔顶采用三级除雾设计，设计脱硫效率 98.4%，附带除尘效率 75%，确保 SO₂ 排放浓度 ≤35mg/m³。

氨法脱硫超声波一体化脱硫除尘工艺是江苏新世纪江南环保股份有限公司研究开发的适用于氨法脱硫系统的超低排放技术，其原理是通过采用超声波形成微液滴，从而扩大与烟气分子的接触面积，通过充分接触，从而提高脱硫效率和除尘效率。目前该技术已在宁波万华热电有限公司 1×410t/h 锅炉、德州华鲁恒升热电厂 2×480t/h 锅炉、神华宁煤集团煤炭化学工业分公司甲醇厂 3×240t/h+220t/h 锅炉、辽阳国成热电有限公司 3×460t/h 锅炉等多家公司锅炉烟气超低排放改造得到应用。根据西安热工研究院有限公司对宁波万华热电有限公司 1×410t/h 锅炉超低排放改造烟气监测结果，SO₂ 排放浓度 15.73mg/m³，烟尘排放浓度 1.9mg/m³， 均能满足超低排放要求。

硫酸铵处理改造：

本次改造新增 1 套 6t/h 硫酸铵处理系统，包括新增 1 台 60m³/h 浆液旋流器、1 台 6t/h 干燥机。离心机和包装机现有能力较充分，依托现有不新增。

油灰分离装置：本次改造由于浆液循环量增大，设计新增 1 套油灰分离装置，处理点火油燃烧工况时，脱硫系统内的含油浆液，以去除脱硫浆液中的油类杂质，以免影响脱硫效率。脱硫系统改造后流程见下图所示。

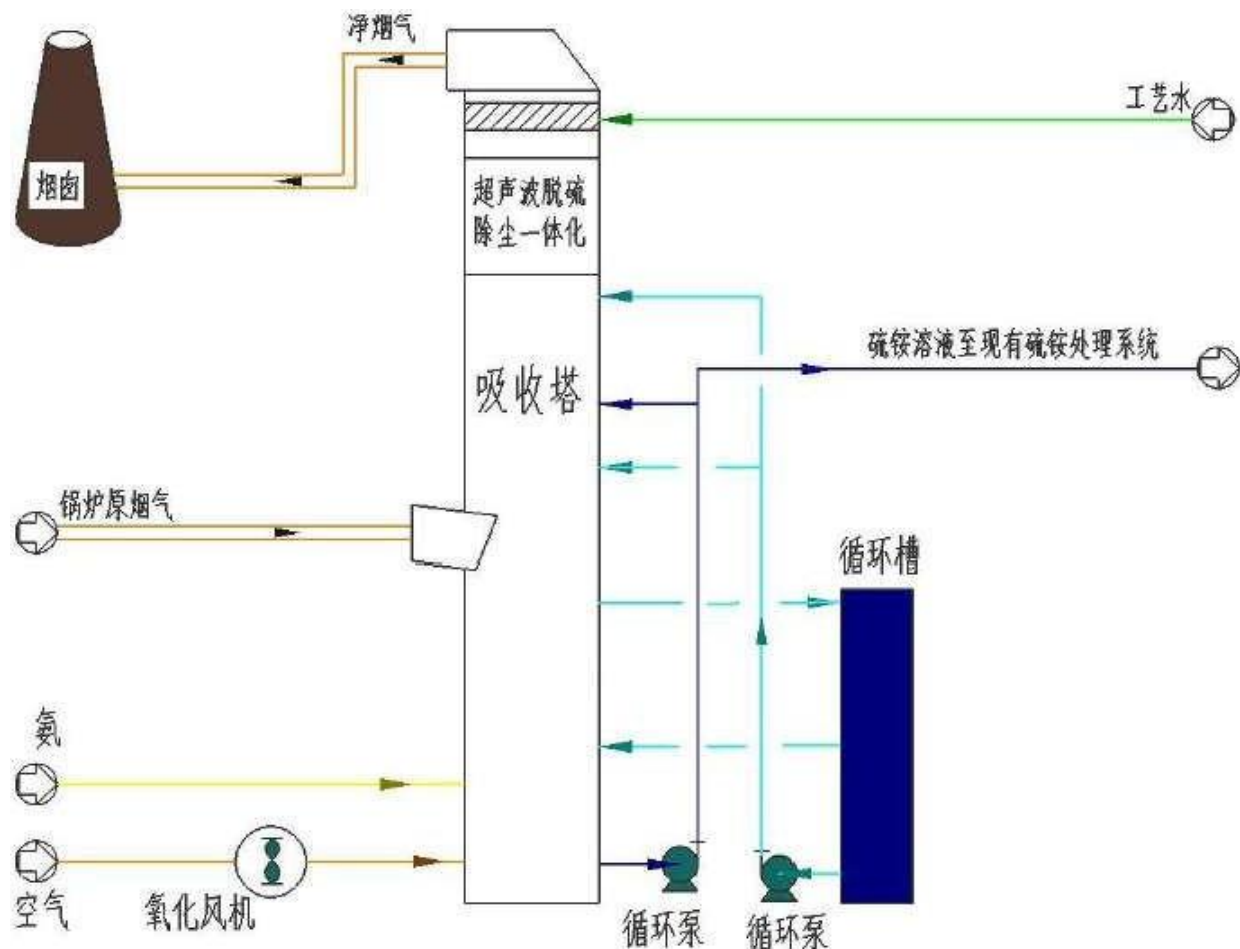


图 2-6 脱硫系统改造后脱硫流程示意图

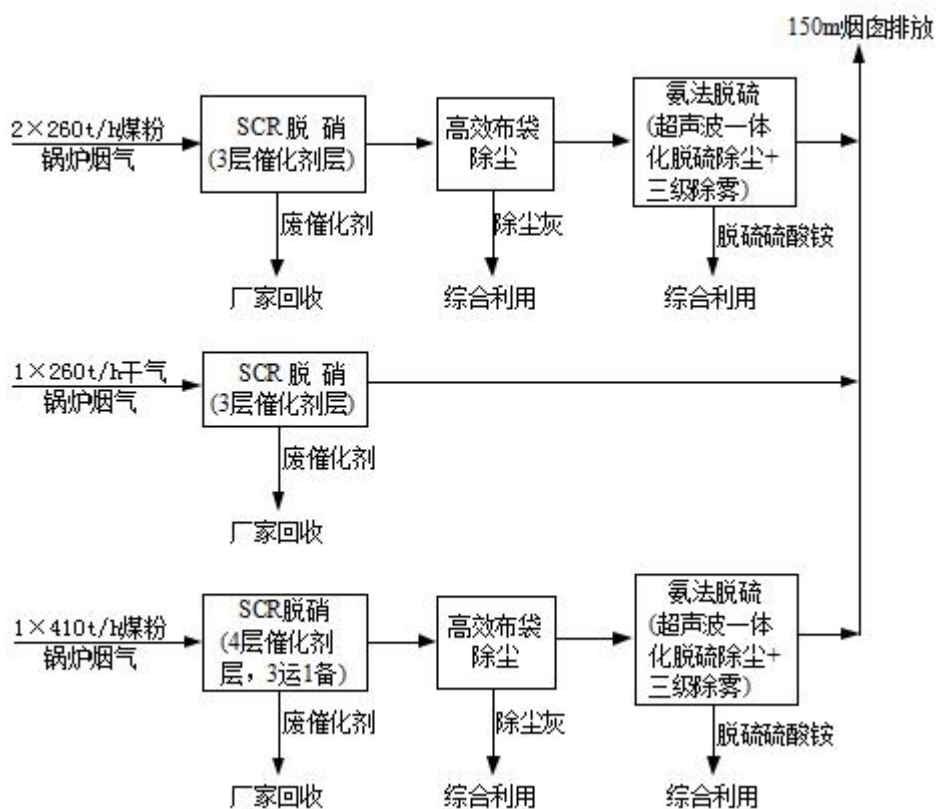


表 2-7 烟气超低排放治理总体工艺流程(烟气走向)图

2.4.7 集中供热扩建项目工艺流程

①燃煤由汽车运至厂内煤场，经输煤系统送至中速磨煤机磨制成煤粉送往锅炉燃烧，化学能转变成热能；产生的高温高压蒸汽送往汽轮机做功，热能转变成机械能；汽轮机带动发电机将机械能转化为电能，电经 110kV 输电线路输出；做完功的蒸汽进入热力管网输送给热用户。锅炉燃烧产生的烟气进入其尾部烟道，先经省煤器、空气预热器、脱硝装置、布袋除尘器、超声波脱硫除尘一体化装置（氨法脱硫），最后经烟囱高空排放。

