

一、建设项目基本情况

建设项目名称	汽车园供热站购置燃气锅炉及燃气空气源吸收式热泵		
项目代码	2302-120114-89-03-956527		
建设单位联系人	董杨	联系方式	15022712219
建设地点	天津市武清区汽车园悦恒道 11 号		
地理坐标	(东经 117 度 13 分 18.724 秒, 北纬 39 度 22 分 21.252 秒)		
国民经济行业类别	D4430 热力生产和供应	建设项目行业类别	四十一、电力、热力生产和供应业—91 热力生产和供应工程（包括建设单位自建自用的供热工程）天然气锅炉总容量 1 吨/小时（0.7 兆瓦）以上的
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	天津市武清区行政审批局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	天津市内资企业固定资产投资项目备案登记表
总投资（万元）	700	环保投资（万元）	86
环保投资占比（%）	12.3	施工工期	1 个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：_____	用地（用海）面积（m ² ）	0
专项评价设置情况	无		
规划情况	<p>①规划文件名称：《天津市武清区汽车产业园控制性详细规划调整方案》</p> <p>审批机关：天津市武清区人民政府</p> <p>文件名称及文号：《武清区人民政府关于天津市武清区汽车产业园控制性详细规划及细分导则调整方案的批复》（武清政函[2019]485号）</p> <p>②规划文件名称：《天津市供热发展“十三五”规划》</p> <p>审批机关：天津市发展和改革委员会</p> <p>文件名称及文号：《天津市发展改革委关于印发天津市供热发展“十三五”规划的通知》（津发改规划[2017]77号）</p>		

<p>规划环境影响 评价情况</p>	<p>规划环评名称：《天津武清汽车产业园规划（2020-2035年）环境影响报告书》</p> <p>审批机关：天津市武清区生态环境局</p> <p>审批文件名称及文号：“关于对<天津武清汽车产业园规划（2020-2035年）环境影响报告书>审查意见的函”（2020-9）</p>
<p>规划及规划环境 影响评价符合性分析</p>	<p>1、与园区规划及规划环评符合性分析</p> <p>规划符合性分析：武清区汽车产业园规划区域位于武清区东部，其四至范围为：西至津围公路，东至金泉路，北至武宁路，南至悦恒道，总用地面积为 964.99 公顷，本项目位于天津市武清区汽车园悦恒道 11 号，位于规划范围内，依据“房地证津字第 122051400196 号”可知，建设地用地性质属于公共设施用地，符合《天津市武清区汽车产业园控制性详细规划调整方案》。</p> <p>规划环评符合性分析：根据《天津武清汽车产业园规划（2020-2035年）环境影响报告书》，园区发展定位为：国家汽车及零部件出口分基地的重要组成部分，服务京津的以汽车零部件为主导产业的示范工业园。重点发展汽车零部件研发制造，建设成为现代的汽车零部件制造业基地和国家汽车零部件的出口分基地。汽车与零部件产业、新材料新能源产业、高端装备及智能制造业。园区现状以汽车零部件制造、专用设备制造、金属制品生产、变速器生产、新能源汽车制造等主导产业。本项目为汽车园供热站，属于园区配套项目，在园区中的位置见附图，属于公共设施用地，故符合园区规划及规划环评。</p> <p>2、与《天津市供热发展“十三五”规划》符合性分析</p> <p>根据《天津市供热发展“十三五”规划》，武清现状有 8 座燃气供热站，14 座燃煤供热站。规划保留全部燃气供热站以及 6 座燃煤供热站，对其余 8 座燃煤供热站进行改燃并网。新建 2 座供热站作为调峰供热站。在武清城区预留供热设施用地。本项目为天津市金骏供热有限公司汽车园供热站，属于上述 8 座燃煤供热站之一，目前天津市金骏供热有限公司汽车园供热站已完成改燃并网，本项目为天津市金骏供热有限公司汽车园供热站改燃并网后扩建燃气锅炉和燃气空气源吸收式热泵项目，符合《天津市供热发展“十三五”规划》有关要求。</p>

其他符合性分析	<p>1、产业政策符合性分析</p> <p>本项目建设性质为扩建，行业类别属于热力生产和供应，不属于发改委颁布的《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中规定的鼓励、限制和淘汰类项目。同时，本项目不属于《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号）中禁止准入类项目，不属于《产业发展与转移指导目录（2018年本）》中调整退出、不再承接的产业，符合国家产业政策。</p> <p>2、“三线一单”符合性分析</p> <p>天津市人民政府于2020年12月30日发布《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》，提出坚持保护优先、突出分类施策、实施动态管理的基本原则，将全市陆域环境管控单元划分为优先保护、重点管控、一般管控三类生态管控单元；本项目位置属于重点管控单元。</p> <p>重点管控单元主要管控要求为：以产业高质量发展和环境污染治理为主，加强污染物排放控制和环境风险防控，进一步提升资源利用效率。其中，中心城区、城镇开发区应重点深化生活、交通等领域污染减排，加快推进城区雨污分流工程，全部实行雨污分流，建成区污水管网全覆盖。产业园区严格落实天津市及各区工业园区（集聚区）围城问题治理工作实施方案，以及“散乱污”企业治理工作要求，按期完成工业园区及“散乱污”企业整治工作；持续推动产业结构优化，淘汰落后产能，严格执行污水排放标准。沿海区域要严格产业准入，统筹优化区域产业与人口布局；强化园区及港区环境风险防控；严格岸线开发与自然岸线保护。</p> <p>本项目为热力生产和供应，位于天津市武清区汽车园悦恒道11号，本项目燃气锅炉内置低氮燃烧器，4台锅炉燃气废气通过现有1根31m高的排气筒P1高空排放，40台燃气空气源吸收式热泵燃气废气无组织排放；本项目锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理；本项目选用低噪声设备，采取隔声减振措施；本项目固体废物按照要求收集，均得到妥善处置；本项目采取了有效的风险防控和应急措施，对污染物排放进行了有效控制、对环境风险进行了防控。</p>
---------	---

综上所述，本项目建设符合《天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（津政规[2020]9号）中的相关要求。本项目在“天津市环境管控单元分布图”中具体位置见附图。

对照《武清区生态环境局关于落实<天津市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见>》的实施方案（津武环发[2021]6号）中的《武清区环境管控单元生态环境准入清单（2021版）》，本项目位于天津市武清区汽车园悦恒道11号，属于重点管控单元，本项目与武清区“三线一单”的符合性分析见下表。

表 1-1 本项目与武清区“三线一单”的符合性分析表

序号	文件要求	本项目情况	符合性	
1	空间布局约束	本产业园区东部的研发生活片区部分位于大黄堡湿地自然保护区实验区内，规划编制单位应对总体规划的用地范围进行适当调整，将产业园区东部规划边界调整到大黄堡湿地自然保护区范围以外。	本项目与大黄堡湿地自然保护区实验区最近距离约3km。	符合
2	污染物排放管控	园区应实现雨污分流，园区污水集中收集处理设施稳定达标排放。	厂区实行雨污分流、锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。	符合
		执行《环境空气质量标准（GB3095-2012）》二级标准，实施污染物总量控制。	本项目区域环境空气质量现状监测执行《环境空气质量标准（GB3095-2012）》二级标准。本项目实施污染物总量控制。	符合
		禁止新建燃煤工业锅炉或其他用途65吨/时以下燃煤锅炉，燃气锅炉进行低氮改造。	本项目扩建4台燃气锅炉，燃气锅炉内置低氮燃烧器。	符合
		严把建设项目生态环境准入关，现有及新建项目严格落实国家大气污染物特别排放限值要求。新建、改建、扩建项目严格落实二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物等污染物排放总量倍量替代。	本项目产生的废气污染物执行相应的排放限值要求。本项目属于扩建项目，严格落实氮氧化物排放总量倍量替代。	符合
3	环境风险防控	防范建设用地新增污染，强化空间布局管控。	本项目扩建不涉及新增用地。	符合
4	资源开发	优化能源结构和推广应用节能减排技术，不断提高天	本项目燃气锅炉和燃气空气源吸收式热泵能源	符合

效率要求	燃气、太阳能、地热能等清洁能源比例。	为天然气。	
------	--------------------	-------	--

3、永久性保护生态区域相符性

根据《天津市人民政府关于印发天津市永久性保护生态区域管理规定的通知》（津政发〔2019〕23号）中“第三条 本规定所称永久性保护生态区域，是指《天津市人民代表大会常务委员会关于批准划定永久性保护生态区域的决定》中划定的山地、河流、水库和湖泊、湿地和盐田、郊野公园和城市公园、林带六类区域。本市永久性保护生态区域分为红线区与黄线区，其界限分别以市人民政府公布的《天津市生态用地保护红线划定方案》中确定界线为准”。

根据《天津市生态用地保护红线划定方案》（2014年），本项目占地范围内无永久性保护生态区域红线区和黄线区，距离本项目最近的永久性保护生态区域为京津高速防护林带。本项目与京津高速防护林带红线距离约为100m，具体位置见附图5、附图9。

4、生态保护红线相符性

根据《天津市人民政府关于发布天津市生态保护红线的通知》（津政发〔2018〕21号），天津市生态保护红线空间基本格局为“三区一带多点”：“三区”为北部蓟州的山地丘陵区、中部七里海-大黄堡湿地地区和南部团泊洼-北大港湿地地区；“一带”为海岸带区域生态保护红线；“多点”为市级及以上禁止开发区和其他各类保护地。本项目占地范围内无生态保护红线，距离最近的天津市生态保护红线区域为东侧3km处的大黄堡湿地自然保护区实验区生态保护红线，本项目与生态保护红线位置关系图见附图6、附图12。

5、与大运河天津段核心监控区国土空间管控细则（试行）符合性分析

根据《大运河天津段核心监控区国土空间管控细则（试行）》及其批复（津政函〔2020〕58号），天津市境内的大运河流经静海区、西青区、南开区、红桥区、河北区、北辰区、武清区等7个区，在天津市区的三岔河口交汇入海河。我市大运河两岸起始线与终止线距离2000米内的核心区范围划定为核心监控区。本项目位于天津市武清区汽车园悦恒道11号，距离大运河天津段核心监控区最近距离约11km（详见附图10），不在大运河核心监控区范围内，故本项目选址具有可行性。

6、与现行环保政策符合性分析

本项目与现行环保政策符合性见下表。

表 1-2 本项目与现行环保政策的符合性分析表

序号	《天津市深入打好污染防治攻坚战行动方案》		本项目情况	符合性
1	加快构建清洁低碳能源体系。在保障能源安全的前提下，有序推进自备燃煤机组改燃关停，基本实现燃煤锅炉（非电）清零。		本项目依托现有锅炉房及软水制备系统，购置安装 4 台 5t/h 的燃气热水锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵及其配套附属设施。	符合
序号	《天津市人民政府办公厅关于印发天津市生态环境保护“十四五”规划的通知》（津政办发[2022]2 号）		本项目情况	符合性
1	深化燃煤源污染治理。持续推进燃煤机组深度治理或改造，对达到服役期而实施延寿改造或替代的煤电机组，污染物排放浓度达到国内领先水平。加快工业炉窑、焚烧炉原料及燃料煤清洁化替代。推进燃煤锅炉改燃并网整合，全市基本实现燃煤锅炉（非电）清零。		天津市金骏供热有限公司汽车园供热站已完成煤改燃，本项目在现有燃气锅炉基础上进行扩建，购置安装 4 台 5t/h 燃气锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵及其配套附属设施，利用天然气作为能源。	符合
序号	《天津市人民政府关于印发天津市“十四五”节能减排工作实施方案的通知》（津政发[2022]10 号）		本项目情况	符合性
1	有序推动自备燃煤机组改燃关停，推进现役煤电机组节能升级和灵活性改造。		天津市金骏供热有限公司汽车园供热站已完成煤改燃，本项目在现有燃气锅炉基础上进行扩建，购置安装 4 台 5t/h 燃气锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵及其配套附属设施，利用天然气作为能源。	符合
序号	《关于印发天津市深入打好蓝天、碧水、净土三个保卫战行动计划的通报》津污防攻坚指（2022）2 号		本项目情况	符合性
1	优化能源结构，加速能源清洁低碳高效发展	持续削减煤炭消费总量。禁止新建燃煤锅炉及工业炉窑。	天津市金骏供热有限公司汽车园供热站已完成煤改燃，本项目扩建 4 台 5t/h 的燃气热水锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵及其配套附属设施。	符合
序号	《天津市大气污染防治条例》（2020 年修正）		本项目情况	符合性
1	纳入排污许可证管理的向大气排放污染物的单位，应当按照规定		对照《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》，本	符合

		向环境保护行政主管部门申请核发排污许可证，并按照排污许可证载明的污染物种类、排放总量指标等要求排放污染物，逐步减少污染物排放总量。	项目属于名录中“三十九、电力、热力生产和供应业 44—96 热力生产和供应单台或者合计出力 20 吨/小时（14 兆瓦）及以上的锅炉（不含电热锅炉）”，属重点管理，需申领排污许可证，目前，项目已取得排污许可证（证书编号：9112022258133792XQ002R），本次扩建后投产前应进行排污许可变更。	
	2	在高污染燃料禁燃区内，新建、改建、扩建项目禁止使用煤和重油、渣油、石油焦等高污染燃料。	本项目常压冷凝燃气热水锅炉和燃气空气源吸收式热泵采用天然气，天然气属于清洁能源。	
	序号	《天津市人民政府关于印发天津市碳达峰实施方案的通知》（津政发[2022]18号）	本项目情况	符合性
	1	有序推动自备燃煤机组改燃关停。推进现役煤电机组节能升级和灵活性改造，推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。加强钢铁、焦化、化工等重点耗煤行业管理，推动工业终端减煤限煤。加大燃煤锅炉改燃关停力度，提高煤炭集约利用水平。	天津市金骏供热有限公司汽车园供热站已完成煤改燃，本项目在现有燃气锅炉基础上进行扩建，购置安装 4 台 5t/h 燃气锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵及其配套附属设施。	符合
	2	严格石化化工行业项目准入，加大落后产能淘汰力度；引导企业转变用能方式，鼓励以电力、天然气等替代煤炭；调整原料结构，控制新增原料用煤，推动石化化工原料轻质化。		符合
	3	推进重点用能设备节能增效。以电机、风机、泵、压缩机、变压器、换热器、工业锅炉等设备为重点，严格执行能效标准。	本项目燃气热水锅炉及燃气空气源吸收式热泵等设备符合能效标准。	符合
<p>综上，本项目符合《天津市深入打好污染防治攻坚战行动方案》、《天津市人民政府办公厅关于印发天津市生态环境保护“十四五”规划的通知》（津政办发[2022]2号）、《天津市人民政府关于印发天津市“十四五”节能减排工作实施方案的通知》（津政发[2022]10号）、《关于印发天津市深入打好蓝天、碧水、净土三个保卫战行动计划的通知》（津污防攻坚指[2022]2号）、《天津市大气污染防治条例》（2020年修正）、《天津市人民政府关于印发天津市碳达峰实施方案的通知》（津政发[2022]18号）等文件中的相关要求。</p>				

二、建设项目工程分析

1、项目由来

天津市金骏供热有限公司汽车园供热站位于天津市武清区汽车园悦恒道11号，主营业务：城市集中供热、供热配套服务、供热项目建设管理。本项目投资700万元，依托现有锅炉房及软水制备系统，购置安装4台5t/h的燃气热水锅炉及40台燃气空气源吸收式热泵。采暖期4台5t/h的燃气热水锅炉及40台燃气空气源吸收式热泵同时运行。现燃气锅炉及燃气空气源吸收式热泵供热面积约40万m²，热负荷为27MW，用热需求为22MW，供热范围为：隆泰家园还迁区（东区、南区）、翡翠蓝湾小区等住宅，上马台镇政府所辖机关事业单位，园区内各企业，幼儿园，小学等公建设施。汽车园供热站设计总装机容量为200t/h，现有工程煤改燃后装机容量为38.64t/h，本次新增24.9t/h，扩建后装机容量达到63.54t/h。

本项目建成后供热面积增加18.6万m²和供热范围增加隆泰家园西区、北区部分新建居民楼，隆泰家园西区、北区部分新建居民楼预计2023年12月建成后进行供热，供热范围见下图。

建设内容

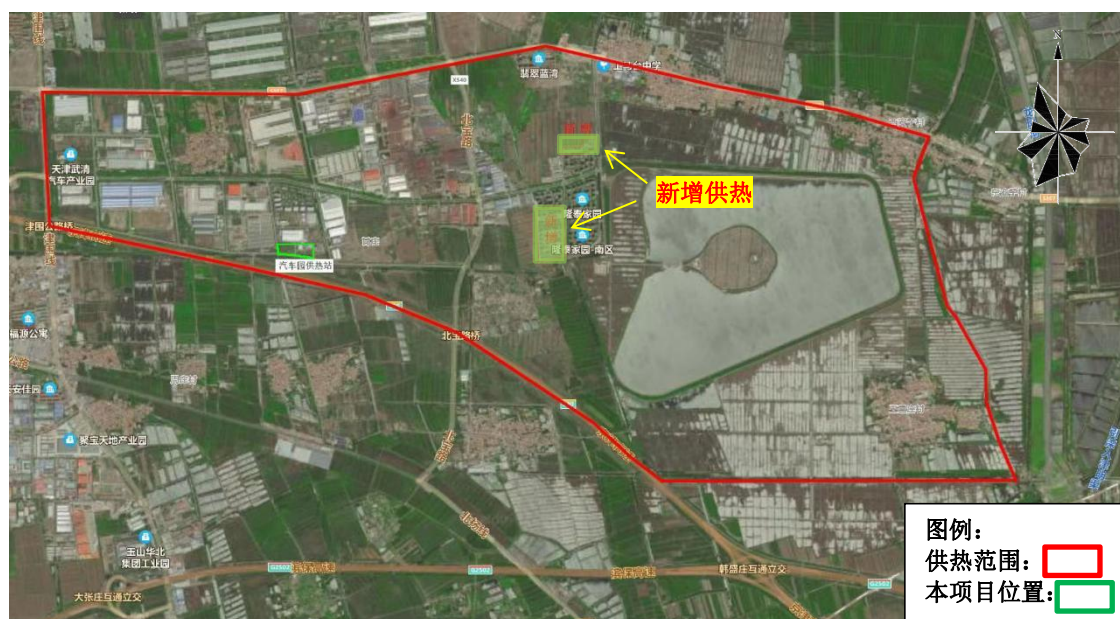


图2-1 本项目汽车园供热站供热范围图

本项目所在厂界四至范围：汽车园供热站东邻汽车产业园污水处理厂，南邻悦恒道，西邻天瑞路，北侧为来金（天津）汽车零部件有限公司（隶属于武清汽车零部件产业园）。

本项目地理位置见附图1，项目周围环境见附图2。

2、建设内容

汽车园供热站占地面积40969.7m²，总建筑面积为23299.12m²，主要建设内容为：利用现有锅炉房，扩建4台5t/h燃气热水锅炉、40台85KW燃气空气源吸收式热泵及其附属设备，

并配套相应的热力系统、烟风系统、电气系统等附属设备；不新增水处理系统，利用现有水处理系统。4台5t/h燃气热水锅炉和40台85KW燃气空气源吸收式热泵同时运行。本项目建成后供热面积增加18.6万m²和供热范围增加隆泰家园西区、北区部分新建居民楼，采暖综合热指标为55W/m²，用热需求10.23MW，本项目锅炉及燃气空气源吸收式热泵提供的热负荷为17.4MW，大于用热需求，能满足供热负荷需求。

本项目的建设只在现有锅炉房闲置区域安装新增锅炉，满足现状及规划热负荷需求。供热站厂区内现状主要建筑包括锅炉房、综合楼、原煤棚等。本项目厂区西侧租赁给来金（天津）汽车零部件有限公司作为仓库使用，无污染物产生。

本项目组成及工程内容见表2-1，厂区总平面布置见附图4。

表2-1 本项目主要工程一览表

项目名称	工程名称	工程内容		
		现有工程	本项目依托	本项目建设内容
主体工程	综合楼	钢混结构，主体一层，局部7层，高27.8m，1层、2层、3层用于办公，局部4层—6层闲置，7层为消防水箱间。	依托现有综合楼	依托现有综合楼，1层、2层、3层用于办公，局部4层—6层闲置，7层为消防水箱间。
	锅炉房	主体一层，钢混结构，高15m，局部钢结构二层，高25m，现有6台5t/h的燃气热水锅炉及其配套设施。	依托现有锅炉房	依托现有锅炉房，在锅炉房一层购置安装4台5t/h燃气热水锅炉等附属设施。
	燃气空气源吸收式热泵	位于厂区东南角，安装72台85KW燃气空气源吸收式热泵	/	位于厂区东南角，新增40台85KW燃气空气源吸收式热泵
辅助工程	调压柜	位于站内东南侧，单层，高2m，建筑面积约为5m ² ，由天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司铺设燃气管道并安装一套流量为5000m ³ /h的燃气中低压调压柜。	依托现有	依托现有燃气调压柜
	软水系统	软水制备、10m ³ /h	依托现有	依托现有软水制备系统
储运工程	煤棚	一层，位于厂区北侧，占地面积2700m ² ，闲置。	/	/
公用工程	供水工程	由市政供水管网供给	依托现有	/
	排水工程	排入市政污水管网	依托现有	/
	供电工程	由市政电网供给	依托现有	/
	燃料供给	燃气由天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司供应，并由其负责铺设燃气管道进厂、建设中低压调压柜。	依托现有，本项目新增锅炉段管网由燃气公司负责	/
	供热制冷工程	办公区供暖由本站自行供给，锅炉房内无需供暖；办公区内制冷使用分体式空调，锅炉房内无需制冷。	依托现有	/
	食宿	不设置食堂、宿舍	/	不设置食堂、宿舍
环保工程	废水治理工程	锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水、经化粪池静置沉淀的生活污水一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂。	依托现有污水总排口	锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂。
	废气治理工程	燃气锅炉天然气燃烧产生的燃气废气经锅炉内置低氮燃烧器处理后，由1根31m高排气筒P1有组织排放。燃	依托现有P1排气筒	燃气锅炉天然气燃烧产生的燃气废气经锅炉内置低氮燃烧器处理后，依托现有1根31m高

		气空气源吸收式热泵无组织排放。		排气筒 P1 有组织排放。燃气空气源吸收式热泵无组织排放。
	固废治理工程	一般固体废物：废包装材料、废离子交换树脂外售物资回收部门；生活垃圾由城管委定期清运。	依托现有一般固体废物暂存间	本次扩建项目不新增劳动定员，无新增生活垃圾；一般固体废物：废包装材料、废离子交换树脂外售物资回收部门。
	噪声治理工程	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理。	新增	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理。

3、主要设备

扩建后全厂主要工艺设备见下表。

表2-2 扩建后全厂主要设备一览表

序号	设备名称	规格型号	设备数量 (台/套)			位置	用途	备注
			现有工程	本工程	改造后全厂			
1	常压冷凝燃气热水锅炉	DSR3500-I, Q=3500KW (内置低氮燃烧器、鼓风机)	6	4	10	锅炉房内	供热	新增
2	锅炉循环水泵	NIS150-125-250G/4 极/240; 流量 G=132t/h, 扬程 H=20m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=18.5KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	6	4	10	锅炉房内	内外网水循环	新增
3	定压膨胀水箱	5m ³	1	0	1	锅炉房	锅炉定压	依托
4	锅炉等截面板式换热器	Q9.34MW, F540m ² , 304 不锈钢材质, 热侧进出水温度 75/50°C, 冷侧进出水温度 47/70°C	3	0	3	泵房	与外网换热	依托
5	换热器循环泵	NSC250/200-305-3/10-254, 流量 G=530t/h, 扬程 H=14m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=30KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	2	0	2	泵房	与内网换热	依托
6	补热泵	NSC250/200-305-3/10-254, 流量 G=530t/h, 扬程 H=14m, 转数 n=1480rpm, N=30KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	2	0	2	泵房	与外网换热	依托
7	燃气空气源吸收式热泵	VGAHR085、Q85KW; $\eta \geq 200\%$, G 空气=55m ³ /h, G 烟气=70m ³ /h	72	40	112	厂区内	供热	新增
8	外网循环泵	流量 G=700t/h, 扬程 H=65m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=185KW	1	0	1	泵房	换热	依托
9	外网循环泵	流量 G=850t/h, 扬程 H=76m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=25KW	1	0	1	泵房	换热	依托
10	全自动软水器	10m ³ /h	1	0	1	泵房	水质软化	依托
11	装配式玻璃钢	31.5m ³	1	0	1	泵房	储存软化水水箱	依托

	水箱							
12	管网补水 水泵	CDL30-40-2	2	0	2	泵房	外网定压	依托
13	真空电 子除氧 器	水处理量：1.8t/h	2	0	2	泵房	循环水除 氧	依托
14	排污降 温池	1m ³	1	0	1	厂房外	锅炉排浓 水降温	依托

本工程共设 4 台 5t/h 燃气热水锅炉、40 台燃气空气源吸收式热泵。根据建设单位提供的资料，参数见下表。

表2-3 参数一览表

指标	参数	
	燃气热水锅炉	燃气空气源吸收式热泵
额定发热量	5t/h	85KW
额定供回水温度	80/60℃	90/60℃
燃烧方式	室燃	/
进风温度	20℃	20℃
天然气用量	362Nm ³ /h	4.3Nm ³ /h
额定压力	5-15Kpa	≥80Kpa
热效率	≥99%	160-170%

4、原辅材料

扩建后全厂主要原辅材料见下表。

表2-4 主要原辅材料一览表

序号	原辅料名称	年用量			单位	性状	包装规格	最大存储 量	储存位 置	用途
		现有工 程	本项目	改建后全 厂						
1	离子交换树脂	0.8	0.4	1.2	t	固态	50kg/袋	厂家定 期更换	水处理 间	软水制备
2	氯化钠	0.5	0.2	0.7	t	固态	50kg/袋	0.5		用于离子交 换树脂再生
3	自来水	540.798	291.732	832.53	m ³	液态	市政自来水管网			
4	电	14	5	19	万 kW·h	/	市政电网			
5	天然气	899.3	587.1	1486.4	万 Nm ³ /a	气态	天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司			

按照锅炉日运行 24h，年运行 151 天（采暖期运行），年运行 3624h，测算 4 台 5t/h 燃气热水锅炉年天然气总用量为 524.8 万 Nm³/a、40 台燃气空气源吸收式热泵天然气总用量为 62.3 万 Nm³/a，天然气由天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司提供，其指标满足《天然气》（GB17820-2018）中一类标准，天然气技术指标见下表。

表2-5 天然气技术指标一览表

项目	单位	数值
甲烷	%	93.53
乙烷	%	2.80
丙烷	%	0.11
异丁烷	%	0.03
正丁烷	%	0.03
异戊烷	%	0.01
二氧化碳	%	1.30
氧气	%	0.26
氮气	%	1.45

氢气	%	0.02
氦气	%	0.06
其他	%	0.4
硫化氢	mg/m ³	≤20
总硫	mg/m ³	8.3
低热值	MJ/m ³	35.12
高热值	MJ/m ³	37.26
密度	kg/m ³	0.7733

5、辅助配套工程

5.1 燃气系统

本项目采用天然气作为燃料，天然气引自市政燃气管网系统。依托厂区现有一套流量为5000m³/h的燃气中低压调压柜。天然气经管道引入调压柜计量调压后，再经过总关断阀、自力式压力调节阀后经流量计计量天然气的流量，进入天然气的母管分支管道输送至炉前，再经低氮燃烧器送入炉膛燃烧，市政供气可以满足本项目正常用气需求。

5.2 燃烧系统

天然气在中低压调压柜降压后由管道输送至锅炉内置低氮燃烧器，与锅炉送风混合后进入炉膛燃烧。本项目采用的燃气锅炉为低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉，低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉采用水冷式冷火焰燃烧方式有效降低NO_x的产生，不需要烟气二次燃烧，不会降低锅炉热效率和锅炉功率。水冷式冷火焰燃烧方式：通过不锈钢翅片管燃烧，管外是火，管内为水，降低火焰温度的同时迅速冷水吸热量达到冷火焰状态，因此不用空气过滤，不回火，不会爆燃，是最安全、最稳定的低氮燃烧方式。

5.3 热力系统

本项目燃气热水锅炉热网供回水温度为80/60℃、燃气空气源吸收式热泵供回水温度为90/60℃，热网系统采用补水泵定压，补水经软化、除氧后送至一级网循环水泵入口，与一级网回水一同送入锅炉。另外为防止突然停电时，网路中产生水击现象，在热网循环水泵的出口管与吸入管之间加装旁路，并在旁路管上设止回阀，以降低循环水泵入口侧的压力。

5.4 水处理系统

本项目依托现有软水制备系统，软水制备使用流量控制型全自动软水器，采用离子交换方式进行自来水的软化，即通过阳离子交换树脂吸附水中的钙、镁离子，以降低水的硬度，从而防止锅炉内壁、管道结垢，降低锅炉传热性能。离子交换原理为：将自来水通过阳离子交换树脂，使水中的硬度成分Ca²⁺、Mg²⁺与树脂中的Na⁺相交换，从而吸附水中的Ca²⁺、Mg²⁺，使水得到软化。

5.5 定压补水系统

系统采用补水泵定压，补水泵采用变频调速，一次网定压力值0.2MPa，本项目利用现状补水泵，平时开一台，事故时两台同时开启。

5.6 烟气系统

燃烧产生的高温烟气经全新的热能布局，整体四级换热充分吸收烟气中的冷凝水放热，锅炉烟气降温后排出，燃气锅炉废气通过现有 1 根 31m 高排气筒 P1 排放，排气筒依托可行性见后文“1.3 排气筒可行性分析”章节。

6、劳动定员及工作制度

劳动定员：本项目扩建后无新增劳动定员，现有职工采暖期定员人数 10 人、非采暖期能源站保留 5 名员工。

工作制度：采暖期工作制度为四班三运转制，年工作 151 天，24 小时工作制；非采暖期工作制度为一班制，8 小时工作制，年工作 214 天。

本项目燃气锅炉年运行 151 天，四班三运转制，年供暖小时数为 3624 小时；燃气空气源吸收式热泵年运行时间为 3624 小时。

7、公用工程

7.1 给水工程

本项目自来水水源由市政给水管网提供，主要包括锅炉补水和离子交换树脂反冲洗用水。

(1) 锅炉补水

本项目锅炉补水类比现有工程锅炉补水量，现有工程单台锅炉补水量 $0.46\text{m}^3/\text{d}$ ，现有 6 台燃气锅炉补水量总计 $2.76\text{m}^3/\text{d}$ ，本项目扩建燃气锅炉与现有工程燃气锅炉型号相同吨位相同，具备可类比性，因此本项目新增 4 台燃气锅炉补水量为 $1.84\text{m}^3/\text{d}$ ($277.84\text{m}^3/\text{供暖期}$)。

综上，本项目锅炉补水量约为 $0.077\text{m}^3/\text{h}$ ($1.84\text{m}^3/\text{d}$ 、 $277.84\text{m}^3/\text{供暖期}$)。现有全自动软水器 $Q=10\text{m}^3/\text{h}$ ，现有燃气锅炉补水量约为 $0.115\text{m}^3/\text{h}$ ，扩建后全厂燃气锅炉补水量为 $0.192\text{m}^3/\text{h}$ ，因此扩建后全自动软水器满足全厂燃气锅炉补水量要求。

(2) 离子交换树脂反冲洗用水

本项目依托现有全自动软水器，全自动软水器中离子交换树脂需定期进行再生，即用一定浓度的食盐水冲洗树脂层，使得树脂中吸附的钙、镁离子被置换下来，该过程会产生一定量的离子交换树脂再生废水。供暖期离子交换树脂一个月再生一次，根据企业现有实际运行离子反冲洗用水得出本项目用量为 $13.892\text{m}^3/\text{供暖期}$ ，平均 $0.092\text{m}^3/\text{d}$ 。

综上，本项目总用水量为 $1.932\text{m}^3/\text{d}$ ($291.732\text{m}^3/\text{供暖期}$)。

7.2 排水工程

本项目排水系统实行雨、污分流制。雨水经雨水管道收集后排入市政雨水管道。本项目运营期排水主要为锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水。

(1) 锅炉排浓水

本项目锅炉排浓水量为 $1.29\text{m}^3/\text{d}$ ($194.79\text{m}^3/\text{供暖期}$)。

(2) 离子交换树脂反冲洗废水

离子交换树脂再生废水约等于再生用水量，排放量 $0.092\text{m}^3/\text{d}$ ，平均 $13.892\text{m}^3/\text{供暖期}$ 。
 综上，本项目总排水量为 $1.382\text{m}^3/\text{d}$ ($208.682\text{m}^3/\text{供暖期}$)。

本项目供暖期给排水情况见表 2-6，非供暖期不新增人员，因此不新增用排水的情况，供暖期给排水平衡图见图 2-2；扩建后全厂供暖期给排水情况详见表 2-7，供暖期给排水平衡图见图 2-3；非供暖期给排水情况详见表 2-8，非供暖期给排水平衡图见图 2-4。

表2-6 本项目供暖期项目给排水情况

用水对象	用水类型	供暖期日用水量 (m^3/d)	供暖期用水量 ($\text{m}^3/\text{供暖期}$)	供暖期日排水量 (m^3/d)	供暖期排水量 ($\text{m}^3/\text{供暖期}$)
锅炉补水	软水	1.84	277.84	1.29	194.79
离子交换树脂反冲洗用水	自来水	0.092	13.892	0.092	13.892
合计		1.932	291.732	1.382	208.682