灰渣采用灰渣分除方式。除灰系统采用干除灰集中后由气力输送系统送至灰库，再由密封罐车外运综合利用；除渣采用机械除渣方式，采用干渣机经皮带转运送至锅炉房外的渣仓内，由汽车外运综合利用，以防二次扬尘。

②脱硫工艺流程

脱硫塔按逆流式喷淋吸收塔设计，采用 23% 的氨水（外购液氨配置而成）作为脱硫吸收剂。脱硫塔自上而下分为除雾净化段、吸收段、浓缩段、氧化段。烟气经锅炉引风机进入吸收塔的中部洗涤浓缩段，经洗涤后温度降为 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，再进入吸收塔上部吸收段。在吸收段，烟气与氨化吸收液充分接触反应，脱除掉绝大部分 SO_2 ，进入超声波除尘装置，完成对烟气中颗粒物的控制、洗涤、捕集功能，保证脱硫塔出口烟气达到排放要求，脱硫后净烟气由 150m 高烟囱排放。

吸收剂氨水经氨水泵送入吸收塔，吸收烟气中的 SO_2 形成亚硫酸铵。洗涤吸收获得产物主要是亚硫酸铵，从脱硫塔上部的洗涤吸收段下落到位于脱硫塔下部的氧化段。其中的亚硫酸铵被来自氧化空压机鼓入的空气氧化为硫酸铵，导致吸收液中硫酸铵浓度不断增加，直到超过其对应条件下的溶解度，结晶析出硫酸铵晶体。

氧化段产生的浓度为 10-20% 硫酸铵浆状溶液通过泵排出，进入旋流器，经物理增稠得到 80% 左右的浓缩浆液，从旋流器底部排出进入离心机分离得到含水量小于 5% 的硫酸铵。旋流器和离心机出来的母液返回脱硫塔继续利用。湿硫酸铵进入热风干燥床，通过蒸汽间接加热产生的热风与物料直接接触，烘干物料。蒸汽凝结水返回锅炉系统，热风干燥产生的含尘废气含水量较大，使用布袋除尘器容易出现滤袋表面结垢、堵塞的情况，难以确保除尘系统的长期稳定运行，因

此本项目设计方案确定了硫酸铵干燥废气经过一级旋风除尘（除尘效率 $\geq 85\%$ ）+一级水洗除尘（除尘效率 $\geq 90\%$ ），综合除尘效率 98.5%的除尘系统处理后，经 1 根 15m 高排气筒排放。经过干燥的硫酸铵产品包装后，即可外售。

补水经工艺水泵进入吸收塔用于补充吸收、浓缩过程中消耗部分，维持系统平衡，补水采用化水车间反渗透浓水等。

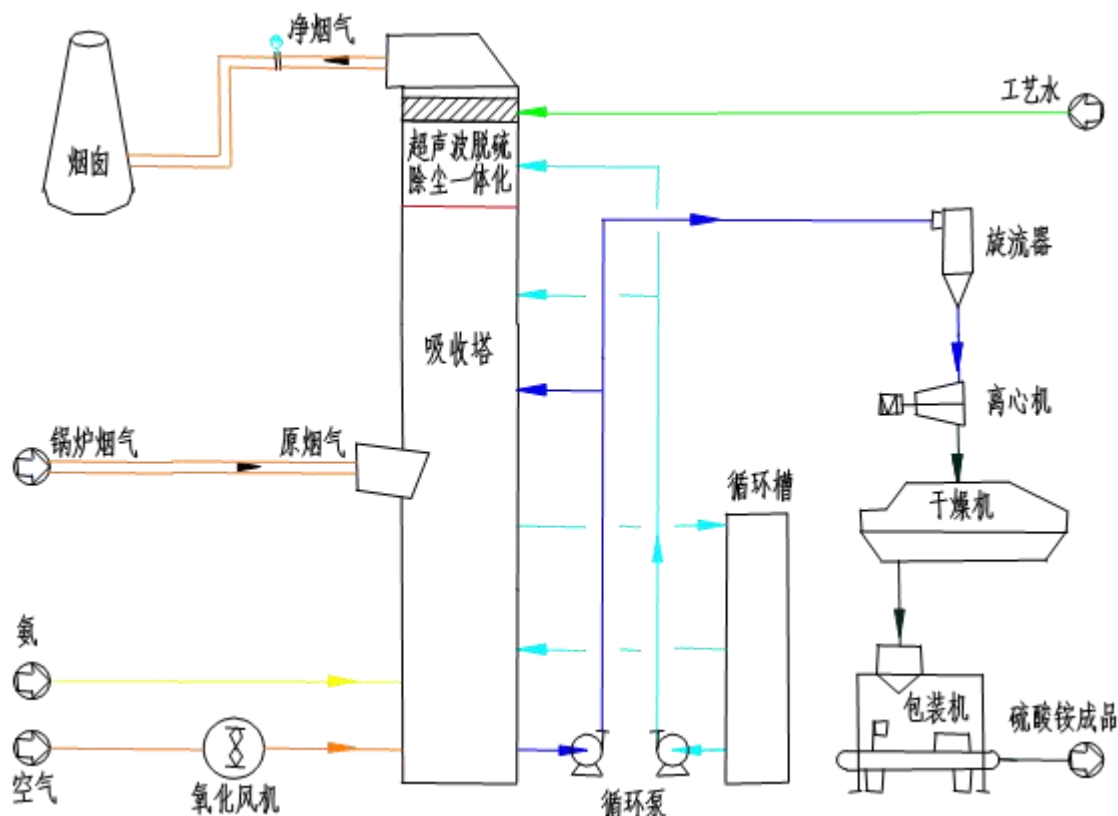


表 2-8 脱硫装置工艺流程图

③脱硝系统

烟气脱硝系统 SCR 工艺，每炉配一套反应器，脱硝烟气系统不设烟气旁路和省煤器旁路。

④除尘、出灰渣系统工艺同集中供热二期项目。

2.4.8 锅炉烟气 CO₂ 捕集及制氮项目工艺流程

本项目为锅炉烟气中二氧化碳捕集及制氮项目，本项目采取的原料为经脱硫脱硝除尘后的锅炉烟气，烟气流量为：55000Nm³/h。锅炉烟气在引风机的作用下，经过第一冷却器和第一分水罐，烟气中的部分水被分离出来（W1），排放量为 2035kg/h。排至港城热力有限公司现有脱硫塔系统内；冷凝后的烟气由引风机送至烟气离心压缩机。

烟气由烟气离心压缩机加压至 1.0MPa (G) 以后, 进入碳氮分离 PSA1 装置; 在吸附剂的选择吸附下, 98%的二氧化碳被吸附下来, 剩余 2%二氧化碳及未被吸附的氮气及氧气送入下工段制氮装置, 通过氮提纯装置(变压吸附精制)得到氮气产品。烟气中的 SO₂、烟尘及汞及化合物、氮氧化物的等组分被 PSA1 吸附剂吸附后, 烟尘及汞及化合物的吸附效率为 100%, 将 70%的二氧化硫、80%的氮氧化物逆放出来。从碳氮分离 PSA1 通过逆放排出的粗二氧化碳气(内含二氧化硫、氮氧化物)经过缓冲罐稳压后送入粗二氧化碳气压缩机加压至 0.3MPa 送入碳氮分离 PSA2 段, 在吸附剂的选择吸附下, 99%的二氧化碳被吸附下来, 30%的二氧化硫被吸附下来, 20%的进入废气, 50%的随二氧化碳进入下工段, 50%的氮氧化物被吸附下来, 30%的进入废气(G1), 20%的随二氧化碳进入脱硫床。未被吸附的废气(G1)从顶部排出送至港城热力有限公司现有脱硫塔。吸附结束后 PSA2 段塔底得到含量 98.02%左右的二氧化碳气送入下工段。