表2-7 扩建后全厂采暖期项目给排水情况

用水对象	用水类型	供暖期日用水量 (m^3/d)	供暖期用水量 ($\text{m}^3/\text{供暖期}$)	供暖期日排水量 (m^3/d)	供暖期排水量 ($\text{m}^3/\text{供暖期}$)
生活用水	自来水	0.4	60.4	0.34	51.34
锅炉补水	软水	4.6	694.6	3.22	486.22
离子交换树脂反冲洗用水	自来水	0.23	34.73	0.23	33.98
合计		5.23	789.73	3.79	571.54

表2-8 扩建后全厂非采暖期项目给排水情况

用水对象	用水类型	非供暖期日用水量 (m^3/d)	非供暖期用水量 ($\text{m}^3/\text{非供暖期}$)	非供暖期日排水量 (m^3/d)	非供暖期排水量 ($\text{m}^3/\text{非供暖期}$)
生活用水	自来水	0.2	42.8	0.17	36.38

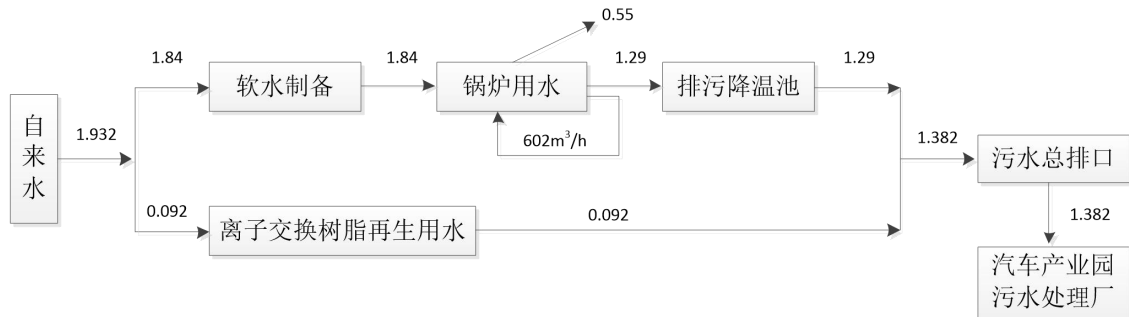


图2-2 本项目采暖期水平衡图 (单位: m^3/d)

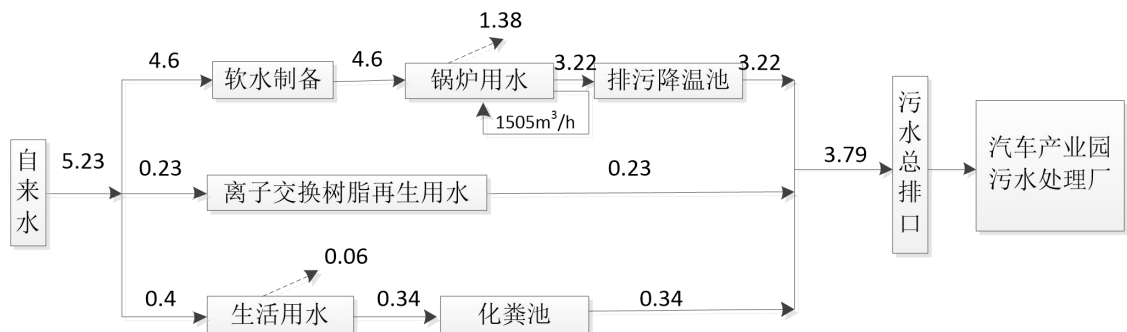


图2-3 扩建后全厂采暖期水平衡图 (单位: m^3/d)

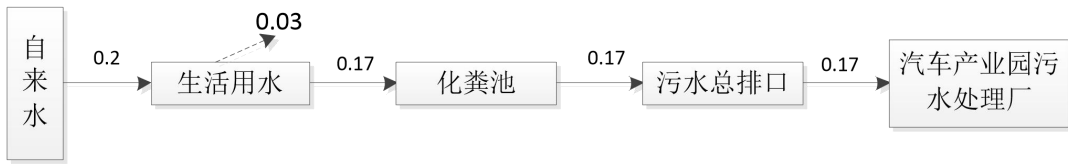


图2-4 扩建后全厂非采暖期水平衡图（单位：m³/d）

7.3 供热及制冷

依托现有供暖设施、依托现有制冷设施。扩建后全厂办公区内供暖由本站自行供给，锅炉房内无需供暖；办公区内制冷使用分体式空调，锅炉房内无需制冷。

7.4 供电

本项目供电由园区市政供电网提供，预计年用电量 5 万 kW·h。

7.5 供气

本项目天然气通过市政燃料管道供给，本项目设计用气量约 587.1 万 Nm³ /a。

7.6 食宿

本项目不设置食堂，员工就餐采用配餐制，不设宿舍。

8、平面布局

厂区东南角放置燃气空气源吸收式热泵，厂区中部为综合楼和锅炉房，东南角放置燃气中低压调压柜。

工艺流程和产排污环节

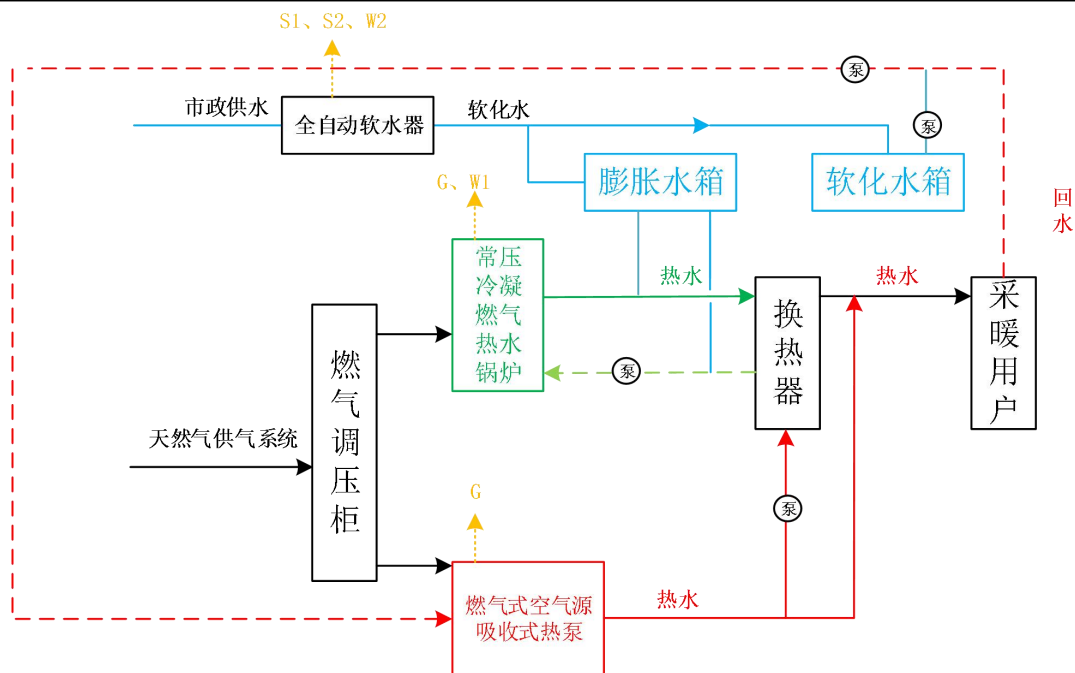
1、施工期

本项目利用现有锅炉房，建设 4 台 5t/h 燃气锅炉并在厂区闲置区域安装 40 台燃气空气源吸收式热泵及配套设施，施工期主要是对锅炉的安装调试，施工过程会产生机械噪声、施工人员生活污水及施工作业垃圾、生活垃圾等。

2、营运期

2.1 工艺流程及产污环节图

本项目燃气锅炉供热流程如下。



注：G 燃气废气、S1 废包装材料、S2 废离子交换树脂、W1 锅炉排浓水、W2 离子交换树脂反冲洗废水

图 2-5 燃气锅炉供热流程及产污环节图

锅炉运行工艺说明：

（1）燃烧系统

天然气在中低压调压柜降压后由管道输送至锅炉内置低氮燃烧器，与锅炉送风混合后进入炉膛燃烧。本项目采用的燃气锅炉为低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉，低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉采用水冷式冷火焰燃烧方式有效降低 NO_x 的产生，不需要烟气二次燃烧，不会降低锅炉热效率和锅炉功率。水冷式冷火焰燃烧方式：通过不锈钢翅片管燃烧，管外是火，管内为水，降低火焰温度的同时迅速冷水吸热量达到冷火焰状态，因此不用空气过滤，不回火，不会爆燃，是最安全、最稳定的低氮燃烧方式。NO_x 排放浓度不超过 20mg/m³。本项目锅炉内燃烧生成的烟气经锅炉各受热面换热后，每台锅炉自带 1 台鼓风机，风机采用变转速调节控制方式，烟气最终由现有 1 根 31m 高排气筒 P1 外排。

内置低氮燃烧器工作原理：氮氧化物主要为一氧化氮和二氧化氮，炉温越高产生量越大，炉膛温度是决定氮氧化物的关键因素，本项目采用水冷式冷火焰燃烧方式，独特的水冷燃烧，迅速降低火焰温度，使氮氧化物排放量极低，水冷式冷火焰燃烧通过不锈钢翅片管燃烧，管外是火，管内为水，降低火焰温度的同时迅速冷水吸热量达到冷火焰状态。NO_x 排放浓度不超过 20mg/m³。

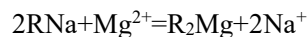
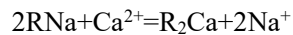
（2）锅炉供热系统

水循环系统采用间接供热方式，锅炉侧采用开式无压系统，锅炉出水与系统高处膨胀水箱连接，锅炉产生的高温水供至换热间换热后供至各小区换热站。现有一次系统设置 3 台板

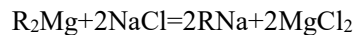
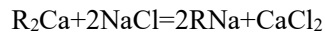
式换热器。一次热力系统流程为：一次网回水管→除污器→热源循环泵→热泵→板换→各小区换热站。

(3) 软化水处理设施

本项目软水制备依托现有流量控制型全自动软水器，采用离子交换方式进行自来水的软化，即通过阳离子交换树脂吸附水中的钙、镁离子，以降低水的硬度，从而防止锅炉内壁、管道结垢，降低锅炉传热性能。离子交换原理为：将自来水通过阳离子交换树脂，使水中的硬度成分 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与树脂中的 Na^+ 相交换，从而吸附水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，使水得到软化。如以 RNa 代表阳离子交换树脂，其交换过程如下：



自来水通过阳离子交换树脂后，水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 被置换为 Na^+ 。生成的 R_2Ca 、 R_2Mg 吸附在阳离子树脂表面。当树脂使用一段时间后，吸附的杂质接近饱和，需要进行再生。再生时，使用接近饱和状态的树脂在氯化钠溶液中充分浸泡，即可实现树脂再生，再生过程如下：



经上述处理，树脂即可恢复原来的交换性能。离子交换树脂定期进行反洗，该反洗过程间断进行，该过程会产生少量的离子交换树脂反冲洗废水；离子交换树脂达到使用寿命后需要进行更换，产生废离子交换树脂、废包装材料。

(4) 除氧

锅炉给水中的溶解氧会腐蚀热力系统的金属。本项目依托现有真空电子除氧器进行除氧，其原理为：利用真空电子除氧器，该仪器安装在循环管道的旁路上，依靠真空析出原理，将循环水中的氧气析出。本项目锅炉补水量约为 $0.077\text{m}^3/\text{h}$ 。现有真空电子除氧器水处理量 $1.8\text{t}/\text{h}$ ，现有燃气锅炉补水量为 $0.115\text{m}^3/\text{h}$ ，扩建后全厂燃气锅炉补水量为 $0.192\text{m}^3/\text{h}$ ，因此扩建后真空电子除氧器满足全厂燃气锅炉补水量除氧要求。

(5) 锅炉排水

锅炉在运行过程中为减少炉体及管路水中水垢渣，保证其水质清洁度，需排出少量浓水。锅炉排污水先排入室外排污降温池，扩建后全厂锅炉排浓水量为 $3.22\text{m}^3/\text{d}$ ，现有排污降温池容积 1m^3 ，排污降温池每天排水 4 次，满足扩建后锅炉排水需求，冷却后再经管道排入市政污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂处理。

燃气空气源吸收热泵运行工艺说明：

根据供热需求，除锅炉外，本项目另设 40 台燃气空气源吸收热泵机组，利用供热站内的换热装置和供热管网对住户进行供暖。空气源热泵系统工作原理：空气源热泵是一种能量提

升装置，由蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀、四通换向阀、风机等主要部件组成。根据逆卡诺循环原理，低温低压液体循环工序通过蒸发器吸收室外空气中的热能蒸发为气体，以天然气作为驱动能源，驱动压缩机运行，将来自蒸发器的低温低压制冷剂（本项目使用的制冷剂为 R717 氨，在系统内循环，无需更换和补充，R717 氨为国家允许使用类的制冷剂）蒸气压缩成高温高压气体；高温高压气体进入冷凝器中释放出大量的热量而凝结成高压低温液体，冷凝热用于采暖供热；高压低温液体经膨胀阀节流降压后呈低温低压液体状态进入蒸发器，在蒸发器中吸收室外环境中热量而气化为低压气体，继而再次被吸入压缩机中压缩，开始下一个循环。燃气空气源吸收式热泵通过燃气燃烧促进制冷剂（氨）循环和吸收剂（水）循环，在循环冷却过程中吸收空气中的热能。机组热效率 COP 最高达 1.8，是传统燃气锅炉的两倍，大大降低了天然气的消耗量。机组使用范围广泛，可在环境温度-30℃到 43℃内稳定运转，水温可从 5℃到 55℃工况范围内有效运转。

燃气空气源吸收式热泵采用预混低温燃烧技术，该技术可有效降低氮氧化物排放，技术原理如下：全预混燃烧技术是将燃气与空气通过文丘里吸入，经过风机搅拌，在进入燃烧头之前完全混合，预混腔体将燃气与空气分子再次充分均匀搅散，使得混合更为完整。从而使燃烧速度不再受限于气体扩散速度等物理条件，燃烧速度更快，效率更高。采用金属丝网燃烧头，把火焰拆分成大面积无数的微小火焰均匀贴附加热换热器，燃烧时火焰在燃烧器的表面是由无数蓝色火苗组成的火面，此种燃烧状态称为面式燃烧，这也是天然气最佳的燃烧状态。

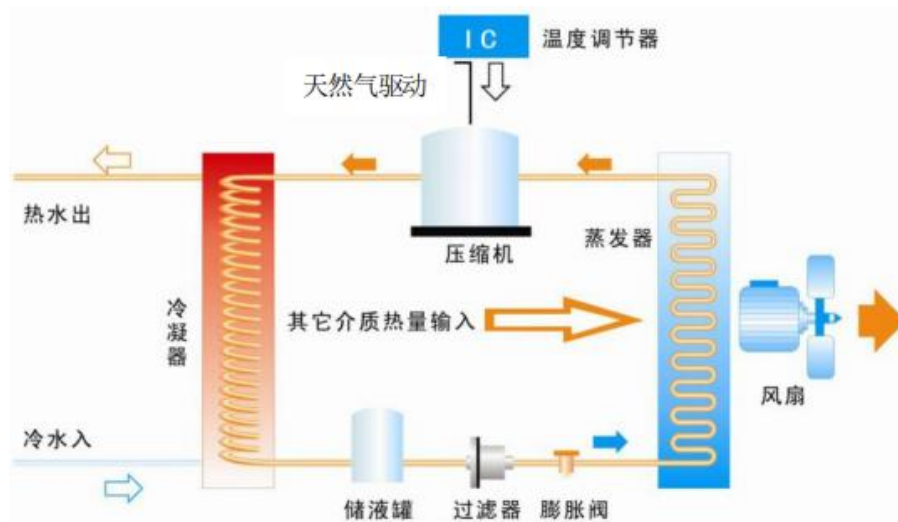


图2-6 燃气空气源吸收式热泵工作原理图

2.2 主要污染工序

本项目营运期主要污染工序见下表。

表2-9 营运期主要污染工序

类别	产生工序	主要污染因子	治理措施
----	------	--------	------

废气	4 台燃气锅炉运行	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、CO、烟气黑度	锅炉燃气废气通过现有 1 根 31m 高排气筒 P1
	40 台燃气空气源吸收式热泵运行	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	无组织排放
废水	锅炉运行、软水制备工序	pH、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS	锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理
噪声	设备运行	噪声	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理
固体废物	原料拆包	废包装材料	物资回收部门回收
	离子交换树脂再生	废离子交换树脂	物资回收部门回收

1、现有项目概况

天津市金骏供热有限公司汽车园供热站位于天津市武清区汽车园悦恒道 11 号，主要负责天津市武清区汽车零部件产业园内企业及周边生活区的冬季供暖，现有 6 台 5t/h 燃气热水锅炉、72 台 85KW 燃气空气源吸收式热泵，供热面积约 40 万 m²，用热需求为 22MW。汽车园供热站占地面积 40969.7m²，总建筑面积为 23299.12m²。

1.1 现有环保手续履行情况

天津市金骏供热有限公司汽车园供热站环保手续履行情况如下：

表 2-10 现有工程环评及环保竣工验收情况汇总表

项目名称	环评批复时间	环评批复文号	竣工环保验收时间	运行状况	建设内容
天津市金骏供热有限公司汽车园供热站项目现状环境影响评估报告	2016.10.31	津武审批环函[2016]5 号	/	已停用拆除	建设一台 65t/h 的燃煤热水锅炉及其配套附属设施
天津市金骏供热有限公司汽车园供热站脱硫脱硝除尘提标改造项目环境影响报告表	2017.10.12	津武审环表[2017]185 号	2018.2.5 自主验收、 2018.11.13 固废验收 津武审验[2018]200 号	已停用拆除	对脱硫、除尘工艺进行改造，新增除氮工艺
汽车园供热站锅炉煤改燃项目环境影响报告表	2023.1.10	津武审环表[2023]4 号	2023.2.25	正常运行	建设 6 台 5t/h 燃气热水锅炉、72 台 85KW 燃气空气源吸收式热泵及其附属设备

2、现有工程内容

天津市金骏供热有限公司汽车园供热站占地面积 40969.7m²，总建筑面积为 23299.12m²，主要建筑包括锅炉房、煤棚及其配套附属设施等。现有工程内容如下：

表 2-11 现有工程内容组成一览表

项目名称	工程名称	工程内容
		现有工程建设内容
主体工程	综合楼	1 层、2 层、3 层用于办公，局部 4 层—6 层闲置，7 层位消防水箱间。

与项目有关的原有环境污染问题

	锅炉房	锅炉房一层购置安装 6 台 5t/h 燃气热水锅炉等附属设施。
	燃气空气源吸收式热泵	位于厂区东南角，安装 72 台 85KW 燃气空气源吸收式热泵。
辅助工程	调压柜	位于站内东南侧，单层，高 2m，建筑面积约为 5m ² ，由天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司铺设燃气管道并安装一套流量为 5000m ³ /h 的燃气中低压调压柜。
	软水系统	软水制备、10m ³ /h
公用工程	供水工程	由市政供水管网供给
	排水工程	排入市政污水管网
	供电工程	由市政电网供给
	燃料供给	燃气由天津市津辰燃气销售有限公司武清分公司供应，并由其负责铺设燃气管道进厂、建设中低压调压柜。
	供热制冷工程	办公区供暖由本站自行供给，锅炉房内无需供暖；办公区内制冷使用分体式空调，锅炉房内无需制冷。
	食宿	不设置食堂、宿舍
环保工程	废水治理工程	锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水排入市政管网，职工生活废水经厂区化粪池静置沉淀后最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。
	废气治理工程	燃气锅炉天然气燃烧产生的燃气废气经锅炉内置低氮燃烧器处理后，由 1 根 31m 高排气筒 P1 有组织排放。燃气空气源吸收式热泵无组织排放。
	固废治理工程	废包装材料、废离子交换树脂外售物资回收部门。生活垃圾由城管委定期清运。
	噪声治理工程	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理。

现有生产设备情况详见下表：

表 2-12 现有工程生产设备一览表

序号	设备名称	规格型号	设备数量 (台/套)	位置	用途
1	常压冷凝燃气热水锅炉	DSR3500-I, Q=3500KW (内置低氮燃烧器、鼓风机)	6	锅炉房内	供热
2	锅炉循环水泵	NIS150-125-250G/4 极/240; 流量 G=132t/h, 扬程 H=20m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=18.5KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	6	锅炉房内	内外网水循环
3	定压膨胀水箱	5m ³	1	锅炉房	锅炉定压
4	锅炉等截面板式换热器	Q9.34MW, F540m ² , 304 不锈钢材质, 热侧进出水温度 75/50°C, 冷侧进出水温度 47/70°C	3	泵房	与外网换热
5	换热器循环泵	NSC250/200-305-3/10-254, 流量 G=530t/h, 扬程 H=14m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=30KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	2	泵房	与内网换热
6	补热泵	NSC250/200-305-3/10-254, 流量 G=530t/h, 扬程 H=14m, 转数 n=1480rpm, N=30KW/380v(电机适用 5~50Hz 变频)	2	泵房	与外网换热
7	燃气空气源吸收式热泵	VGAHR085、Q85KW; $\eta \geq 200\%$, G 空气=55m ³ /h, G 烟气=70m ³ /h	72	厂区内	供热
8	外网循环泵	流量 G=700t/h, 扬程 H=65m, 转数 n=1480rpm, 电机功率 N=185KW	1	泵房	换热
9	外网循环泵	流量 G=850t/h, 扬程 H=76m, 转数	1	泵房	换热

		n=1480rpm, 电机功率 N=25KW			
10	全自动软水器	10m³/h	1	泵房	水质软化
11	装配式玻璃钢水箱	31.5m³	1	泵房	储存软化水水箱
12	管网补水泵	CDL30-40-2	2	泵房	外网定压
13	真空电子除氧器	水处理量: 1.8t/h	2	泵房	循环水除氧
14	排污降温池	1m³	1	厂房外	锅炉排浓水降温

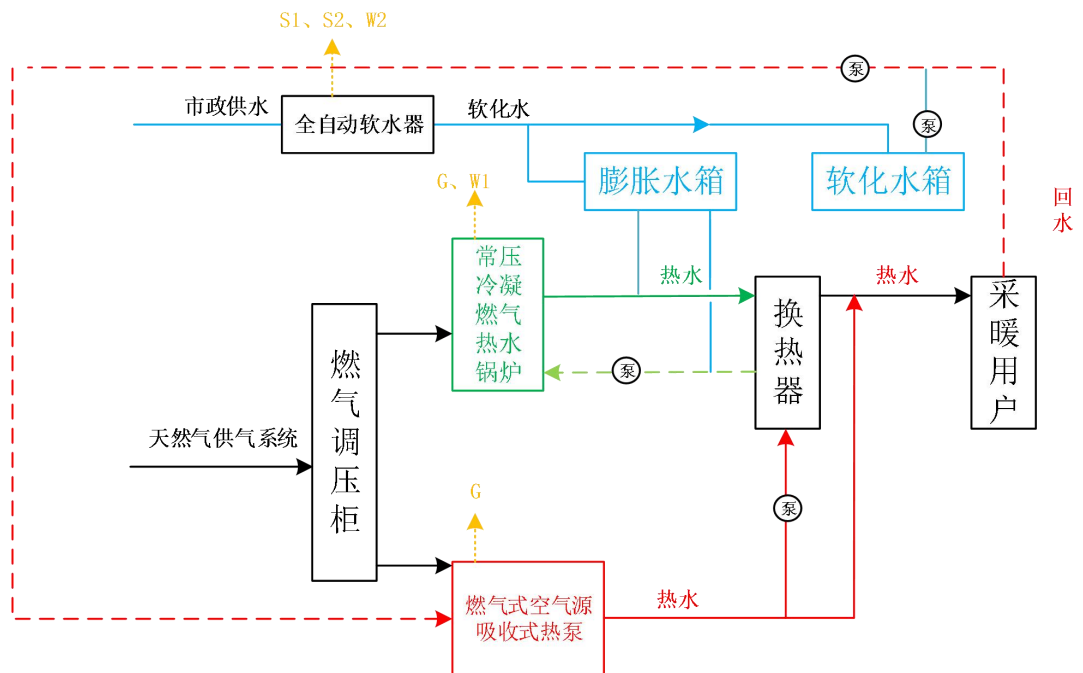
现有工程满负荷运转时能源消耗情况详见下表:

表 2-13 现有工程能源消耗情况一览表

序号	原辅料	消耗量	单位
1	离子交换树脂	0.8	t
2	氯化钠	0.5	t
3	自来水	540.798	m³
4	电	14	万 kW·h
5	天然气	899.3	万 Nm³/a

3、现有工程生产工艺

工艺流程图如下图所示:



注: G 燃气废气、S1 废包装材料、S2 废离子交换树脂、W1 锅炉排浓水、W2 离子交换树脂反冲洗废水

图 2-7 燃气锅炉供热流程及产污环节图

锅炉运行工艺说明:

(1) 燃烧系统

天然气在中低压调压柜降压后由管道输送至锅炉内置低氮燃烧器,与锅炉送风混合后进入炉膛燃烧。现有工程采用的燃气锅炉为低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉,低氮全预混常压冷凝燃气热水锅炉采用水冷式冷火焰燃烧方式有效降低 NO_x 的产生,不需要烟气二次燃

烧，不会降低锅炉热效率和锅炉功率。水冷式冷火焰燃烧方式：通过不锈钢翅片管燃烧，管外是火，管内为水，降低火焰温度的同时迅速冷水吸热量达到冷火焰状态，因此不用空气过滤，不回火，不会爆燃，是最安全、最稳定的低氮燃烧方式。NO_x 排放浓度不超过 20mg/m³。现有工程锅炉内燃烧生成的烟气经锅炉各受热面换热后，每台锅炉自带 1 台鼓风机，风机采用变转速调节控制方式，烟气最终由 1 根 31m 高排气筒 P1 外排。

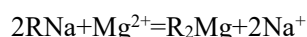
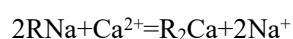
内置低氮燃烧器工作原理：氮氧化物主要为一氧化氮和二氧化氮，炉温越高产生量越大，炉膛温度是决定氮氧化物的关键因素，采用水冷式冷火焰燃烧方式，独特的水冷燃烧，迅速降低火焰温度，使氮氧化物排放量极低，水冷式冷火焰燃烧通过不锈钢翅片管燃烧，管外是火，管内为水，降低火焰温度的同时迅速冷水吸热量达到冷火焰状态。NO_x 排放浓度不超过 20mg/m³。

(2) 锅炉供热系统

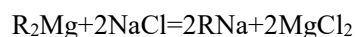
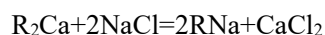
水循环系统采用间接供热方式，锅炉侧采用开式无压系统，锅炉出水与系统高处膨胀水箱连接，锅炉产生的高温水供至换热间换热后供至各小区换热站。一次系统设置 3 台板式换热器。一次热力系统流程为：一次网回水管→除污器→热源循环泵→热泵→板换→各小区换热站。

(3) 软化水处理设施

现有工程软水制备使用流量控制型全自动软水器，采用离子交换方式进行自来水的软化，即通过阳离子交换树脂吸附水中的钙、镁离子，以降低水的硬度，从而防止锅炉内壁、管道结垢，降低锅炉传热性能。离子交换原理为：将自来水通过阳离子交换树脂，使水中的硬度成分 Ca²⁺、Mg²⁺与树脂中的 Na⁺相交换，从而吸附水中的 Ca²⁺、Mg²⁺，使水得到软化。如以 RNa 代表阳离子交换树脂，其交换过程如下：



自来水通过阳离子交换树脂后，水中的 Ca²⁺、Mg²⁺被置换为 Na⁺。生成的 R₂Ca、R₂Mg 吸附在阳离子树脂表面。当树脂使用一段时间后，吸附的杂质接近饱和，需要进行再生。再生时，使用接近饱和状态的树脂在氯化钠溶液中充分浸泡，即可实现树脂再生，再生过程如下：



经上述处理，树脂即可恢复原来的交换性能。离子交换树脂定期进行反洗，该反洗过程间断进行，该过程会产生少量的离子交换树脂反冲洗废水；离子交换树脂达到使用寿命后需要进行更换，产生废离子交换树脂、废包装材料。

(4) 除氧

锅炉给水中的溶解氧会腐蚀热力系统的金属。采用真空电子除氧器进行除氧，其原理为：利用真空电子除氧器，该仪器安装在循环管道的旁路上，依靠真空析出原理，将循环水中的氧气析出。

（5）锅炉排水

锅炉在运行过程中为减少炉体及管路水中水垢渣，保证其水质清洁度，需排出少量浓水。锅炉排污水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道排入市政污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂处理。

燃气空气源吸收热泵运行工艺说明：

根据供热需求，除锅炉外，现有工程另设 72 台燃气空气源吸收热泵机组，利用供热站内的换热装置和供热管网对住户进行供暖。空气源热泵系统工作原理：空气源热泵是一种能量提升装置，由蒸发器、压缩机、冷凝器、膨胀阀、四通换向阀、风机等主要部件组成。根据逆卡诺循环原理，低温低压液体循环工序通过蒸发器吸收室外空气中的热能蒸发为气体，以天然气作为驱动能源，驱动压缩机运行，将来自蒸发器的低温低压制冷剂（使用的制冷剂为 R717 氨，在系统内循环，无需更换和补充，R717 氨为国家允许使用类的制冷剂）蒸气压缩成高温高压气体；高温高压气体进入冷凝器中释放出大量的热量而凝结成高压低温液体，冷凝热用于采暖供热；高压低温液体经膨胀阀节流降压后呈低温低压液体状态进入蒸发器，在蒸发器中吸收室外环境中热量而气化为低压气体，继而再次被吸入压缩机中压缩，开始下一个循环。燃气空气源吸收式热泵通过燃气燃烧促进制冷剂（氨）循环和吸收剂（水）循环，在循环冷却过程中吸收空气中的热能。机组热效率 COP 最高达 1.8，是传统燃气锅炉的两倍，大大降低了天然气的消耗量。机组使用范围广泛，可在环境温度-30℃到 43℃内稳定运转，水温可从 5℃到 55℃工况范围内有效运转。

燃气空气源吸收式热泵采用预混低温燃烧技术，该技术可有效降低氮氧化物排放，技术原理如下：全预混燃烧技术是将燃气与空气通过文丘里吸入，经过风机搅拌，在进入燃烧头之前完全混合，预混腔体将燃气与空气分子再次充分均匀搅散，使得混合更为完整。从而使燃烧速度不再受限于气体扩散速度等物理条件，燃烧速度更快，效率更高。采用金属丝网燃烧头，把火焰拆分成大面积无数的微小火焰均匀贴附加热换热器，燃烧时火焰在燃烧器的表面是由无数蓝色火苗组成的火面，此种燃烧状态称为面式燃烧，这也是天然气最佳的燃烧状态。

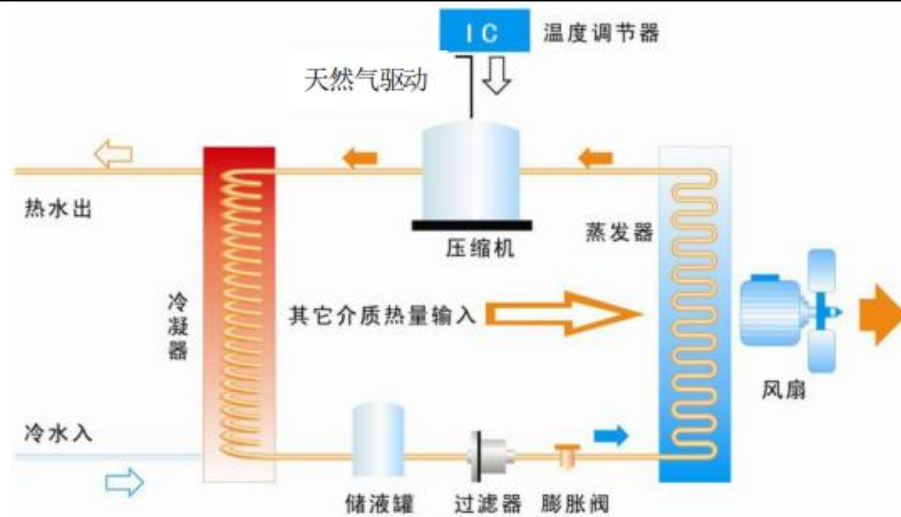


图2-8 燃气空气源吸收式热泵工作原理图

4、现有工程污染物排放及达标分析

(1) 废气

①有组织废气

6台5t/h的燃气热水锅炉天然气燃烧产生的燃气废气经锅炉内置低氮燃烧器处理后，经一根31m高排气筒P1有组织排放，72台燃气空气源吸收式热泵机组燃气废气无组织排放。根据《汽车园供热站锅炉煤改燃项目竣工环境保护验收监测报告》，天津云盟检测技术服务有限责任公司于2023年01月11日~01月12日对《汽车园供热站锅炉煤改燃项目》进行了废气竣工验收监测（报告编号：YMBG23011718），燃气锅炉天然气燃烧产生的燃气废气监测结果见下表。

表 2-14 现有工程燃气废气有组织排放监测数据及标准限值表

检测项目	时间频次	排气温度 (°C)	含湿量 (%)	排气流速 (m/s)	标态干废气量 (m³/h)	含氧量 (%)	实测排放浓度 (mg/m³)	折算排放浓度 (mg/m³)	排放速率 (kg/h)
颗粒物	2023.01.11	51.4	6.3	4.95	16089	7.9	<1.3	<1.7	0.010
SO ₂							<3	<4	0.024
NO _x							5	7	0.080
CO							<3	<4	0.024
烟气黑度							<1 (级)		
颗粒物	第二次	53.1	6.3	4.71	15211	7.9	<1.5	<2.0	0.011
SO ₂							<3	<4	0.023
NO _x							6	8	0.091
CO							<3	<4	0.023
烟气黑度							<1 (级)		