98.02%左右的二氧化碳气体在第二冷却器内用液氨冷却至 7℃, 同时冷凝出 203kg/h 的水(W2), 经过第二分水罐回用于现有项目脱硫塔。二氧化碳气体经过二氧化碳压缩机压缩至 2.6MPa (G) 后进入脱硫床, 脱硫床的主要成分为碳, 装填量为 1t, 根据《废气处理工程技术手册》, 碳吸附二氧化硫效率为 90%、氮氧化物吸附效率为 95%, 脱硫床设计为两个同样体积的床体 A 和 B, 两个床体轮流使用, 当在某个脱硫床取样口检测到硫化物含量大于 0.1mg/m³ 时, 说明已经达到脱硫催化剂的饱和硫容量, 此时切换到另一个脱硫床进行脱硫操作。吸附饱和的脱硫床用加热的二氧化碳残气进行反吹再生, 再生气(G2)排至港城热力有限公司现有脱硫塔。加热的二氧化碳残气用电加热器, 加热至 80℃。

二氧化碳气体经过脱硫后的气体进入干燥床中。干燥床设计为两个同样大小体积的床体, 两个床体轮流使用, 在压力的作用下水分等杂质被床内的干燥剂吸附, 气体从干燥床顶部排出, 进入后续系统中。当干燥床吸水接近饱和后, 通过阀门切换进入另一个干燥床中干燥。吸附饱和的干燥床用加热的二氧化碳残气进行反吹再生, 反向把吸附的水汽解析下来, 从干燥床底部引出的再生气(G3)排至港城热力有限公司现有脱硫塔。

干燥床与脱硫床可认为连续再生, 精馏塔产生塔顶气后用于两个床的再生。经过干燥的二氧化碳气体进入预冷器、进入液化器(液氨制冷)中液化, 液化后的二氧化碳进入精馏系统中提纯, 精馏塔顶排出的气体(G4)(主要成分

为氮气、氧气)作为脱硫床和干燥床的再生气,塔底排出液体二氧化碳产品进过冷器后通过泵送至球罐中储存。

本装置中使二氧化碳降温液化采用氨制冷系统,制冷系统设计为一台螺杆式氨压缩机,气态氨进入压缩机中压缩,被循环冷却水冷却后成为液氨,液氨分别送至装置内的第二冷却器,液化器,全凝器,过冷器作为冷媒。整个制冷系统的氨是一个密闭的循环系统,不参与反应,只是作为冷媒提供冷量。工艺流程见下图。

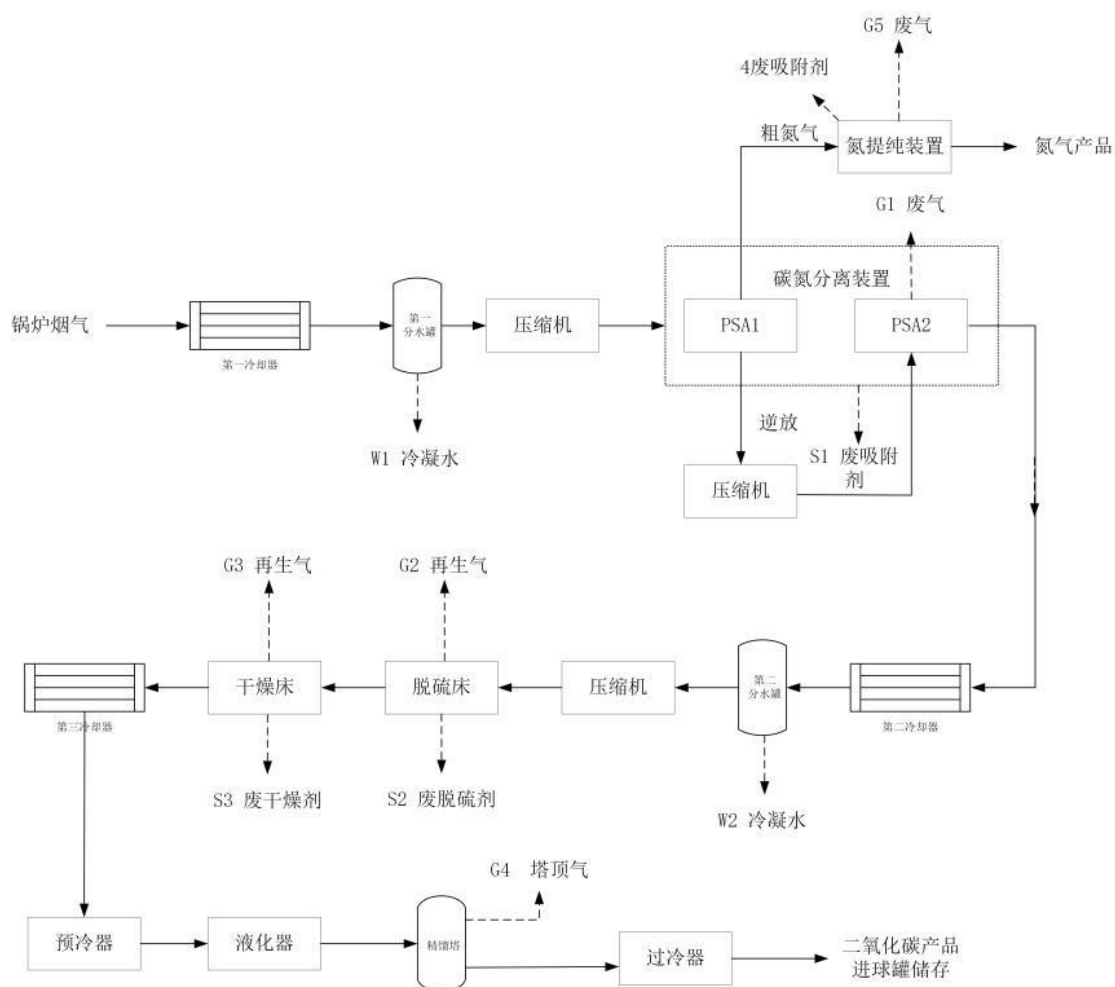


图 2-9 锅炉烟气 CO₂ 捕集及制氮项目工艺流程及产污环节

2.4.9 产污环节

该项目主要污染因素包括废气、废水、固废和噪声,通过对各产品工艺流程及公辅工程的分析,可得项目污染物产生节点见表 2-19。

表 2-19 项目全厂产污环节一览表

项目	产污环节	污染物	序号	污染物	排放方式
废气	锅炉烟囱	锅炉烟气	G ₁	SO ₂ 、NO _x 、烟尘、	高 150m、内径 5m

东营市港城热力有限公司项目突发环境事件风险评估报告

				氨、汞及其化合物	的烟囱排放
	硫酸铵干燥	粉尘	G ₂	PM ₁₀	水洗塔顶直排
	灰库下料及输灰系统	粉尘	G ₃	PM ₁₀	灰库顶除尘器出口排放
	煤场、输煤系统、转运站、碎煤楼、原煤仓等	粉尘	G ₄	TSP	无组织排放
	脱硫脱硝系统	氨	G ₅	氨	无组织排放
废水	硫酸铵干燥	水洗废水	W ₁	硫酸铵	回用脱硫系统
	油罐、油泵	含油废水	W ₂	石油类	回用煤场喷淋
	锅炉	锅炉排水	W ₃	盐类	回用循环冷却系统补充
	化水车间	酸碱废水	W ₄	pH、盐类	部分回用，富余部分排开发区污水处理厂
	循环系统	循环系统排水	W ₅	盐类	
	职工生活	生活污水	W ₆	COD、氨氮	排开发区污水处理厂
固废	锅炉	炉渣	S ₁	灰渣	不排放
	除尘器	灰	S ₂		
	脱硫系统	硫酸铵	S ₄	硫酸铵	
	除尘器	废布袋	S ₃	废布袋	
	脱硝系统	废催化剂	S ₅	废催化剂	
	设备维护	废润滑油	S ₆	废润滑油	
	油水分离器	废矿物油	S ₇	废矿物油	
	变压器	废变压器油	S ₈	废变压器油	
	化水处理	废树脂	S ₉	废树脂	
	脱硫床、干燥床	废吸附剂	S ₁₀	废吸附剂	
	其他	废包装桶、非试剂瓶、碳氮分离装置产生的废吸附剂等	S ₁₁	废包装桶、非试剂瓶、碳氮分离装置产生的废吸附剂等	
	职工生活	生活垃圾	S ₁₂	生活垃圾	