颗粒物	第三次	52.2	6.3	4.83	15651	7.9	<1.3	<1.7	0.010
SO ₂							<3	<4	0.023
NO _x							5	7	0.078
CO							<3	<4	0.023
烟气黑度							<1 (级)		
颗粒物	第一次	50.3	6.6	4.81	15565	7.9	<1.3	<1.7	0.010
SO ₂							<3	<4	0.023
NO _x							5	7	0.079
CO							<3	<4	0.023
烟气黑度							<1 (级)		
颗粒物	第二次	52.7	6.6	4.78	15333	7.9	<1.5	<2.0	0.011
SO ₂							<3	<4	0.023
NO _x							6	8	0.092
CO							<3	<4	0.023
烟气黑度							<1 (级)		
颗粒物	第三次	51.5	6.6	4.79	15433	7.9	<1.3	<1.7	0.010
SO ₂							<3	<4	0.023
NO _x							6	8	0.093
CO							<3	<4	0.023
烟气黑度							<1 (级)		

由上表可知，锅炉燃气废气颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳折算浓度、烟气黑度满足《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）中表4新建锅炉大气污染物排放浓度限值。

②无组织废气

根据《汽车园供热站锅炉煤改燃项目竣工环境保护验收监测报告》，天津云盟检测技术服务有限责任公司于2023年01月11日~01月12日对《汽车园供热站锅炉煤改燃项目》进行了废气竣工验收监测（报告编号：YMBG23011719），厂界颗粒物、二氧化硫、氮氧化物监测结果如下：

表 2-15 厂界废气浓度排放情况

项目	点位	时间频次	检测结果	单位	标准值 (mg/m ³)	达标情况
总悬浮颗粒物	上风向o1	2023.01.11	第一次	319	μg/m ³	达标
			第二次	317		达标
			第三次	424		达标

		下风向○2	2023.01.12	第一次	366			达标
				第二次	376			达标
				第三次	450			达标
		下风向○3		第一次	394			达标
				第二次	374			达标
				第三次	468			达标
		下风向○4		第一次	349			达标
				第二次	343			达标
				第三次	471			达标
		上风向○1		第一次	366			达标
				第二次	339			达标
				第三次	461			达标
	下风向○2	第一次	386	达标				
		第二次	349	达标				
		第三次	479	达标				
	下风向○3	第一次	389	达标				
		第二次	398	达标				
		第三次	506	达标				
	下风向○4	第一次	379	达标				
		第二次	349	达标				
		第三次	521	达标				
	氮氧化物	上风向○1	2023.01.11	第一次	0.076	mg/m ³	0.12	达标
				第二次	0.070			达标
				第三次	0.070			达标
下风向○2				第一次	0.076			达标
				第二次	0.070			达标
				第三次	0.077			达标
下风向○3		第一次	0.080	达标				
		第二次	0.070	达标				
		第三次	0.072	达标				
下风向○4		第一次	0.076	达标				
		第二次	0.074	达标				
		第三次	0.071	达标				
上风向○1		2023.01.12	第一次	0.072	达标			
			第二次	0.070	达标			
			第三次	0.070	达标			
下风向○2			第一次	0.073	达标			
			第二次	0.078	达标			
			第三次	0.079	达标			
下风向○3	第一次		0.074	达标				
	第二次		0.076	达标				
	第三次		0.074	达标				
下风向○4	第一次		0.077	达标				
	第二次		0.078	达标				
	第三次		0.073	达标				
二氧化硫	上风向○1	2023.01.11	第一次	0.007	mg/m ³	0.4	达标	

	下风向○2		第二次	0.008			达标
			第三次	0.007			达标
			第一次	0.011			达标
	下风向○3		第二次	0.010			达标
			第三次	0.010			达标
			第一次	0.010			达标
	下风向○4		第二次	0.010			达标
			第三次	0.011			达标
			第一次	0.010			达标
	上风向○1	2023.01.12	第一次	0.010			达标
			第二次	0.010			达标
			第三次	0.010			达标
	下风向○2		第一次	0.013			达标
			第二次	0.013			达标
			第三次	0.013			达标
	下风向○3		第一次	0.013			达标
第二次			0.012	达标			
第三次			0.012	达标			
下风向○4		第一次	0.014	达标			
		第二次	0.013	达标			
		第三次	0.014	达标			

由上表可知，现有工程厂界颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中排放限值要求，已实现达标排放。

（2）废水

排废水为锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水、生活污水，经厂区污水总排口排入市政管网最终排入汽车产业园污水处理厂，根据《汽车园供热站锅炉煤改燃项目竣工环境保护验收监测报告》，天津云盟检测技术服务有限责任公司于2023年01月11日~01月12日对《汽车园供热站锅炉煤改燃项目》进行了废水竣工验收监测（报告编号：YMBG23011717），废水监测结果见下表。

表 2-16 现有工程污水排放检测数据及标准限值表

检测时间	检测项目	单位	检出限	检测结果			
				第一次	第二次	第三次	第四次
2023.01.11	pH 值	无量纲	/	7.2 (10.3℃)	7.2 (10.3℃)	7.2 (10.5℃)	7.1 (10.6℃)
	化学需氧量	mg/L	4	26	29	25	30
	五日生化需氧量	mg/L	0.5	10.0	11.4	9.9	10.6
	悬浮物	mg/L	1	3	2	5	4
	动植物油	mg/L	0.06	0.25	0.28	0.25	0.27
	氨氮	mg/L	0.025	2.50	2.67	2.60	2.33
	总磷	mg/L	0.01	0.30	0.31	0.31	0.32
	总氮	mg/L	0.05	4.73	4.65	4.67	4.69
2023.01.12	pH 值	无量纲	/	7.1 (11.2℃)	7.2 (11.5℃)	7.1 (10.7℃)	7.2 (10.9℃)

化学需氧量	mg/L	4	33	36	31	33
五日生化需氧量	mg/L	0.5	11.2	12.2	12.6	11.8
悬浮物	mg/L	1	7	6	7	9
动植物油	mg/L	0.06	0.34	0.25	0.21	0.21
氨氮	mg/L	0.025	3.27	3.18	3.10	3.34
总磷	mg/L	0.01	0.34	0.36	0.35	0.35
总氮	mg/L	0.05	5.17	5.33	5.13	5.23

由上表可知，废水污染物浓度值均可满足《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）中三级标准限值要求，可达标排放。

（3）噪声

根据《汽车园供热站锅炉煤改燃项目竣工环境保护验收监测报告》，天津市宏源检测技术有限公司于2023年01月29日~01月30日对《汽车园供热站锅炉煤改燃项目》进行了噪声竣工验收监测（报告编号：EC06000726），噪声监测结果见下表。

表 2-17 现有工程噪声排放监测数据及标准限值表 单位：dB(A)

点位名称	检测日期	检测时间	主要声源	结果值
东厂界	2023.01.29	昼间第一次	设备	57
南厂界			设备	58
西厂界			设备	54
北厂界			设备	58
东厂界		昼间第二次	设备	56
南厂界			设备	57
西厂界			设备	55
北厂界			设备	56
东厂界		夜间第一次	设备	48
南厂界			设备	47
西厂界			设备	49
北厂界			设备	47
东厂界		夜间第二次	设备	47
南厂界			设备	47
西厂界			设备	46
北厂界			设备	48
东厂界	2023.01.30	昼间第一次	设备	55
南厂界			设备	57
西厂界			设备	55
北厂界			设备	57
东厂界		昼间第二次	设备	56
南厂界			设备	58
西厂界			设备	55
北厂界			设备	56
东厂界		夜间第一次	设备	48
南厂界			设备	47
西厂界			设备	47
北厂界			设备	48
东厂界		夜间第二次	设备	47
南厂界			设备	47
西厂界			设备	46
北厂界			设备	46

由上表可知，厂界噪声排放可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）

中3类标准限值要求，可达标排放。

(4) 固体废物

现有工程固体废物产生及处置情况如下表。

表 2-18 现有工程固废处置情况表

分类	名称	产生量 (t/a)	排放方式及途径
生活垃圾	生活垃圾	1.29	城管委定期清运
一般固废	废离子交换树脂	0.8	外售物资回收部门
	废包装材料	0.1	

现有工程运营过程中产生的废离子交换树脂、废包装材料集中收集后外售物资回收部门综合利用，生活垃圾由城管委定期清运。各项废弃物的处理处置措施合理、可行。

5、总量控制指标

现有工程总量控制指标见下表。

表 2-19 现有工程污染物排放总量

污染物类别	污染物名称	实际排放量 t/a	环评批复总量 t/a	
			津武审环表[2017]185号	津武审环表[2023]4号 ^②
废水	COD _{Cr}	0.005	/	0.3185
	氨氮	0.0001	/	0.0034
废气	NO _x	0.337	29.89 ^①	/

注：现有工程实际排水量约为 399.238m³/a，“实际排放量”根据验收监测数据进行核算。废气实际排放量根据验收监测数据进行核算。

①现有工程 NO_x 批复量根据《关于天津市金骏供热有限公司汽车园供热站脱硫脱硝除尘提标改造项目污染物排放总量的说明》。

②《天津市金骏供热有限公司汽车园供热站锅炉煤改燃项目环境影响报告表》（津武审环表[2023]4号）批复量。

6、应急预案、排污许可证履行情况

根据《固定污染源排污许可分类管理名录（2019年版）》（生态环境部令第11号），现有工程行业类别属于“三十九、电力、热力生产和供应 44-96 热力生产和供应-单台或者合计出力 20 吨/小时（14 兆瓦）及以上的锅炉（不含电热锅炉）”，实施重点管理。目前天津市金骏供热有限公司汽车园供热站燃气锅炉已按要求于 2023 年 02 月 15 日取得变更排污许可证（证书编号：9112022258133792XQ002R）。未编制突发环境事件应急预案。

7、排污口规范化情况

供热站内现设置一个废气排放口、一个污水总排口、一般固废废物暂存间。排污口附近设置有环境保护图形标志牌，废气排放口还设置有便于采样、监测的采样口。供热站内排污口已进行规范化设置，满足相应要求。现有排污口规范化情况如下图：



燃气锅炉排气筒 P1



一般固体废物暂存间



污水排放口

8、现有工程环境遗留问题结论及整改措施

根据现场踏勘情况，建设单位现状废气污染物达标排放，废水达标排放且去向合理，固体废物有合理的收集和处置措施，噪声达标排放，废气排污口、污水排口、一般固废暂存间进行了规范化设置。现有工程已取得排污许可证，污染物总量可满足总量控制要求。

现有工程存在的环境问题有：

- ①未编制突发环境事件应急预案。

整改措施：

①本项目批复后企业应根据相关文件要求编制突发环境事件应急预案，并向企业所在地生态环境主管部门备案。同时，环境应急预案每三年或发生生产工艺和技术变化、周围环境保护目标发生变化、相关法律法规等发生变化及其他情形的，建设单位应重新修订环境应急

预案，并向生态环境部门重新备案。

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域 环境 质量 现状	1、大气环境					
	<p>本项目位于天津市武清区汽车园悦恒道 11 号。根据大气功能区划分，项目所在地为二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及其修改单（公告[2018]第 29 号）限值。根据天津市生态环境局网站武清区 2021 年环境空气质量数据，项目区域环境空气质量监测结果见下表。</p>					
	表 3-1 2021 年武清区环境空气质量监测结果 单位：（除 CO mg/m³）μg/m³					
	污染物	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率%	达标情况
	PM _{2.5}	年平均质量浓度	41	35	117.1	不达标
	PM ₁₀		69	70	98.6	达标
	SO ₂		10	60	16.7	达标
	NO ₂		36	40	90.0	达标
	CO	第 95 百分位数 24h 平均浓度	1.5	4	37.5	达标
	O ₃	第 90 百分位数 8h 平均浓度	174	160	108.8	不达标
<p>注：SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 4 项污染物为浓度年均值，CO 为 24 小时平均浓度第 95 百分位数，O₃ 为日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数。</p>						
<p>由上表可知，六项污染物没有全部达标，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），6.4.1.1 城市环境空气质量达标情况评价指标为 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃，六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标，因此，本项目所在区域为不达标区域。</p>						
<p>改善目标：根据《天津市深入打好污染防治攻坚战行动方案》、《关于印发天津市深入打好蓝天、碧水、净土三个保卫战行动计划的通知》津污防攻坚指〔2022〕2 号等文件，随着天津市各项污染防治措施的逐步推进，本项目选址区域空气质量将逐渐好转。</p>						
2、声环境						
<p>根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南》（污染影响类）要求，调查本项目厂界外 50m 范围内声环境保护目标，根据调查结果，项目厂界外 50m 范围内无声环境保护目标，故无需开展声环境质量现状调查。</p>						
3、地下水、土壤环境						
<p>根据现场踏勘及生产工艺分析，现有排污降温池为地下结构，排污降温池内为锅炉排浓水，锅炉排浓水废水水质参考《社会区域类环境影响评价》（中国环境出版社）中清静下水水质，即 pH6~9（无量纲）、COD_{Cr}50mg/L、BOD₅ 20mg/L、SS100mg/L，排污降温池内锅炉排浓水不含有毒有害物质，本项目锅炉房内部均进行地面硬化，排污降温池为地下结构，为钢筋混凝土结构底板，同时铺设水泥基渗透结晶型防水一道、聚合物水泥防水涂料一层，均进行防腐防渗，因此不存在土壤、地下水环境污染途径，无需</p>						

	<p>进行地下水、土壤环境现状调查。生活污水、雨水管道做好接头连接、防腐防渗，不会对地下水、土壤产生影响。综上分析，本项目不存在地下水、土壤污染途径，无需进行地下水、土壤现状调查。</p> <p>4、生态环境</p> <p>本项目为在原锅炉房地址进行扩建，不涉及新增用地，且用地范围内无生态环境保护目标，无需进行生态现状调查。</p>																																
<p>环境保护目标</p>	<p>1、大气环境保护目标</p> <p>本项目厂界外 500m 范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区、文化区和农村地区中人群较集中的区域等保护目标，周边 500m 范围情况详见附图 3。</p> <p>2、声环境保护目标</p> <p>本项目厂界外 50m 范围内无声环境保护目标，周边 50m 范围情况详见附图 3。</p> <p>3、地下水环境保护目标</p> <p>本项目厂界外 500m 范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源，因此本项目无地下水环境保护目标。</p> <p>4、生态环境保护目标</p> <p>本项目为在原锅炉房地址进行扩建，不涉及新增用地，且用地范围内无生态环境保护目标。</p>																																
<p>污染物排放控制标准</p>	<p>1、废气</p> <p>本项目锅炉燃气废气执行《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）中表 4 新建锅炉大气污染物排放浓度限值，本项目燃气空气源吸收式热泵排放的无组织燃气废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 排放限值，具体见下表。</p> <p style="text-align: center;">表3-2 扩建锅炉大气污染物排放浓度限值</p> <table border="1" data-bbox="320 1420 1378 1632"> <thead> <tr> <th>锅炉类型</th> <th>污染物</th> <th>排气筒高度 (m)</th> <th>最高允许排放浓度 (mg/m³)</th> <th>标准来源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">燃气锅炉</td> <td>颗粒物</td> <td rowspan="5">31</td> <td>10</td> <td rowspan="5">《锅炉大气污染物排放标准》 (DB12/151-2020)</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>NO_x</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>烟气黑度</td> <td>≤1</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：现有工程 P1 排气筒周围半径 200m 范围内最高建筑物为本项目综合楼 27.8m 高，排气筒高度为 31m，满足排气筒高度高出最高建筑物 3m 以上的要求。</p> <p style="text-align: center;">表3-3 燃气空气源吸收式热泵无组织燃气废气排放限值</p> <table border="1" data-bbox="320 1742 1378 1901"> <thead> <tr> <th>锅炉类型</th> <th>污染物</th> <th>监控点</th> <th>最高允许排放浓度 (mg/m³)</th> <th>标准来源</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">燃气空气源吸收式热泵</td> <td>颗粒物</td> <td rowspan="3">厂界</td> <td>1.0</td> <td rowspan="3">《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>NO_x</td> <td>0.12</td> </tr> </tbody> </table>	锅炉类型	污染物	排气筒高度 (m)	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	标准来源	燃气锅炉	颗粒物	31	10	《锅炉大气污染物排放标准》 (DB12/151-2020)	SO ₂	20	NO _x	50	CO	95	烟气黑度	≤1	锅炉类型	污染物	监控点	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	标准来源	燃气空气源吸收式热泵	颗粒物	厂界	1.0	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)	SO ₂	0.4	NO _x	0.12
锅炉类型	污染物	排气筒高度 (m)	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	标准来源																													
燃气锅炉	颗粒物	31	10	《锅炉大气污染物排放标准》 (DB12/151-2020)																													
	SO ₂		20																														
	NO _x		50																														
	CO		95																														
	烟气黑度		≤1																														
锅炉类型	污染物	监控点	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	标准来源																													
燃气空气源吸收式热泵	颗粒物	厂界	1.0	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)																													
	SO ₂		0.4																														
	NO _x		0.12																														