表 2-20 新建集中供热项目产污环节一览表

项目	产污环节	污染物	序号	污染物组成	排放方式
废气	3×410t/h 锅炉（2 运 1 备）	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、氨、汞及其化合物	G ₁	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、氨、汞及其化合物	高 150m、出口内径 5m 烟囱排放
	煤场、干煤棚输煤系统	粉尘	—	颗粒物	无组织排放
	转运站、碎煤楼、原煤仓、灰库	粉尘	—	颗粒物	
	液氨罐区及脱硝装置区	氨	—	氨	
废水	锅炉	锅炉排水	W ₁	盐类	回用于循环冷却系统
	化水车间	酸碱废水	W ₂	pH、盐类	部分回用于脱硫、煤场及输煤
		浓水		盐类	

	循环冷却系统	浓盐水	W ₃	盐类	系统喷淋等，富余部分外排开发区污水处理厂
	输煤系统喷洒	含煤废水	W ₄	SS	回用煤场及输煤系统喷淋，循环利用
	输油机泵	含油废水	W ₅	石油类	回用煤场喷洒
	硫酸铵干燥	含尘废气洗涤废水	W ₆	pH、盐类	回用脱硫系统
	职工生活	生活污水	W ₈	COD、氨氮	外排开发区污水处理厂
固废	锅炉	炉渣	S ₁	灰渣	全部综合利用、妥善处置
	除尘器	灰	S ₂		
	脱硫系统	硫酸铵	S ₄	硫酸铵	
	除尘器	废布袋	S ₃	废布袋	
	脱硝系统	废催化剂	S ₅	废催化剂	
	设备维护	废润滑油	S ₆	废润滑油	
	变压器	废变压器油	S ₇	废变压器油	
	油水分离器废矿物油	废矿物油	S ₈	废矿物油	
	化水处理	废树脂	S ₉	废树脂	
	职工生活	生活垃圾	S ₁₀	生活垃圾	

2.5 安全生产管理

为了加强对危险源的安全管理，预防危险事故的发生，应采取如下措施：

(1) 配备安全卫生的兼职检查人员以监督、检查落实安全卫生措施的实施。建立完善的安全卫生制度，加强对全体职工的安全、卫生教育，提高全体职工的安全卫生意识。

(2) 该项目工厂人员的技术水平和素质要求较高，所以在建设初期，就应对人员进行培训。培训分专业技术知识培训和岗位技能适应性培训，目前，东营市港城热力有限公司项目还未投产，应制定好员工培训计划。

(3) 建立和完善各级安全生产责任制，并切实落到实处。各级领导和生产管理人员必须重视安全生产，积极推广科学安全管理方法，强化安全操作制度和劳动纪律。

(4) 对职工要加强职业培训和安全教育。培养职工要有高度的安全生产责任心，并且要熟悉相应的业务，有熟练的操作技能，具备有关物料、设备、设施、工艺参数变动及泄漏等的危险、危害知识，在紧急情况下能采取正确的应急方法。

(5) 加强对新职工和转岗职工的专业培训、安全教育和考核。新进人员必须经过专业培训和三级安全教育，并经考试合格后方可持证上岗。对转岗、复工

职工应参照新进职工的办法进行培训和考试。从事特种作业的人员必须经培训考试合格后持证上岗。

(6) 投产前应制定出尽可能完善的各项安全生产规章制度并贯彻执行。(如建立并严格执行现场动火制度, 现场动火前必须办理书面申请手续和批准手续; 如建立对设备定期保养等维修制度, 规定定期检修的周期、程序和批准手续, 规定定期安全检查和整改的制度等)。设备检修前, 应进行彻底置换, 需要进入容器内进行维修工作时, 应严格执行进入容器作业的各项安全管理规定, 严禁违章作业。

(7) 建立健全各工种安全操作规程并坚持执行。

(8) 应针对事故发生情况制定详细的事故应急救援预案, 并定期进行演练和检查救援设施器具的良好度。

(9) 从工程筹建起始就要建立安全技术档案, 包括各种技术图纸、安全操作规程、安全规章制度、设备运行档案、特种设备档案、电气设施检测数据、安全部件检测记录等, 为安全生产管理提供依据。

(10) 加强对电工及电气设备的管理, 并对职工进行各种电气事故案例的教育, 不乱拉临时线、防止各类电气事故的发生。应规定作业场所要严禁手机等个人电子设备的使用, 以避免自动控制系统、报警系统受到干扰而引发事故。

(11) 建立健全安全检查制度, 定期进行安全检查, 及时整改安全隐患, 防止事故发生。

公司安全、消防管理情况见表 2-21。

表 2-21 公司安全、消防管理情况一览表

编号	项目	意见文号	审查部门
1	建设工程消防设计备案	东公消设备字[2016]第 0059 号	东营市公安消防支队
2	建设工程竣工验收消防备案凭证	东公消竣备字[2016]第 0082 号	东营市公安消防支队
3	生产安全事故应急预案备案登记表	3705042017016	东营港经济开发区应急管理局

2.6 现有环境风险防控与应急措施

对照《化工(危险化学品)企业保障生产安全十条规定》(国家安全生产监督管理总局令第 64 号)、《有限空间安全作业五条规定》(国家安全生产监督管理总局令第 69 号)、《国家安全监管总局关于进一步加强危险化学品企业安

全生产标准化工作的通知》（安监总管三[2011]24 号）、《国家安全监管总局关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三[2013]88 号）、《国家安全监管总局关于进一步加强化学品罐区安全管理的通知》（安监总管三[2014]68 号）等安全管理的要求，公司现有环境风险防控与应急措施情况如下：

（1）公司已按要求单独设置罐区、生产装置、操作间等，各建（构）筑物间距基本满足安全防范要求。厂区道路的布置应满足《建筑设计防火规范》的要求，并做到人货分流，禁止运输车辆进入主要生产区；厂区设置了环形消防车通道；电缆、仪表线采用架空方式排布。厂界设置了围墙，厂内按“雨污分流”设计，并设置了截流阀。

（2）公司严格按《爆炸和火灾危险环境电力设置设计规范》进行危险区域划分及电气设备材料的选型。生产过程中选用密封良好的输送管道，工艺管线密封防腐防泄漏，设备配套的阀门、仪表接头等密闭，基本无跑、冒、滴、漏现象，设备严密不漏。

（3）罐区（酸碱罐区及油罐区）内严禁使用易产生火花的机械设备和工具。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。不同化学品分开存储，通风良好，设有防雷设施，设置消防器材。

（4）厂区内设有各类消火栓、灭火器，分别布置在车间、生产装置、储罐区内，储罐区、生产区均设有消防系统。厂区设有事故应急池，消防水依托供水管网，消防水源充足。厂区建有两座事故水池，可作为事故中和池及事故应急池使用。事故应急池为地下式，配有应急泵用于抽取雨水管网中的事故废水，并安装切断阀门，厂内配有两路电源，可在事故状态下，为应急泵供电。

（5）公司在车间安装着防爆电器、防雷防静电设施，储罐区各储罐均配备有液位计、安全阀；车间设有视频监控装置，DCS 报警和连锁控制系统、真空表、压力表等。

（6）火灾和爆炸事故的防范措施：

从平面布置上，本厂的储罐、生产车间等各功能区之间应按国家消防安全规定，设置足够的安全距离和道路，以便安全疏散和消防。各重点部位需设置灭火器，并且对其作定期检查。

表 2-22 企业现有风险防控措施

编号	环境风险单元	防控措施
1	生产装置区	选用 DCS 控制系统，对所有生产进行集中控制，所有过程数据送入 DCS，并设有越限报警和联锁保护系统，重要的联锁或紧急停车系统采用独立于 DCS 控制系统的安全仪表系统，确保在误操作或非正常工况下，对危险物料的安全控制。 仪表仪器的电源采用不间断电源（UPS）厂内低压供、配电系统采用 TN-S 系统接地型式。 锅炉工程主厂房设置消防栓系统及灭火器； 消防水管道工作压力 0.7MPa，室内消防水量为 15/s； 设置氨泄漏检测报警系统、喷淋系统、围堰等；
2	储运系统	油罐区设置干粉灭火器，推车式干粉灭火器； 各储罐安装液位计；盐酸储罐及氢氧化钠储罐下方设置中和池。
3	公用辅助工程	煤棚设置推车式灭火器，栈桥设置手提式干粉灭火器，碎煤楼设置手提式干粉灭火器；化水车间配置手提式干粉灭火器；变配电室配置手提式干粉灭火器；配电室、控制室及电缆夹层设有感烟探测器，信号引至仪表中心控制室火灾报警控制器。部分公用工程系统采用就地 PLC 等控制方案。大型转动机械考虑设置在线运行状态检测系统，以便对大型机组进行在线诊断、故障分析、设定最佳运行参数，保证大型机组在安全合理状态下长周期运行。
4	环保设施	建设单位建设事故水池 2 座，容积分别为 2462m³ 和 300m³，其中 300m³ 事故水池为液氨罐区专用。

表 2-23 企业现有风险防控措施

防范区域	防范措施
截流措施	项目装置区及储罐区进行了硬化防渗处理，储罐设置围堰，其中柴油储罐储存在地下槽中，均作了防渗处理，并设置导流设施，保证事故状态下泄漏物能够通过围堰收集后导排至事故水池；盐酸、氢氧化钠储罐区设置围堰，保证泄漏物料有效收集，且相关措施符合设计规范。事故水池、围堰内部均设置切换阀。
事故排水收集措施	设置了 2 个事故水池，容积分别为 2462m ³ 和 300m ³ ，容量均能够满足《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》（QSY1190-2013）文件的要求；事故水池设置在厂区南侧及液氨罐区南侧，事故排水能自流进入事故水池，可确保事故状态下顺利收集泄漏物和消防废水，日常保持足够的事故排水缓冲容量。
清净下水系统防控措施	厂区内清净下水采取清污分流，受污染的清净下水、初期雨水和消防水功能的清净下水排至事故水池临时储存，事故水池设有提成设施，可将受污染水送至东营港经济开发区污水处理厂处理；未受污染的清净下水排至雨排管网，雨排管网出口未设截止阀
雨排水系统防控措施	厂区内雨污分流，初期雨水通过初期雨水收集系统排至事故水池临时储存；厂内设提升设施，可以将受污染雨水送至东营港经济开发区污水处理厂处理。雨水系统外排口未设监视及关闭设施
生产废水处理系统防控措施	送至东营港经济开发区污水处理厂处理
毒性气体泄漏紧急处置装置	在装置区设有毒气体探测器；生产采用 DCS 控制系统，如果发生有毒气体泄漏立即紧急停车，并安排职工向上风向有序撤离。
毒性气体泄漏监控预警措施	装置区设可燃、有毒气体探测器，并装有摄像头能够对装置区进行视频监控。储罐区设有毒气体探测器
环评及批复的其他风险防控措施落实情况	厂区建设已落实环评及其批复要求。

(7) 环保处理设施的预防日常管理措施：

①废气处理设施

废气处理设施主要考虑锅炉燃煤烟气脱硝、除尘、脱硫系统出现故障，不能正常运行。烟气治理设施出现故障，脱硝、除尘、脱硫等处理效率均降低，烟气未经治理达标即排放进入大气，造成空气污染。为预防此类事故发生，除确保施工安装质量先进可靠外，还加强了管理，做好了设备的日常维护、保养工作，定期检查烟气治理系统的运行情况，同时严格按照操作规程运行。

应急处理方案：遇有环保设施突发故障失灵时，操作人员应立即停止工作，负责人应及时向生产部设备安全管理员报告，由其安排专业维修人员进行抢修。环保设施故障期间应停止作业；环保设施维修期间应执行《电气安全管理制度》

和相关设备管理制度等，电源开关和维修现场应设有“正在维修”、“不准合闸”的警示标识；环保设施修理完毕后，应由维修人员、车间负责人或司炉工、设备安全管理员一起进行验收试运行，确保维修后设施对废气的处理符合要求后，方可投入正常生产；设施维修过程中清理的粉尘及产生的废弃机油、油回丝、油手、废弃配件等必须按《固体废弃物分类清单》要求，分类放置到公司指定地点，以免造成再次污染。

②污水处理系统

公司产生的废水主要有水处理系统产生的废水、锅炉排污水、生活污水等，其中水处理系统废水、锅炉排污水、循环冷却水排污，主要污染因子为 SS、盐类等，生产废水经处理后部分回用于喷洒煤场、冲洗地面、脱硫剂的配置等，生活污水经化粪池处理后经市政污水管网排入东营港经济开发区污水处理厂处理。

若公司化水车间水处理系统出现故障，导致公司排水超标。若污水溢出或污水池管道破损、污水池坍塌导致废水泄漏，可能造成未经处理的废水经雨水管网直接排到外环境，对周边水环境造成影响。为预防此类事故发生，应选用质量合格的管线、容器，合理选用防腐材料，保证焊缝质量及连接密封性；定期检查跑、冒、滴、漏，保持容器完好无损；定期检查污水处理相应管线下地沟的畅通性，确保出现事故时能进入事故池；做好日常水质监测工作，当出水池水质出现异常或污水处理装置出现异常，立即检查，必要时停产。

③固废处置及固废堆场日常管理措施

固废处置情况：产生的一般固废为职工产生的生活垃圾，由环卫部门统一收集处理，一般工业固废为煤渣、煤灰、石膏等，均外售作建材；产生的危险废物为废催化剂，送有资质单位处置。公司内危废暂存场按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 修改单相关要求落实相应的污染防治措施。

危废日常管理措施：液态固废包装桶内留有较大空间，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间，并粘贴符合要求的标签；对破损的包装容器及时更换，防止危废泄漏散落；危废堆场内采取粘土铺底，再在上层铺设 10~15cm 的水泥进行硬化，并铺环氧树脂防渗，防渗层渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s；公司委派专职人员管理，作好危险废物情况的记录，记录上注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称；危险废物转移时，按有关规定签订危险废物转移单，并需得到有关环境行政主管

部门的批准。定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损及时采取措施清理更换；危废堆场为密闭房式结构，设置了警示标志牌。堆场内设置照明设施、并设有应急防护设施如应急水喷淋器、灭火器等。堆场内清理的泄漏物同样作为危废妥善处理。

固废堆场日常管理措施：固废收集后应及时送固废堆放场所，并做好台账；固废堆场应按照防风、防雨、防渗、防漏、防盗的要求设置；定期对堆场内固废进行处理，危险固废应委托有资质单位处理，一般固废按照环评文件规定进行合理处置，危险废物做好转移联单手续；定期检查固废堆场，及时发现物质的泄漏、挥发，堆场内应配备空容器和泄漏吸附、吸收物及时对泄漏物进行吸附、吸收和收集；危险固废在运输、装车、转移过程中应轻拿轻放；加强管理，固废堆场附近严禁烟火、易燃易爆的固体废物应做好防静电措施。

2.7 现有应急资源情况

2.7.1 内部应急资源

1、应急物资、应急装备

公司应急物资主要包括消防物资及设施、应急装备主要包括个人防护装备、应急监测能力、应急通信系统、电源（包括应急电源）、照明等。现有应急物资和应急装备设有专人保管，保证所有应急物资在有效期内，应急装备处于完好状态。公司成立以来，十分重视安全生产的管理，装置区、罐区及生活区内配备有各类防护用品等，工作人员均配备有各类劳保用品。公司已建立仓库储备应急物资及劳保用品。企业现有应急物资及装备见表 2-24。

表 2-24 企业现有应急物资及装备一览表

序号	设置位置	数量	位置	负责人
1	消防泵	2	综合泵房	孙磊
2	柴油消防泵	1	二期原水泵房	孙磊
2	消防栓	88	各装置区	孙磊
3	8kg 灭火器	149	各装置区	孙磊
4	35kg 推车式灭火器	18	各装置区	孙磊
5	消防水带	68	各装置区	孙磊
6	枪头	25	各装置区	孙磊
7	扳手	49	各装置区	孙磊
8	空气呼吸器	16	各车间	孙磊

9	酸碱防护服	7	各车间	孙磊
10	防护手套	35	各车间	孙磊
11	防护眼镜	10	各车间	孙磊
12	防护面罩	10	各车间	孙磊
13	对讲机	30	各车间	孙磊
14	便捷式报警器	2	各车间	孙磊
15	医药箱	4	各控制室	孙磊
16	防毒面具	10	各车间	孙磊
17	消防沙	14	柴油罐区	孙磊
18	防爆电话	4	各部门	孙磊