2、废水

本项目废水排放执行《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）三级标准，见下表。

表3-4 废水排放标准

类别	污染因子	标准值	
		单位	数值
水污染物	pH	无量纲	6~9
	COD _{Cr}	mg/L	500
	BOD ₅	mg/L	300
	SS	mg/L	400

3、噪声

（1）施工期间噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB1253-2011）表1中限值要求，见下表。

表3-5 施工期环境噪声排放标准 单位：dB(A)

昼间	夜间
70	55

（2）根据市生态环境局关于印发《天津市声环境功能区划（2022年修订版）》的通知（津环气候[2022]93号），该地区属于3类标准适用区，运营期厂界环境噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准，见下表。

表3-6 运营期环境噪声排放标准 单位：dB(A)

声环境功能区类别	昼间	夜间
3类	65	55

4、固体废物

一般固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

5、其他

《关于加强我市排放口规范化整治工作的通知》（天津市生态环境局文件-津环保监测[2002]71号），《关于发布〈天津市污染源排放口规范化技术要求〉的通知》（天津市生态环境局文件-津环保监测[2007]57号）。

<p>总量 控制 指标</p>	<p>污染物排放总量控制是我国环境管理的重点工作，是建设项目的环境管理及环境影响评价的一项主要内容。根据《天津市人民政府办公厅关于印发天津市重点污染物排放总量控制管理办法（试行）的通知》（津政办规〔2023〕1号）确定本项目总量控制因子如下：</p> <p>废水污染物：COD_{Cr}。</p> <p>废气污染物：NO_x。</p> <p>颗粒物、SO₂作为特征因子进行核算。</p> <p>1、废水污染物排放总量</p> <p>本项目运营期排水为锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水，锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水经厂区污水总排口一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。</p> <p>（1）废水污染物预测排放量</p> <p>本项目采暖期废水排放量为 1.382m³/d（208.682m³/a），根据地表水章节预测水质计算得出采暖期污染物预测排放量为：</p> <p>COD_{Cr}: 208.682m³/a×50mg/L×10⁻⁶=0.010t/a;</p> <p>（2）废水污染物核定排放量</p> <p>废水排放标准执行《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）三级标准（COD_{Cr} 500mg/L），按上述水质指标核定废水污染物总量指标如下：</p> <p>COD_{Cr}: 208.682m³/a×500mg/L×10⁻⁶=0.104t/a。</p> <p>（3）废水污染物排入外环境量</p> <p>本项目废水经市政污水管网，最终进入汽车产业园污水处理厂集中处理，汽车产业园污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂水污染物排放标准》（DB12/599-2015）的 A 标准，即 COD_{Cr} 30mg/L。</p> <p>COD_{Cr}: 208.682m³/a×30mg/L×10⁻⁶=0.006t/a。</p> <p>2、废气污染物排放总量</p> <p>（1）废气污染物预测排放量：</p> <p>本项目建成后厂区锅炉房内有 4 台 5t/h 燃气热水锅炉，天然气燃烧过程产生燃气废气，主要污染物为：颗粒物、SO₂、NO_x、CO、烟气黑度，4 台 5t/h 燃气热水锅炉经现有一根 31m 高排气筒排放。</p> <p>本项目锅炉年运行 151 天，即 3624h/a。根据工程分析，污染物预测排放量如下：</p> <p>颗粒物：0.027t/a;</p>
-------------------------	---

SO₂: 0.21t/a;

NO_x: 1.59t/a。

(2) 废气污染物核定排放量:

本项目燃气锅炉废气大气污染物执行《锅炉大气污染物排放标准》(DB12/151-2020)表4中新建燃气锅炉大气污染物排放浓度限值(颗粒物 10mg/m³、二氧化硫 20mg/m³、氮氧化物 50mg/m³)，本项目4台燃气锅炉总烟气量为5431.2万Nm³/a。依据《锅炉大气污染物排放标准》(DB12/151-2020)核算量为:

颗粒物排放量=5431.2×10⁴m³/a×10mg/m³×10⁻⁹=0.543t/a;

SO₂排放量=5431.2×10⁴m³/a×20mg/m³×10⁻⁹=1.086t/a;

NO_x排放量=5431.2×10⁴m³/a×50mg/m³×10⁻⁹=2.716t/a。

本项目建成后各污染物排放总量见下表。

表3-7 主要污染物总量控制指标 单位: t/a

类别	污染物	预测排放量	核定排放量	排入外环境量
废水	COD _{Cr}	0.010	0.104	0.006
废气	颗粒物	0.027	0.543	0.027
	SO ₂	0.21	1.086	0.21
	NO _x	1.59	2.716	1.59

3、污染物总量汇总

本项目建设后，全厂总量控制指标分析如下。

表3-8 全厂污染物排放总量“三本账” 单位: t/a

污染物	现有工程许可排放量	现有工程实际排放量	本项目排放量	以新带老削减量	本项目建成后全厂排放量	排放增减量	
废气	颗粒物	/	0.033	0.027	0	0.06	+0.027
	SO ₂	/	0.7	0.21	0	0.91	+0.21
	NO _x	29.89	0.337	1.59	0	1.927	+1.59
废水	COD _{Cr}	0.3185	0.005	0.01	0	0.015	+0.01
	氨氮	0.0034	0.0001	/	0	0.0001	/

根据《天津市人民政府办公厅关于印发天津市重点污染物排放总量控制管理办法(试行)的通知》(津政办规〔2023〕1号)、《市生态环境局关于在环境影响评价与排污许可工作中加强重点污染物排放总量控制管理的通知》文件要求:氮氧化物排放总量、化学需氧量排放总量实行倍量替代。

四、主要环境影响和保护措施

<p>施工 期环 境保 护措 施</p>	<p>本项目施工期活动主要为设备安装，无需进行基建作业。其施工期期间的主要环境影响为进行设备安装过程产生的噪声及施工人员产生的生活污水、施工作业垃圾等。具体的保护措施如下：</p> <p>1、废水</p> <p>施工期废水主要为施工人员产生的生活污水。此生活污水经厂区现有化粪池静置沉淀后排入市政污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂，不会对周围环境产生影响。</p> <p>2、噪声</p> <p>施工期的噪声影响主要来自于设备安装过程产生的噪声。为确保施工场界施工噪声达标，根据天津市人民政府令第6号《天津市环境噪声污染防治管理办法》（2020年12月5日第二次修订）中的相关规定，建设单位须采取以下措施：</p> <p>（1）优先选用低噪声设备和工作方式；</p> <p>（2）合理制定施工计划，一定要严格控制和管理产生噪声的设备的使用时间，尽可能避免在同一区段安排大量强噪声设备同时施工。</p> <p>3、固体废物</p> <p>本项目施工期固体废物主要包括施工作业垃圾及施工人员的生活垃圾。施工作业垃圾交由物资回收部门处理。厂区内设置专用的生活垃圾存放设施，由城管委当天及时清运，禁止将生活垃圾等固体废物随意堆放而造成二次污染。</p>
<p>运营 期环 境影 响和 保护 措施</p>	<p>1、大气环境影响</p> <p>1.1 废气污染物产排情况</p> <p>本项目锅炉燃气废气污染因子为颗粒物、SO₂、NO_x、CO及烟气黑度，燃气空气源吸收式热泵污染因子为颗粒物、SO₂、NO_x。</p> <p>本项目扩建4台5t/h燃气热水锅炉。单台燃气锅炉额定用气量为362Nm³/h，在满负荷运行情况下，按照锅炉日运行24h，年运行151天（采暖期运行），年运行3624h，测算年4台5t/h燃气热水锅炉天然气总用量为1448Nm³/h（524.8万Nm³/a），4台5t/h的燃气热水锅炉通过现有1根31m高排气筒P1排放。扩建后全厂10台燃气热水锅炉天然气总用量为3620Nm³/h（1311.9万Nm³/a）。</p> <p>扩建40台燃气空气源吸收式热泵，单台燃气空气源吸收式热泵额定用气量为4.3Nm³/h，在满负荷运行情况下，按照日运行24h，年运行151天（采暖期运行），年运行3624h，测算40台燃气空气源吸收式热泵天然气总用量为62.3万Nm³/a。扩建后全</p>

厂 112 台燃气空气源吸收式热泵天然气总用量为 481.6Nm³/h（174.5 万 Nm³/a）。

(1) 锅炉烟气量

根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附录 C，没有元素分析时，干烟气排放量的经验公式计算参照《排污许可申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018）表 5 中的基准烟气量取值，天然气锅炉基准烟气量计算如下：

$$V_{gy}=0.285Q_{net}+0.343 \quad (1-1)$$

式中：V_{gy}—基准烟气量，Nm³/m³；

Q_{net}—气体燃料低位发热量，MJ/m³，本项目使用的天然气低位发热量为 35.12MJ/m³。

计算可得：V_{gy}=0.285Q_{net}+0.343=0.285×35.12+0.343=10.35Nm³/m³

本项目单台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量为 362Nm³/h×10.35Nm³/m³=3746.7Nm³/h（1357.8 万 Nm³/a），4 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 14986.8Nm³/h（5431.2 万 Nm³/a）。

扩建后全厂 10 台燃气锅炉烟气量合计 37467Nm³/h（13578 万 Nm³/a）。

(2) SO₂ 排放量

根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ 991-2018），燃气锅炉二氧化硫排放量按照式 1-2 计算。

$$E_{SO_2}=2R \times S_t \times (1 - \frac{\eta_s}{100}) \times K \times 10^{-5} \quad (1-2)$$

式中：E_{SO₂}—核算时段内二氧化硫排放量，t；

R—核算时段内锅炉燃烧耗量，万 m³；

S_t—燃料总硫的质量浓度，mg/m³；

η_s—脱硫效率，%；

K—燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量。

本项目 4 台 5t/h 燃气热水锅炉天然气总用量为 524.8 万 Nm³/a、40 台燃气空气源吸收式热泵天然气总用量为 62.3 万 Nm³/a，扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气热水锅炉天然气总用量为 1311.9 万 Nm³/a、112 台燃气空气源吸收式热泵天然气总用量为 174.5 万 Nm³/a，根据《天然气》（GB17820-2018）中一类标准 S_t取 20mg/m³，脱硫效率η_s取 0，燃烧后氧化成 SO₂的份额 K 取 1.0。

经计算，本项目 4 台 5t/h 燃气锅炉 SO₂排放量为 0.21t/a，排放速率为 0.058kg/h，排放浓度为 3.87mg/m³。40 台燃气空气源吸收式热泵 SO₂排放量为 0.025t/a，排放速率为 0.0069kg/h。

扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气锅炉 SO₂排放速率为现有工程排放速率+本项目排放速

率，因此扩建后全厂 SO₂ 排放速率为 0.082kg/h，排放量为 0.297t/a，排放浓度为 2.19mg/m³。112 台燃气空气源吸收式热泵 SO₂ 排放量为 0.0698t/a，排放速率为 0.019kg/h。

(3) NO_x 排放量

本项目燃气热水锅炉内置低氮燃烧器、燃气空气源吸收式热泵采用预混低温燃烧技术，根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册（锅炉产排污量核算系数手册）》

（2021 年），低氮燃烧-国际领先技术的天然气锅炉设计 NO_x 排放控制要求一般小于 60mg/m³（@3.5%O₂），根据现有工程监测数据及企业在线监测数据（附件 10）可知本项目燃气锅炉监测结果最大值小于 60mg/m³，因此本项目燃气（天然气）热水锅炉氮氧化物产污系数：3.03kg/万 m³-原料（低氮燃烧-国际领先）。本项目单台 5t/h 燃气锅炉额定用气量为 362Nm³/h，4 台 5t/h 燃气锅炉额定用气量为 1448Nm³/h，本项目 4 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 14986.8Nm³/h。40 台燃气空气源吸收式热泵用气量为 172Nm³/h。

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放速率=3.03kg/10⁴m³×1448Nm³/h=0.44kg/h；

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放量=0.44kg/h×24h×151d/a×10⁻³=1.59t/a；

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放浓度=0.44kg/h÷14986.8Nm³/h×10⁶=29.36mg/m³。

40 台燃气空气源吸收式热泵 NO_x 排放速率=3.03kg/10⁴m³×172Nm³/h=0.052kg/h；

40 台燃气空气源吸收式热泵 NO_x 排放量=0.052kg/h×24h×151d/a×10⁻³=0.188t/a。

扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 37467Nm³/h。112 台燃气空气源吸收式热泵用气量为 481.6Nm³/h，扩建后全厂 NO_x 排放情况：

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放速率=现有排放速率+本项目排放速率=0.093kg/h+0.44kg/h=0.533kg/h；

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放量=0.533kg/h×24h×151d/a×10⁻³=1.93t/a；

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 NO_x 排放浓度=0.533kg/h÷37467Nm³/h×10⁶=14.23mg/m³。

112 台燃气空气源吸收式热泵 NO_x 排放速率=3.03kg/10⁴m³×481.6Nm³/h=0.15kg/h；

112 台燃气空气源吸收式热泵 NO_x 排放量=0.15kg/h×24h×151d/a×10⁻³=0.54t/a。

(4) 颗粒物排放量

本项目燃气锅炉排放的颗粒物采用类比法进行核算。本项目 4 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放，类比现有工程 6 台 5t/h 燃气热水锅炉（报告编号：YMBG23011718）。本项目燃气锅炉与类比工程的燃气热水锅炉类比可行性如下表所示。

表 4-1 本项目燃气锅炉与类比对象类比可行性一览表

类别	类比对象（现有工程）	本项目	可类比性
燃料	天然气	天然气	燃料种类相同
燃料来源	来源为市政管道燃气，满足《天然气》（GB17820-2018）中二类标准	来源为市政管道燃气，满足《天然气》（GB17820-2018）中二类标准	来源均为市政管道燃气
锅炉类型及容量	6 台 3.5MW 低氮型燃气热水锅炉	4 台 3.5MW 低氮型燃气热水锅炉	均为燃气热水

			锅炉，容量小于类比项目
规模等级	6 台 5t/h	4 台 5t/h	规模等级小于类比项目
废气排放方式	6 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放	4 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放	排放方式相同
污染物控制措施	低氮燃烧器	低氮燃烧器	与类比项目相同
燃气消耗量	787.1 万 Nm ³ /a (2172Nm ³ /h)	524.8 万 Nm ³ /a (1448Nm ³ /h)	燃气消耗量小于类比项目
年运行时间	3624 小时	3624 小时	运行时间相同

由上表可知，本项目燃料、锅炉类型、污染控制措施与现有工程相似，规模等级、容量、燃气消耗量小于类比项目，因此具有可类比性，现有工程 6 台 5t/h 燃气锅炉排放速率 0.011kg/h，计算颗粒物产污系数： $0.011\text{kg/h} \div 2172\text{Nm}^3/\text{h} = 0.051\text{kg}/10^4\text{m}^3\text{-原料}$ 。

$$4 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放速率} = 0.051\text{kg}/10^4\text{m}^3 \times 1448\text{Nm}^3/\text{h} = 0.0074\text{kg/h};$$

$$4 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放量} = 0.0074\text{kg/h} \times 24\text{h} \times 151\text{d/a} \times 10^{-3} = 0.027\text{t/a};$$

$$4 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放浓度} = 0.0074\text{kg/h} \div 14986.8\text{Nm}^3/\text{h} \times 10^6 = 0.49\text{mg}/\text{m}^3。$$

$$40 \text{ 台燃气空气源吸收式热泵颗粒物排放速率} = 0.051\text{kg}/10^4\text{m}^3 \times 172\text{Nm}^3/\text{h} = 0.0009\text{kg/h};$$

$$40 \text{ 台燃气空气源吸收式热泵颗粒物排放量} = 0.0009\text{kg/h} \times 24\text{h} \times 151\text{d/a} \times 10^{-3} = 0.0033\text{t/a}。$$

扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 37467Nm³/h。112 台燃气空气源吸收式热泵用气量为 481.6Nm³/h，扩建后全厂颗粒物排放情况：

$$10 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放速率} = \text{现有排放速率} + \text{本项目排放速率} = 0.011\text{kg/h} + 0.0074\text{kg/h} = 0.0184\text{kg/h};$$

$$10 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放量} = 0.0184\text{kg/h} \times 24\text{h} \times 151\text{d/a} \times 10^{-3} = 0.067\text{t/a};$$

$$10 \text{ 台 } 5\text{t/h 燃气热水锅炉颗粒物排放浓度} = 0.0184\text{kg/h} \div 37467\text{Nm}^3/\text{h} \times 10^6 = 0.49\text{mg}/\text{m}^3;$$

$$112 \text{ 台燃气空气源吸收式热泵颗粒物排放速率} = 0.051\text{kg}/10^4\text{m}^3 \times 481.6\text{Nm}^3/\text{h} = 0.0025\text{kg/h};$$

$$112 \text{ 台燃气空气源吸收式热泵颗粒物排放量} = 0.0025\text{kg/h} \times 24\text{h} \times 151\text{d/a} \times 10^{-3} = 0.0091\text{t/a}。$$