2.7.2、内部救援队伍

公司成立突发环境事件应急救援指挥部：

(1) 总指挥：组织指挥全公司的应急救援工作。刘向东，联系电话：

18554616999。

(2) 副总指挥：协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作，总指挥不在时行使总指挥职责。由张健担任，联系电话：18554638989。

①通讯联络组

组长：孙诚

成员：李圣媛、马丽、张树军

职责：负责向公司应急指挥部报告；及时与当地政府、环保、公安、消防、急救中心取得联系；负责事故现场的通信联络任务

②抢险救援组组长：郭锐

成员：杨传斌、刘成宝、李国磊、臧善文、索学鹏

职责：在指挥部的指挥下参加抢险救援；负责组织当班人员在事故发生时将发生区域内的人员、物资抢救到安全地点，防止事态扩大。

③后勤保障组组长：刘鹏

成员：路程、张强

职责：负责厂区应急救援物资保障工作。包括：中毒、受伤人员分类抢救和护送转院，准备抢救受伤、中毒人员的生活必需品供应；负责应急救援现场人员疏散、车辆准备、组织受伤人员的急救。

④消防灭火组组长：孙磊

成员：李滨、翟杰、赵强、李松、王艺蒙、张忠卿

职责：负责灭火、洗消和抢救伤员任务以及灭火战术和通报情况；协助抢险抢修组开展应急抢险工作。

⑤环境监测组组长：李新梅

组员：李通、王洪浩

职责：对事件周围的环境进行取样监测分析，根据分析结果提出环保应急救援方案、建议和技术支持，及时向指挥部报告，便于组织开展救援活动。

2.7.3 外部应急资源

（1）单位互助

公司与邻近的山东大明精细化工有限公司保持着良好的合作关系，当发生事故时，能够给予我司运输、人员、救治以及救援部分物资等方面的帮助。同时也能够依据救援需要，提供其他相应支持。

（2）请求政府协调应急救援力量

当事故扩大化需要外部力量救援时，东营港经济开发区人民政府可以发布支援命令、调动相关政府部门进行全力支持和救护，主要参与部门有：

① 公安部门

协助公司进行警戒，封锁相关要道，防止无关人员进入事故现场和污染区。

② 消防队

发生火灾事故时进行灭火的救护。装置事故的外部消防救援依托东营港经济开发区消防支大队。

③ 环保部门

提供事故时的实时监测和污染区的处理工作。

④ 电信部门

保障外部通讯系统的正常运转，能够及时准确发布事故的消息和发布有关命令。

⑤ 医疗单位

东营港经济开发区中心医院可以提供伤员、中毒救护的治疗服务和现场救护所需要的药品和人员。

3 突发环境事件及其后果情景分析

3.1 同类企业突发环境事件资料

油罐爆炸事故

①事故介绍

2000 年 7 月 2 日，山东省青州市潍坊弘润石油化工助剂总厂，在油罐区违章焊接作业，因未堵盲板，造成 2 个 500m³ 油罐爆炸起火，10 人死亡，部分操作室及管排、管架烧毁，直接经济损失 200 余万元。

②事故经过

2000 年 7 月 1 日，为解决柴油存放一段时间后，由棕黄色变为深灰色的质量问题，厂领导决定采用临淄某个体技术人员的脱色技术，在柴油罐间加活性剂罐、混合罐、管道泵，将 307 号罐、308 号罐的柴油，经管道泵注入混合罐，同来自活性剂罐的活性剂混合脱色后，注入 204 号罐储存外销。分管生产的副厂长直接安排生产设备部牵头，由机动车间维修班负责焊接安装。整个作业，采用先将混合罐、活性剂罐、管道泵定位后，再对接同柴油罐相连接的阀门、法兰、管道，现场进行焊接的方法。7 月 2 日上午，已将混合罐、活性剂罐、管道泵定位，并同 308 号罐对连焊接完毕，下午继续进行与 204 号罐的对接。18 时 45 分，在焊接与 204 号罐相接的管道时，发生爆炸，204 号罐罐体炸飞，南移 3.5m 落下，罐内柴油飞溅着火，同时将该罐同 307 号罐之间的管道从 307 号罐根部阀前撕断，307 号罐中 400 余吨柴油从管口喷出着火。现场施工的 10 人，突然被柴油烈火掩盖，瞬间即被烧死。307 号罐在 204 号罐爆炸起火后 45 分钟，再次发生爆炸，罐底焊缝撕开 12m 左右，罐内剩余柴油急速涌出，着火的柴油顺混凝土地面流至附近的操作室，操作室被烧毁；流至装置管排底部，管排管架被烧塌；流至厂区大门以外，将部分大树烧死。事故发生后，地市县及厂消防队及时赶到扑救，大火于 20 时 45 分被扑灭，没有造成罐区其他汽油、柴油罐的爆炸，避免了更大的损失。

③原因分析

直接原因

事故是在焊接与 204 号罐底部闸板阀对接的管道时发生的。204 号罐以前装过柴油，但已长时间没有使用，只是偶尔当作生产中吹扫管道时的储气罐使用。

在罐内约有 15m³ 放不出来的柴油，阀门以上无油，有充分的挥发空间，挥发后的柴油与罐内的空气混合，形成爆炸性混合气体。7 月 2 日 16 时 45 分，维修班在电焊焊接时，204 号罐内的爆炸性混合气体泄漏进正在焊接的管道内，电焊明火引起管道内气体的爆炸，并且通过板阀阀瓣底部的缝隙，引起 204 号罐内混合气体的爆炸。

间接原因

违章作业。该厂是一家小石油化工厂，无原油常减压蒸馏工段，只有催化裂化润滑油工序，生产汽油、柴油、润滑油、液化气等产品，经济效益较好，年利税过亿元。但是，该厂缺乏安全技术管理人才，虽然参照其他石油化工厂的经验，制定了不少规章制度，但是制度执行不严，违章指挥、违章作业现象时有发生。如该次施工作业，按制度规定，成品油罐区为一类禁火区，要动火，必须经安全生产厂长、总工程师批准，安全处室专职安全人员、施工人员签字、办理一级动火证，制定严密的防范措施，有消防、安全、专职人员现场监督，确保不出事故方能动火作业。但该厂生产副厂长直接安排生产设备部和机动车间维修班施工，没有办理一级动火证，也没有通知总工程师、安保部、消防队审查施工方案及进行监督检查，失去了制止违章作业及采取防范措施防止事故发生的机会。另外，制度规定，动火作业必须同生产系统有效隔绝，而且专门制定了抽堵盲板的制度，但施工人员虽然制作了盲板，并且带到了现场，但没有使用，仅以关闭阀门代替插入盲板同油罐隔绝。阀门关闭以后虽然不漏油，但是在使用过程中，由于关闭不严，留有一定间隙，特别是在有一定压力或温度差别时，阀门可能会漏气。因此上午焊接 308 号罐时，因 308 号罐盛满柴油，没有发生事故，而在下午焊 204 号罐的管道时，因阀门间隙漏气引起油罐内混合气体的爆炸着火。

对柴油性质认识不足。柴油虽然不是易挥发的一级易燃易爆品，但是，柴油是混合物，其中所含的介于汽油、柴油之间的轻沸点馏分，在夏季高温情况下，挥发积聚于油罐相对密封的上部空间，形成了爆炸性混合气体，遇明火就会造成爆炸。

307 罐、204 号罐原设计为消防用清水罐，位于成品罐区西防火堤外侧，当改为柴油储罐后，周围没有再加防火堤，也没有设立明显的禁火标志，这也是造成施工人员未办理上级动火证违章施工的原因之一。

专职安全管理人员安全技术素质低。厂安全保卫部负责安全生产的副部长在

巡回检查中，已发现了施工人员在二类禁火区动火作业，但他没有按规章制度制止他们的违章作业，只是在施工人员从车间办的二级动火证上签上自己的名字，代替厂一级动火证，使他们的违章作业合法化，但又没有按一级动火证要求提出防止事故的措施，导致了事故的发生。

④事故教训与防范措施

这次重大伤亡事故再次告诫我们，企业的各级领导及职工，一定要严格遵守安全规章制度，严禁违章作业，同时，要开展全员安全生产规章制度教育与安全生产技术知识教育，提高全体人员遵章守纪的自觉性，增强安全意识，提高安全技术水平与自我防护能力。在安全生产管理上，要选用有生产管理实践经验及安全技术管理经验，专业知识丰富，技术素质较高的人员，以适应工作的需要，关键时刻起到管理把关作用，防止事故的发生。

压力容器爆炸事故案例

2003年2月5日凌晨1时55分，山西某化工厂三车间I系列冷凝水闪蒸器Nt112（以下简称Nt112）发生爆炸事故，楼上当班职工柴某因操作室坍塌坠落至零米平面死亡。

①爆炸设备及相关工艺

爆炸设备(Nt112)性能参数:Nt112是I类压力容器。该设备设计压力0.6MPa，设计温度165℃，规格为Φ2500×6916×δ12，容积30m³，介质为蒸汽和冷凝水，主体材料为A48CPR进口钢（相当于国产16MnR钢），设备本体有一块压力表，出汽管上有两个安全阀，当设备处于备用状态时与安全阀不相通，因备用时F1阀门关闭。设备相关工艺过程：Nt112前与高压冷凝水罐NP112、NP113、NP114、NP122、NP123连接（NP为高压冷凝水罐的简称，其后数字为不同高压冷凝水罐的编号，其内压力均为5.6MPa，温度260℃~270℃），后与预脱硅系统相通。即压力为5.6MPa的水经节流孔板进入冷凝水闪蒸器，减压降温后，一部分水变为蒸汽，通过冷凝水闪蒸器进入出汽管送预脱硅，管道压力0.6MPa；一部分水仍呈液态通过冷凝水出口至出水管进入热水槽，出水管上有排水管（阀）至地沟（点划线所示）。此设备已于2002年11月12日停止使用，即排水阀F6常开，其他阀门均关闭，直至事故发生一直处于备用状态。2003年2月4日9时15分左右，当班操作工将排水阀F6关闭。

②事故原因分析

设备在停用期间，本应切断进水阀打开排水阀 F6，使其处于常压状态。而三个进水阀（F3、F4、F5）经常压试水一个渗漏（滴水），一个泄漏（流水），一个不漏（不滴不流），虽关仍漏（两个阀门不正常）为设备的带压、增压直至超压提供了压力源。排水阀 F6 被关闭（据上述时间推算，排水阀 F6 关闭时间长达 16 小时 40 分），无法卸压，这是导致超压爆炸的重要原因。管理工作存在漏洞，白班职工违章关闭排水阀，而运行记录未注明，交接班时也未向接班职工说明，致使排水阀一直处于关闭状态。从爆炸后设备筒体的断口来看，绝大部分破口表面较为规则平整，且与母材成 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角，属韧性断裂。这说明钢板是由于超压而撕裂的。在人孔破口处发现，有大约 100mm^2 的母材钢板严重减薄，实测最小壁厚 6.3mm （原设计壁厚为 12mm ），呈塑性变形特征。因为设备在制造过程中，人孔部位会产生应力集中，在运行时，受力状态比较复杂，使其成为整个设备的薄弱部位。又因爆炸后人孔接管带盖是单独飞出去的。由此推断，破点就在此处。Nt112 在备用期间与安全阀不相通，导致其内压力超设计压力时，安全阀不能泄压，失去其应有作用，造成 Nt112 内压力不断升高，直至爆炸。断裂拉力走向分析：Nt112 的人孔处破裂后，强大的内部压力，一部分力将人孔接管带盖抛出 57 米远。另一部分力从人孔中心线偏下部沿环向拉伸扩展，直至将直径为 2.5 米的圆筒全部撕断，形成底部一段。再一部分力从破点沿纵向往上扩展，将中段圆筒纵向撕开成卷板状，当扩展到筒体环焊缝处时，因环焊缝强度大于母材，所以，这部分力不得不改变走向，沿环焊缝熔合线环向继续扩展，把母材钢板全部撕断，将剩余的筒体又一分为二。这样，就形成了爆炸后整个筒体分为三段的结果。设备爆炸时，内部压力在瞬间降为零（表压）。饱和水迅速汽化，体积急剧膨胀，产生巨大的二次压力，爆炸时的超压与二次压力形成合力，强大的合力将上段抛起砸坏车间横梁和部分管道，使筒体顶部的出汽管拔出飞落造成现场的惨景。

综上所述，冷凝水闪蒸器 Nt112 爆炸的直接原因是：①该设备在停运期间，排水阀 F6 被关闭，进水阀严重泄漏，当压力为 5.6MPa 的冷凝水不断流入 Nt112 时，压力逐渐升高，又不能排水卸压，致使其超压破裂，发生爆炸。②冷凝水闪蒸器 Nt112，在停用关闭阀门 F1 的状态下与安全阀不相通，安全阀不能起到泄压作用，没能有效地防止事故发生。间接原因：管理不严，职工违章关闭排水阀 F6，巡检不到位，交接班无记录，也未口头交接说明。

③事故教训与防范措施

对 Nt112 和 Nt113 安全阀设置不合理问题进行完善，在 Nt112 和阀门 F1 之间加设两个安全阀，并将现有的两个安全阀移至 Nt11 和阀门 F2 之间，并对其他工艺系统展开调查，发现问题及时整改。备用设备隔离措施要严密，针对备用设备隔离不严问题，必须加强设备检查和维护管理，对于生产过程中设备状态，要全面掌握，尤其是关键阀门的开关状态必须明确制度，必要时对开关阀门采取上锁措施。进一步完善监控仪表、仪器和设备。进一步研究深化、细化压力容器安全检查的办法，通过技术手段查找和处理事故隐患。

某啤酒厂蒸汽锅炉爆炸事故

①事故概况及经过

1989 年 1 月 19 日，吉林省辽源某啤酒厂一台 DZL4 — I, 27 — A 型锅炉（厂内编号 2#）发生爆炸事故、死亡 1 人，重伤 1 人，轻伤 4 人。297 平方米的锅炉房全部摧毁，锅炉本体向左侧翻转 180 度，靠在 1 号锅炉本体上，1 号锅炉也受到程度不同的损坏，直接经济损失近 170000 元。事故发生前，该锅炉因故障停炉，正在检修。1 月 19 日，正在运行的 1 号炉损坏，需停炉检修，要紧急启动 2 号炉投入运行。当时厂内停电，2 号炉炉内无水。16 时 30 分。车间主任明知炉内无水，却命令当班司炉点火烘炉。当班司炉工也知炉内无水，仍进行点火。17 时 30 分，厂内送电，当班司炉又没有按规定将锅炉水位上至最低允许水位就进行调整燃烧和升压操作。18 时 08 分，锅炉发生爆炸。当班司炉在点火至爆炸的全过程中没有观察水位计、压力表。爆炸前，安全阀也没有动作。

②事故原因分析

金相分析：为确定事故原因，对破口的塑性变形最大部位进行了金相分析，其组织为铁素体加片状珠光体。铁素体晶粒已拉长变形，珠光体中碳化物有球化现象，但没有发现重新相变的淬硬组织，硬度值也基本没有变化。

现场分析：该锅炉自投入运行以来，连续运行了 20 个月。一直没有可靠的水处理措施，且长期不排污。事故发生前，锅炉结垢厚达 20 毫米，排污管完全被水垢堵死，锅壳底部因沉积水垢，水渣较多，有一处已有明显过热变形，直径约 200 毫米。水位计单只运行，另一只早已损坏。

事故原因：领导违章指挥，司炉违章误操作：工厂领导忽视安全生产，片面追求产量，锅炉房管理混乱，无水处理措施，特别是在锅炉无水的情况下，违

章指挥工人升火，导致锅筒钢材严重过热，强度下降，引起爆炸。

锅炉的安全附件不全也未进行维修：该锅炉的压力表和水位表一直都是单只运行，安全阀自从安装后一直没有进行校验。

③防范此类事故的措施

使用单位领导要提高安全意识，认真贯彻执行国家有关法规；

司炉人员要进行培训考核，合格后才能独立操作。要提高人员素质； c.对安全附件要按规程要求进行校验和维护。

某热电厂锅炉炉膛爆炸事故案例

2001 年 4 月 1 日，某热电厂 1 号炉运行中灭火，运行人员严重违章操作，强行退出灭火保护，用爆燃法点火起炉，使锅炉炉膛发生爆炸，受热面等多处损坏。

①事故经过

4 月 1 日，1 号机组运行，对应的 1 号炉运行，1 号机负荷 70MW、炉出力 268 吨/时，主汽压力 13.02MPa、主汽温度 556℃。1 号发电机变压器组通过 220KV 热源甲、乙线经辽一变与系统并列运行。00 时 47 分 29 秒，锅炉运行主值班员何某监盘中发现炉膛负压表指示到正压最大值、火焰监视器指示灯闪动，且有多组熄灭，工业电视显示暗黑，判断为锅炉掉焦，立即报告值长袁某。随之 1 号炉灭火保护动作，1、2 号排粉机和甲、乙给粉总电源联跳、燃油速断阀关闭，1 号炉灭火。何某当即将锅炉灭火情况报告值长、通知汽机和电气专业值班员。值长令抓紧恢复，准备启动。何某立即复归跳闸设备，并令巡检员田某解除锅炉灭火保护。