(5) CO 排放量

根据《环境保护实用数据手册》（胡名操主编）表 2-68 数据，用天然气作燃料的供

暖锅炉设备，CO 的排放量为 320kg/10⁶m³-天然气。本项目 4 台 5t/h 燃气锅炉额定用气量为 1448Nm³/h，本项目 4 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 14986.8Nm³/h。

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放速率=320kg/10⁶m³×1448Nm³/h=0.46kg/h；

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放量=0.46kg/h×3624h/a×10⁻³=1.667t/a；

4 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放浓度=0.46kg/h÷14986.8Nm³/h×10⁶=30.69mg/m³。

扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气热水锅炉烟气量合计 37467Nm³/h。

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放速率=现有排放速率+本项目排放速率=0.024kg/h+0.46kg/h=0.484kg/h；

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放量=0.484kg/h×3624h/a×10⁻³=1.754t/a；

10 台 5t/h 燃气热水锅炉 CO 排放浓度=0.484kg/h÷37467Nm³/h×10⁶=12.92mg/m³。

(6) 烟气黑度

本项目燃气锅炉排放的烟气黑度采用类比法进行核算。本项目 4 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放，类比现有工程 6 台 5t/h 燃气热水锅炉（报告编号：YMBG23011718）。本项目燃气锅炉与类比工程的燃气热水锅炉类比可行性见表 4-1 由表 4-1 可知，本项目燃料、锅炉类型、污染控制措施与现有工程相似，规模等级、容量、燃气消耗量小于类比项目，因此具有可类比性，本项目 4 台 5t/h 燃气锅炉排放的烟气黑度小于 1（林格曼黑度，级）。

扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放，类比《哈一热电厂燃气调峰锅炉及配套热网（热源部分）项目竣工环境保护验收监测报告表》中燃气锅炉的验收监测数据。本项目燃气锅炉与类比工程的燃气热水锅炉类比可行性如下表所示。

表 4-2 本项目燃气锅炉与类比对象类比可行性一览表

类别	类比对象	本项目	可类比性
燃料	天然气	天然气	燃料种类相同
燃料来源	来源为市政管道燃气，满足《天然气》（GB17820-2018）中二类标准	来源为市政管道燃气，满足《天然气》（GB17820-2018）中二类标准	来源均为市政管道燃气
锅炉类型及容量	3 台 58MW 低氮型燃气热水锅炉	10 台 3.5MW 低氮型燃气热水锅炉	均为燃气热水锅炉，容量小于类比项目
规模等级	3 台 82t/h	10 台 5t/h	规模等级小于类比项目
废气排放方式	3 台 82t/h 燃气热水锅炉通过 3 根 45 米高排气筒排放	10 台 5t/h 燃气热水锅炉通过一根 31 米高排气筒 P1 排放	排放方式相同
污染物控制措施	低氮燃烧器	低氮燃烧器	与类比项目相同
燃气消耗量	6960 万 Nm ³ /a	1311.9 万 Nm ³ /a	燃气消耗量小于类比项目

由上表可知，扩建后全厂燃料、锅炉类型、污染控制措施与类比项目相似，规模等

级、容量、燃气消耗量小于类比项目，因此具有可类比性，根据检测报告（报告编号：XKJC20221242），烟气黑度<1（林格尔曼黑度，级），因此扩建后全厂 10 台 5t/h 燃气锅炉排放的烟气黑度小于 1（林格曼黑度，级）。

综上本项目废气排放情况见下表。

表 4-3 本项目废气排放情况一览表

设备	排放源	烟气量	污染物种类	排放情况		
		Nm ³ /h		年排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m ³
4 台 5t/h 燃气锅炉	排气筒 P1	14986.8	颗粒物	0.027	0.0074	0.49
			SO ₂	0.21	0.058	3.87
			NO _x	1.59	0.44	29.36
			CO	1.667	0.46	30.69
			烟气黑度	<1（林格曼黑度，级）		
40 台燃气空气源吸收式热泵	/	/	颗粒物	0.0033	0.0009	/
			SO ₂	0.025	0.0069	/
			NO _x	0.188	0.052	/

表 4-4 扩建后全厂废气排放情况一览表

设备	排放源	烟气量	污染物种类	排放情况		
		Nm ³ /h		年排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m ³
10 台 5t/h 燃气锅炉	排气筒 P1	37467	颗粒物	0.067	0.0184	0.49
			SO ₂	0.297	0.082	2.19
			NO _x	1.93	0.533	14.23
			CO	1.754	0.484	12.92
			烟气黑度	<1（林格曼黑度，级）		
112 台燃气空气源吸收式热泵	/	/	颗粒物	0.0091	0.0025	/
			SO ₂	0.0698	0.019	/
			NO _x	0.54	0.15	/

1.2 治理措施可行性分析

根据《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018）、《工业锅炉污染防治可行技术指南》（HJ1178-2021）相关要求，对本项目废气类别、排放形式及污染治理设施进行符合性分析，具体见下表。

表 4-5 本项目废气排放与排污许可技术规范符合性分析

污染源	污染物	技术规范要求		本项目治理措施	符合性
		排放形式	治理措施		
燃气锅炉	颗粒物	有组织	/	/	符合
	SO ₂		/	/	
	NO _x		低氮燃烧技术、低氮燃烧+SCR 脱硝技术	低氮燃烧技术	
	CO		/	/	
	烟气黑度		/	/	

1.3 排气筒可行性分析

经现场踏勘可知，本项目排气筒周围半径 200m 范围内最高建筑物为本项目综合楼 27.8m 高，现有排气筒高度为 31m，满足排气筒高度高出最高建筑物 3m 以上的要求，满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）同时亦满足《锅炉大气污染物排放

标准》（DB12/151-2020）中“燃油、燃气锅炉额定容量在 1t/h（0.7MW）以上的烟囱高度不应低于 15m”要求。

本项目扩建后 P1 排气筒烟气排放量为 37467m³/h，内径为 1m，则烟气流速为 13.26m/s，根据《锅炉房使用设计手册》，锅炉烟囱的烟气流速在 12~20m/s 为宜，本项目基本符合相关要求。

1.4 废气源强核算

根据工程分析可知：本项目每台燃气锅炉均加装低氮燃烧器，4台5t/h燃气热水锅炉通过一根31米高排气筒P1排放，40台燃气空气源吸收式热泵燃气废气无组织排放。

(1) 正常工况

正常工况下废气污染源源强核算结果见下表。

表 4-6 本项目废气污染源源强核算结果

排放源	排污环节	污染物种类	排放形式	治理设施				年排放量 t/a	排放速率 kg/h	排放浓度 mg/m ³	排放时间 h/a
				污染防治工艺	收集效率	治理效率	是否为可行技术				
P1	燃气锅炉运行	颗粒物	有组织	/	/	/	是	0.027	0.0074	0.49	3624
		SO ₂		/				0.21	0.058	3.87	
		NO _x		低氮燃烧				1.59	0.44	29.36	
		CO		/				1.667	0.46	30.69	
		烟气黑度		/				<1 (林格曼黑度, 级)			
/	燃气空气源吸收式热泵	颗粒物	无组织	/	/	/	/	0.0033	0.0009	/	3624
		SO ₂		0.025				0.0069	/		
		NO _x		0.188				0.052	/		

(2) 非正常工况

根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》(HJ 991-2018)，锅炉的非正常工况指启动、停炉等工况以及故障等引起的污染防治设施不能同步投运或达不到应有治理效率等状况。本项目为燃气锅炉，非正常工况包括锅炉的启动、停炉，当锅炉启动时如遇点火不成功，启动吹扫程序，将炉膛内未燃烧天然气及时通过排气筒高空排放；停炉时，锅炉风机继续运行，将炉膛内残留废气通过排气筒高空排放。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》(HJ953-2018)表 F.3，未安装低氮燃烧器的燃气(天然气)锅炉 NO_x 产污系数为 18.71kg/万 m³-燃料。本项目非正常工况按照最不利情况核算，即锅炉低氮燃烧器未同步运行情况。则非正常工况下，扩建后 P1 排气筒 10 台 5t/h 烟气中 NO_x 排放速率为 6.77kg/h，排放浓度为 180.77mg/m³。非正常工况持续时间约为 1h/次，预计对周围环境不会产生显著不利影响。

本项目燃气空气源吸收式热泵是采用预混低温燃烧技术来降低氮氧化物排放浓度，若燃烧器发生故障，则燃气空气源吸收式热泵停

止运行，不存在必须连续作业的情况，待设备维修正常后，方重新投入使用，故本项目燃气空气源吸收式热泵不存在非正常工况下的污染物排放。

扩建后 P1 排气筒非正常工况污染物核算见下表。

表 4-7 污染源非正常排放参数表

非正常排放源	非正常排放原因	污染物	非正常排放浓度/ (mg/m ³)	非正常排放速率/ (kg/h)	污染物产生量 (kg/a)	单次持续时间/h	年发生频次 /次
P1	启动、停炉等工 况	颗粒物	0.49	0.0184	0.0184	1	1 次/a
		SO ₂	2.19	0.082	0.082		
		NO _x	180.77	6.77	6.77		
		CO	12.92	0.484	0.484		

由上表可知，非正常工况下颗粒物、SO₂、CO 排放浓度满足《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）要求；NO_x 排放浓度超过《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）限值要求，为避免锅炉启动、停炉等工况以及故障等引起的污染防治设施不能同步投运或达不到应有治理效率等状况对环境噪声影响，本项目燃气锅炉开、停机应确保锅炉瞬开、瞬停，低氮燃烧器与锅炉实时联动，同步运行。低氮燃烧器一旦运行异常，锅炉应迅速停机，待低氮燃烧器恢复正常后再恢复运行。

1.5 大气排放口基本情况

本项目大气排放口基本情况见下表。

表 4-8 大气排放口基本情况表

序号	排放口编号	排放口名称	污染物种类	排放口地理坐标		排气筒高度 (m)	排气筒出口内径 (m)	烟气流速 (m/s)	温度 (°C)
				经度 (E) /	纬度 (N) /				
1	DA001	P1 排气筒	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、CO、烟气黑度	117.22254664	39.37248409	31	1.0	13.26	80

1.6 废气达标排放分析

根据工程分析，本项目扩建后全厂有组织排放污染物达标情况见下表。

表 4-9 扩建后全厂废气有组织排放源及达标排放情况

污染源	污染物	排气筒高度 (m)	排放情况		标准限值		执行标准	是否达标
			速率 (kg/h)	浓度 (mg/m ³)	速率 (kg/h)	浓度 (mg/m ³)		
P1	颗粒物	31	0.0184	0.49	/	10	DB12/151-2020	达标
	SO ₂		0.082	2.19	/	20		达标
	NO _x		0.533	14.23	/	50		达标
	CO		0.484	12.92	/	95		达标
	烟气黑度		<1		≤1			达标

运营
期环
境影
响和
保护
措施

由上表可知，扩建后全厂燃气锅炉排气筒 P1 所排放污染物中颗粒物、SO₂、NO_x、CO 排放浓度和烟气黑度均满足《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）中表 4 新建锅炉大气污染物排放浓度限值。

扩建后燃气空气源吸收式热泵燃气废气厂界无组织废气达标分析。采用估算模型 AERSCREEN，对无组织面源的厂界最大落地浓度进行估算。无组织排放达标论证结果见下表。

表 4-10 废气无组织达标结果

污染因子	最大排放速率 (kg/h)	最大落地浓度 (mg/m ³)	标准限值 (mg/m ³)	执行标准	是否达标
SO ₂	0.019	0.0132	0.40	GB16297-1996	达标
NO _x	0.15	0.0151	0.12	GB16297-1996	达标
颗粒物	0.0025	0.0017	1.0	GB16297-1996	达标

由上表预测结果可知，扩建后全厂无组织排放的污染物能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 相应标准限值的要求，可实现无组织达标排放。

1.7 大气环境影响分析

本项目所在区域环境质量现状六项污染物未全部达标，通过相关政策方案的实施，

加快大气污染治理，预计区域空气质量将逐年好转。本项目每台燃气锅炉均内置低氮燃烧器，4台5t/h燃气热水锅炉通过现有一根31米高排气筒P1排放，能够做到达标排放，40台燃气空气源吸收式热泵厂界无组织废气也可以达标排放，预计对周围大气环境及环境保护目标不会产生明显影响。

1.8 大气污染源监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）、《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》（HJ 820-2017）、《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018），具体情况如下。

表 4-11 扩建后全厂大气污染源监测计划

监测点位	监测因子	监测频次	执行排放标准
排气筒 P1 出口	NO _x	自动监测	《锅炉大气污染物排放标准》（DB12/151-2020）中表 4 新建锅炉大气污染物排放浓度限值
	颗粒物、SO ₂ 、CO 和烟气黑度	1 次/季度*	
厂界	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	1 次/季度*	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）

注：*采暖期进行监测。

根据《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》（HJ820-2017），本项目锅炉燃气废气中NO_x需要自动监测。本项目锅炉燃气废气排放连续监测系统的组成和功能、技术性能、安装、技术指标调试检测、技术验收、日常运行管理、日常运行质量表征以及数据审核和处理等相关内容依据《固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范》（HJ75-2017）、《固定源废气监测技术规范》（HJ/T397-2007）、《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）执行。

2、地表水环境影响

2.1 地表水污染物产排污情况

本项目运营期排水为锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水。

（1）锅炉排浓水

锅炉在运行过程中为减少炉体及管路水中水垢渣，保证其水质清洁度，需排出少量炉水，本项目锅炉排浓水量约 1.29m³/d（194.79m³/供暖期），锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道排入污水管网，经厂总排放口排入市政污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。

（2）离子交换树脂反冲洗废水

离子交换树脂反冲洗废水约等于反冲洗用水量，排放量 0.092m³/a（13.892m³/供暖期），经厂总排放口排入市政污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。

综上，本项目总排水量为 208.682m³/供暖期。

锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水水质参考《社会区域类环境影响评价》（中国环境出版社）中清静下水水质，即 pH6~9（无量纲）、COD_{Cr}50mg/L、BOD₅ 20mg/L、SS100mg/L。

表 4-12 本项目采暖期污水水质 单位：mg/L

类别	水量 m ³ /a	pH（无量纲）	SS	COD _{Cr}	BOD ₅
锅炉排污水、离子交换树脂反冲洗	208.682	6-9	100	50	20
排放限值		6-9	400	500	300
达标情况		达标	达标	达标	达标

由上表可见，本项目采暖期外排废水中各项污染物排放浓度均满足《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）（三级）要求，排放的污水通过污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理，预计不会对环境产生影响。

表 4-13 扩建后采暖期污水水质 单位：mg/L

类别	水量 m ³ /a	pH（无量纲）	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	动植物油类
总排口现状水质	362.858	6-9	142	154	74	14.84	2.27	22.3	3.02
本项目废水水质	208.682	6-9	100	50	20	/	/	/	/
扩建后污水总排口水质	571.54	6-9	126.66	116.03	54.28	9.42	1.44	14.16	1.92
排放限值		6-9	400	500	300	45	8	70	100
达标情况		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 4-14 扩建后非采暖期污水水质 单位：mg/L

类别	水量 m ³ /a	pH（无量纲）	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮
生活污水	36.38	6-9	300	400	250	30	4	60
排放限值		6-9	400	500	300	45	8	70
达标情况		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

由上表可见，扩建后外排废水中各项污染物排放浓度均满足《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）（三级）要求，排放的污水通过污水管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理，预计不会对环境产生影响。

2.2 依托污水处理厂的环境可行性分析

扩建后全厂污水经厂区污水总排口排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂进一步集中处理。

（1）处理能力

武清汽车产业园污水处理厂位于天津市武清区汽车零部件产业园南侧，东至蜈蚣河，南至悦恒道，西至津围公路，北至武宁公路。2013 年正式投入运行，2015 年 4 月完成二期扩建工程，2016 年完成提标改造工程。收水范围为园区内工业废水及生活污水，

进水水质要求为《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）三级标准，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB12/599-2015）A 标准。处理后的水排入一分干渠，经运东干渠最终进入龙凤新河。

武清汽车产业园污水处理厂设计污水处理能力为 1 万 m³/d。本项目扩建后最大日排水量为 3.79m³/d，占汽车产业园污水处理厂剩余处理能力的 0.22%。现武清汽车产业园污水处理厂运行负荷为 83%，本项目建成后排放的废水基本上不会对该污水处理厂的运行产生负荷。

（2）处理工艺

汽车产业园污水处理厂主体工艺采用“预处理+改良生化工艺+混合反应池+纤维转盘滤池+紫外线消毒”处理工艺，其中深度处理段采用“混合反应+高效过滤”工艺，并辅以加药除磷的工艺。