00 时 47 分 36 秒，何某起动排粉机，同时令巡检员投入给粉总电源（事后根据 DCS 系统事故追忆，确认未投上）。发现炉膛正压大并听到响声，何某立即停止排粉机。由于盘上未发现异常，也未对锅炉进行全面检查，何某再次启动排粉机，00 时 57 分左右，巡检员到炉前点燃 4 支油枪，锅炉点火。

01 时 01 分，何某令再次投入给粉总电源，12 台给粉机全部自动启动、炉膛负压表指示到最大值、锅炉汽压急剧上升、过热器 1、2 号安全门动作，在开启点火排气同时，令汽机加负荷。由于汽压高，接连停止 10 台给粉机，只保留 2 台给粉机和 4 支油枪运行。汽机副值班员到机头处手动调负荷时，发现汽轮机前轴承箱内向外喷油，立即报告值长。值长下令晶体，01 时 07 分 1 号炉熄火，01 时 08 分 1 号机打闸停机。

②原因分析

习惯性违章、违规是造成这起事故的根本原因。严重违反了《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》6.1.4 条“当锅炉灭火后，要立即停止燃料（含煤、油、燃气、制粉冷气风）供给，严禁用爆燃法恢复燃烧。重新点火前必须对锅炉进行充分通风吹扫，以排除炉膛和烟道内的可燃物质”。及《电业安全工作规程》热力机械部分第 185 条：“当锅炉发现灭火时，严禁采用关小风门、继续给粉、给油、给气使用爆燃的方法来引火。锅炉灭火后，必须立即停止给粉、给油、给气；只有经过充分通风后，始可重新点火”之规定。

运行值班员严重违反运行操作规程，有章不循。在锅炉灭火后，急于点火启动，未按规定规定进行通风吹扫，便强行将灭火保护解除，起动排粉机，致使一次风管内积粉及乏气进入炉膛，是造成爆燃的直接原因。《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》6.1.6 规定：“严禁随意退出火焰探头或联锁装置,因设备缺陷需退出时，应经总工程师批准,并事先做好安全措施”。值班员随意退出灭火保护装置，违反了重要保护投、退规定。

运行管理、安全管理专业管理不到位，岗位责任制、安全责任制未得到认真落实。值长、班长在事故处理时，对锅炉值班员不妥当的处理方法没有及时制止，指挥协调失当。

“两措”执行不力，技术管理、设备缺陷管理不到位。当投入给粉总电源时，12 台给粉机同时启动，对存在着设计不合理和不完善等问题，给粉变频器设计程序存在问题未及时联系有关单位予以消除。

③防范措施

在全员范围内大力开展习惯性违章活动，杜绝操作中的随意性，杜绝操作中的经验主义，杜绝事故处理中的侥幸心理、杜绝有章不循、有纪不守。反习惯性违章必须抓好安全教育，职工的不安全行为受其不安全思想所支配。只有抓好安全教育，解决职工的思想问题，使之树立牢固的安全第一观念，才能铲除习惯性违章的思想根源。

认真切实的落实“二十五项反措”，严格遵守《电业安全工作规程》。当锅炉灭火后，要立即停止燃料（含煤、油、燃气、制粉冷气风）供给，严禁用爆燃法恢复燃烧。重新点火前必须对锅炉进行充分通风吹扫，以排除炉膛和烟道内的可燃物质。

制定完善可行的反事故技术措施和安全措施。加强设备管理和技术管理。对影响安全运行的设计方面的、安全方面的、系统方面的缺陷要及时联系有关单位消除，并做好事故预想和相应的安全措施

值班中加强仪表分析、运行分析，要从仪表各参数变化进行综合分析判断异常情况

3.2 本企业可能发生突发环境事件情景分析

结合国内外同类企业突发环境事件的发生情景，分析公司可能引发或次生突发环境事件的情景，从事故的类型来分，一是火灾或爆炸，二是物料的泄漏；从事故的严重性和损失后果可分为重大事故和一般性事故。本项目主要事故情景包括液氨的泄漏，柴油的泄漏、火灾及爆炸，盐酸、氢氧化钠的泄漏等。

(1) 物料的泄漏事故

储罐物料泄漏主要以输送管道破裂、输送泵的垫圈阀门损坏、老化以及其他设备破损引起的。

(2) 火灾和爆炸事故

发生火灾事故的潜在因素分为物质因素和诱发因素，其中物质因素主要涉及物质的危险性、物质系数以及危险物质是否达到一定的规模，它们是事故发生的内在因素，而诱发因素是引起事故的外在动力，包括生产装置设备的工作状态，以及环境因素、人为因素和管理因素。

表 3-1 公司突发环境事件情景分析

序号	情景名称	风险物质	事件引发或次生突发环境事件的最坏情景
1	火灾、爆炸事故引发厂外环境污染	柴油	生产装置区、化学品罐区贮存或使用部分易燃易爆化学品，因而均有可能发生火灾爆炸事故，此类事故不仅会产生有毒气体排放，还会伴生危险化学品泄漏及次生大量的消防尾水。
2	危险化学品泄漏	液氨，柴油、盐酸、氢氧化钠、二氧化碳	罐区、原料库使用的液体原料发生泄漏后会可能会流入雨水管网中，而后通过雨水管网流入小清河，进而造成水体污染。
3	风险防控设施失灵	液氨，柴油、盐酸、氢氧化钠	装置区或储罐区泄漏引发的火灾必将同时产生大量的消防尾水并挟带危险化学品，此时如果通向厂区外的雨水阀门无人关闭，污染的消防尾水通过市政雨水管网进入地表水体，必将造成严重污染。
4	污染治理设施异常	废气	产生的废气，正常情况下均达标后排放，可能出现的最坏情景是：液氨储罐罐泄露，废气未经吸收处理直接排入大气，造成空气环境污染。

5	企业违法排污	废水	若生产废水未经处理达标直接排入污水处理厂，必将造成污水处理进水浓度异常，严重时可能造成污水厂曝气池部分细菌死亡出水水质超标。
6	通讯或运输系统故障事故	——	生产装置采用自动化控制，通讯不畅的风险是使最佳事故救援时间延误。本项目可能发生的运输故障是厂内有毒有害液体或气体的输送过程出现泄漏事故。 本企业可能出现的突发环境事件“危险化学品泄漏”。
7	各种自然灾害、极端天气或不利气象条件	——	当地多年气象资料分析结果，本地区最有可能出现的自然灾害为大风及暴雨，发生上述情景可致室外设备、构筑物内的化学品或废水等泄漏或溢出。
8	其他可能的情景	——	——

3.3 突发事故源项和突发事件危害后果分析

3.3.1 泄漏情景源强分析

一、泄漏事故源强计算

本项目主要对环境风险事故液氨泄漏事故及柴油火灾爆炸事故进行预测。

①泄漏时间

在实际运营过程中，当操作或值班人员在操作、巡检、值班时发现系统偏离设定的运行条件，如系统超压、液位超限、温度过高、火灾报警事故时，能自动或手动快速停车，快速切断危险源，使系统停运在安全位置上，罐区泄漏持续时间一般不超过 10min。在计算泄漏量时，按持续泄漏 10min 考虑。

②泄漏源强计算

对于液氨储存系统，油品的泄漏速率主要取决于储罐内物质压力与大气压力之差，其计算基于柏努利（Bernoulli）方程：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：

QL——液体泄漏速率，kg/s；

P——容器内介质压力，Pa；

P0——环境压力，Pa；

ρ——泄漏液体密度，kg/m³；

g——重力加速度，9.81m/s²；

h——裂口之上液位高度，m；