（3）出水排放达标情况

汽车产业园污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB12/599-2015）A 标准，处理后的污水排入厂区北侧运东干渠内，最终汇入龙凤新河。根据天津市污染源监测数据管理与信息共享平台企业手工监测数据，汽车产业园污水处理厂监测结果见下表。

表 4-15 汽车产业园污水处理厂运行监测数据

序号	监测位置	监测日期	监测项目	监测结果	标准限值	单位	是否超标
1	总排口	2023.02.23	pH	7.2	6-9	无量纲	否
2		2023.02.23	氨氮	0.013	1.5 (3.0) *	mg/L	否
3		2023.01.03	动植物油类	0.34	1.0	mg/L	否
4		2023.01.03	粪大肠菌群	110	1000	个/L	否
5		2023.02.21	化学需氧量	9.287	30	mg/L	否
6		2023.01.03	色度	2	15	倍	否
7		2023.01.03	五日生化需氧量	4.3	6	mg/L	否
8		2023.01.03	石油类	0.44	0.5	mg/L	否
9		2023.01.03	悬浮物	2	5	mg/L	否
10		2023.01.03	阴离子表面活性剂	0.06	0.3	mg/L	否
11		2023.02.23	总氮	2.461	10	mg/L	否
12		2023.02.23	总磷	0.025	0.3	mg/L	否

注：*每年 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行括号内的排放限值。

综上所述，汽车产业园污水处理厂达标排放，稳定运行，本项目扩建后日排水量占汽车产业园污水处理厂剩余处理能力的 0.22%，本项目外排废水中各项污染物排放浓度均满足《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）（三级）要求，满足汽车产业园污水处理厂进水水质的要求。本项目排放的废水水量和水质均不会对汽车产业园污水处理厂

的运行造成明显不利影响，污水处理厂具备接纳本项目废水的能力，具有依托可行性。本项目废水排放去向合理。

2.3 建设项目废水排放口基本情况

本项目废水属于间接排放，废排放口为独立排口，由天津市金骏供热有限公司排放口监管，主体责任为天津市金骏供热有限公司。废水排放口基本情况见下表。

表 4-16 本项目废水间接排放口基本情况表

序号	排放口编号	排放口地理坐标		废水排放量/(t/a)	排放去向	排放规律	受纳污水处理厂信息		
		经度	纬度				名称	污染物种类	国家或地方污染物排放标准浓度限值/(mg/L)
1	DW001	117°11'8.27"	39°22'8.27"	208.682	进入汽车产业园污水处理厂	间断排放，排放期间流量不稳定且无规律，但不属于冲击型排放	汽车产业园污水处理厂	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、SS、pH	pH（无量纲）：6-9 COD _{Cr} ：30 SS：5 BOD ₅ ：6

注：*每年11月1日至次年3月31日执行括号内的排放限值。

2.4 废水的监测要求

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）、《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》（HJ 820-2017）、《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953-2018），具体情况如下。

表 4-17 扩建后全厂废水污染源监测计划

监测点位	监测因子	监测频次	监测设施
DW001	pH、COD _{Cr} 、SS、BOD ₅ 、氨氮、总氮、总磷、流量、溶解性总固体、动植物油类	每季度1次*	手工监测

注：*采暖期进行监测。

3、噪声环境影响

3.1 噪声源分析

本项目运营期噪声主要为燃气锅炉、补水泵、循环泵、燃气空气源吸收式热泵机组（燃气空气源吸收式热泵8台一组）等设备运行时产生的噪声，噪声源强约为70~80dB(A)左右。本项目通过合理平面布置，采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理，降低对环境的噪声影响，室内外声源源强调查清单详见下表。

表 4-18 工业企业噪声源强调查清单（室外声源）

序号	声源名称	型号	空间相对位置/m			声功率级 /dB(A)	声源控制措 施	运行时 段 h/d
			X	Y	Z			
1	燃气空气源吸收式热泵机组	VGAHR085	280	-25	2.2	70	选用低噪声 设备、基础 减振，可降 噪 10 dB(A)	24
2	燃气空气源吸收式热泵机组	VGAHR085	280	-30	2.2	70		24
3	燃气空气源吸收式热泵机组	VGAHR085	285	-20	2.2	70		24
4	燃气空气源吸收式热泵机组	VGAHR085	285	-25	2.2	70		24
5	燃气空气源吸收式热泵机组	VGAHR085	285	-30	2.2	70		24

注：①本项目将厂区西南角作为中心点坐标设为（0,0,0），东侧为 X 轴、北侧为 Y 轴，高度 Z 轴。

运营 期环 境影 响和 保护 措施		表 4-19 工业企业噪声源强调查清单（室内声源）																										
		序号	建筑物名称	声源名称	型号	声功率级/dB (A)	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m				室内边界声级/dB (A)				运行时段 h/d	建筑物插入损失/dB (A)	建筑物外噪声							
								X	Y	Z	东	南	西	北	东	南	西	北			声压级/dB (A)				建筑物外距离/m			
																					东	南	西	北	东	南	西	北
1	锅炉房	常压冷凝燃气热水锅炉 1	DSR3500-I	75	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理。	207.7	17.7	2.2	14	14.5	42.9	45.3	64	64	64	64	24	14	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9		
2		常压冷凝燃气热水锅炉 2	DSR3500-I	75		207.7	8.8	2.2	11.4	7.8	45.5	54.2	64	64	64	64	24	14	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9		
3		常压冷凝燃气热水锅炉 3	DSR3500-I	75		210.4	17.7	2.2	8.8	14.5	48.2	45.3	64	64	64	64	24	14	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9		
4		常压冷凝燃气热水锅炉 4	DSR3500-I	75		210.4	8.8	2.2	14	7.8	42.9	54.2	64	64	64	64	24	14	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9		
5		锅炉循环水泵	NIS150-125-250G	80		170	8.7	1.5	52	6.3	4	67	65	66	66	65	24	14	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9		
6		锅炉循环水泵	NIS150-125-250G	80		170	9	1.5	52	5	4	66	65	66	66	65	24	14	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9		
7		锅炉循环水泵	NIS150-125-250G	80		172	8.7	1.5	50	6	5	65	65	66	66	65	24	14	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9		
8		锅炉循环水泵	NIS150-125-250G	80		172	9	1.5	50	7	5	64	65	66	66	65	24	14	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9		

注：①本项目将厂区西南角作为中心点坐标设为（0,0,0），东侧为 X 轴、北侧为 Y 轴，高度 Z 轴。

3.2 噪声厂界及环境保护目标达标分析

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）对噪声进行预测。

(1) 室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级

按照附录 B 计算室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级，如下所示。

$$L_{p1} = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (3-1)$$

式中： L_{p1} —靠近开口处（或窗户）室内某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

L_w —点声源声功率级（A 计权或倍频带），dB；

Q —指向性因数；通常对无指向性声源，当声源放在房间中心时， $Q=1$ ；当放在一面墙的中心时， $Q=2$ ；当放在两面墙夹角处时， $Q=4$ ；当放在三面墙夹角处时， $Q=8$ ；

R —房间常数； $R = S\alpha / (1-\alpha)$ ， S 为房间内表面面积， m^2 ，本项目为 $5179.16m^2$ ； α 为平均吸声系数，本项目取 0.01；

r —声源到靠近围护结构某点处的距离，m。

(2) 室内声源等效室外声源声功率级计算

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6) \quad (3-2)$$

式中： L_{p1} —靠近开口处（或窗户）室内某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

L_{p2} —靠近开口处（或窗户）室外某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

TL —隔墙（或窗户）倍频带或 A 声级的隔声量，dB，本项目取 14dB。

(3) 室外声源按照附录 A，以无指向性点声源几何发散衰减，如下式所示。

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20 \lg(r / r_0) \quad (3-3)$$

式中： $L_p(r)$ —预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ —参考位置 r_0 处的声压级，dB；

r —预测点距声源的距离，m；

r_0 —参考位置距声源的距离，取 1m。

(4) 采用噪声叠加模式对多个声源进行叠加

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (3-4)$$

式中： L —为 n 个噪声源的声级；

L_i —为第 i 个噪声源的声级；

n —为噪声源的个数。

根据上述噪声预测模式，本项目厂界噪声预测结果。

表 4-20 本项目运营期厂界噪声预测值

序号	声源	治理后声压级/dB(A)				至厂界距离/m				厂界贡献值/dB(A)				叠加贡献值/dB(A)			
		东	南	西	北	东	南	西	北	东	南	西	北	东	南	西	北
1	常压冷凝燃气热水锅炉 1	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9	3	11	0	16	37	36	23	29
2	常压冷凝燃气热水锅炉 2	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9	3	11	0	16				
3	常压冷凝燃气热水锅炉 3	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9	3	11	0	16				
4	常压冷凝燃气热水锅炉 4	44	44	44	44	112.5	41.5	150	23.9	3	11	0	16				
5	锅炉循环水泵	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9	4	14	2	17				
6	锅炉循环水泵	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9	4	14	2	17				
7	锅炉循环水泵	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9	4	14	2	17				
8	锅炉循环水泵	45	46	46	45	112.5	41.5	150	23.9	4	14	2	17				
9	燃气空气源吸收式热泵机组	60	60	60	60	42	46.4	271	100.7	27	27	11	20				
10	燃气空气源吸收式热泵机组	60	60	60	60	42	31.8	271	117.4	27	30	11	19				
11	燃气空气源吸收式热泵机组	60	60	60	60	28.8	46.4	293	100.7	31	27	11	20				
12	燃气空气源吸收式热泵机组	60	60	60	60	28.8	31.8	293	117.4	31	30	11	19				
13	燃气空气源吸收式热泵机组	60	60	60	60	28.8	27.3	293	109.3	31	31	11	19				

运营
期环
境影
响和
保护
措施

表 4-21 本项目与现有噪声叠加值 单位: dB(A)

项目	东侧厂界	南侧厂界	西侧厂界	北侧厂界
本项目厂界贡献值	37	36	23	29
现有工程昼间厂界现状值	57	58	57	59
现有工程夜间厂界现状值	42	44	42	43
叠加后昼间厂界预测值	57	58	57	59
叠加后夜间厂界预测值	43	45	42	43
标准值(昼间/夜间)	65/55	65/55	65/55	65/55
达标情况	达标	达标	达标	达标

由上表噪声影响预测结果可知,扩建后对噪声源采用低噪声设备、基础减振,消音、隔声处理的情况下,四侧厂界噪声排放能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准要求,对周围声环境不会产生明显影响。本项目周边50m内无噪声环境保护目标。

3.3 噪声监测要求

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)、《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》(HJ 820-2017)、《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》(HJ953-2018),建议项目运营期噪声监测计划如下表。

表 4-22 噪声监测计划

监测点位	监测因子	监测频次
四侧厂界外1m处	等效连续A声级	每季度1次*

注:*采暖期进行监测。

3.4 声环境影响评价结论

本项目运营期主要噪声源是燃气锅炉、循环泵、燃气空气源吸收式热泵机组等设备的噪声,本项目采用低噪声设备、基础减振,消音、隔声处理。根据预测结果并结合实测数据,本项目四侧厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准限值,在保证机器设备正常运行的情况下,不会对周围声环境产生明显影响。

4、固体废物环境影响

4.1 固体废物的产生情况

本项目运营期间产生的固体废物主要为一般工业固废。本次改建项目不新增人员,无新增生活垃圾。

一般工业固废:

①废包装材料

本项目所用氯化钠,拆装后产生废包装材料,产生量约0.05t/a,为一般固体废物,由物资部门回收。

②废离子交换树脂

软化水使用离子交换树脂，每年换新，更换后产生废离子交换树脂，预计产生量约0.4t/a，废离子交换树脂为一般固体废物，由物资部门回收。

本项目一般固体废物根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T 39198-2020）进行分类，基本情况详见下表。本项目固体废物产生情况见下表。

表 4-23 固体废物基本情况汇总表

序号	废物名称	产生量/(t/a)	类别代码	产生环节	物理性状	处置方式
1	废包装材料	0.05	443-000-07	原料拆包	固态	物资部门回收
2	废离子交换树脂	0.4	443-000-99	离子交换树脂再生	固态	

4.2 固体废物环境管理

4.2.1 一般固体废物环境影响分析

现有固废暂存处设置于锅炉房内，建设单位已在醒目处设 1 个标志牌，周边设置围挡、场地硬化，同时定期外运处理，作为物资回收再利用。本项目依托现有工程一般固废间，现有固废间占地面积 5m²，现有工程实际占地 3m²，本项目新增固废预计占地 1m²，所以满足本项目需求。

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第五十八号）、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）和关于发布《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》的公告（生态环境部公告 2021 年第 82 号）等有关文件进行收集、处置和管理：

- ①危险废物和生活垃圾不得进入一般工业固体废物贮存场。
- ②不兼容的一般工业固体废物应设置不同的分区进行贮存。
- ③企业应建立档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。
- ④贮存场的环境保护图形标志应符合 GB15562.2 规定，并应定期检查和维护。
- ⑤产生工业固体废物的单位应当建立健全工业固体废物产生、收集、贮存、运输、利用、处置全过程的污染环境防治责任制度，建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询，并采取防治工业固体废物污染环境的措施。
- ⑥根据《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》，一般工业固体废物管理台账实施分级管理，按照要求填写档中附表 1-附表 8，其中附表 1-附表 3 为必填信息，主要用于记录固体废物的基础信息及流向信息，附表 4-附表 7 为选填信息，主要用于记录固体废物在产废单位内的贮存、利用、处置等信息。并根据自身固体废物产生情况，

从附表 8 中选择对应的固体废物种类和代码，并根据固体废物种类确定固体废物的具体名称。

4.3 固体废物环境影响评价结论

本项目运营期新增固体废物主要为废包装材料、废离子交换树脂，无危险废物，废包装材料、废离子交换树脂暂存于厂内一般固废暂存区，交由物资部门回收。

综上所述，本项目产生的固体废物处置措施可行，去向明确，对周边环境不会产生明显不利影响，不会造成二次污染。

5、运营期地下水、土壤环境影响和保护措施

根据《环境影响评价技术导则 地下水导则》（HJ610-2016）及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》可知，本项目不会产生直接污染地下水及土壤的情形，非正常状况下亦不会造成地下水及土壤污染，因此地下水及土壤以污染源识别、区域水文地质资料收集、防渗分区确定及污染防治措施为主。

本项目锅炉房内部均进行地面硬化，排污降温池为地下结构，为钢筋混凝土结构底板，同时铺设水泥基渗透结晶型防水一道、聚合物水泥防水涂料一层，均进行防腐防渗，不会对地下水、土壤产生影响。排污降温池为地下结构，锅炉排浓水排入排污降温池，锅炉排浓水为清净下水，不产生《地下水污染健康风险评估工作指南》附录H中的有毒有害物质。因此不会对土壤地下水产生影响。

6、环境风险分析

6.1 环境风险识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，对项目涉及的原辅材料、燃料、中间产品、产品、污染物等进行危险性识别。

本项目主要风险物质为天然气，天然气仅存在于供热站厂区天然气输送管路中，厂区天然气管道长度约为 100m 左右，管径为 DN250，调压后的压力 30-40kpa（本次计算以 40kpa 计），大气压下天然气密度 0.717kg/m³，在 40kpa 压力下天然气密度为 0.283kg/m³，厂区内天然气的最大存在总量约为 1.39kg。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），甲烷临界量为 10t，则危险物质数量与临界量比 $Q=0.000139 < 1$ 。

表 4-24 危险物质暂存及分布情况

序号	危险源	暂存量	暂存位置	临界量	qi/Qi
1	天然气	1.39kg	天然气管道	10t	0.000139

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C，当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+q_3/Q_3+\dots+q_n/Q_n$$

式中： $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ —每种危险物质的最大存在量，单位为 t；

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ —每种危险物质的临界量，单位为 t；

由上表可知，本项目 $Q < 1$ ，故本项目危险物质存储量未超过《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B、附录 C 中临界量，故不开展专项评价。

6.2 环境风险物质可能影响途径

① 大气环境风险影响途径

当天然气输送系统因操作不当或者护养不当而造成天然气阀门损坏、管道破裂而造成天然气泄漏、扩散，空气中天然气浓度过高，能使人窒息。天然气为易燃气体，与空气能形成爆炸性混合物，容易发生火灾爆炸。火灾和爆炸过程中还会产生大量烟雾。烟雾是物质在燃烧反应过程中产生的含有气态、液态和固态物质与空气的混合物，可能会对周围的大气环境产生影响。

② 地表水环境风险影响途径

天然气为易燃气体，与空气能形成爆炸性混合物，容易发生火灾爆炸。一旦发生火灾爆炸，可能会产生消防废水，若收集措施不到位，消防废水可能会流入下水道或者雨水收集口，可能会对周围的地表水产生影响。

6.3 环境风险防范及应急要求

本项目无新增风险物质，依托现有风险防范措施，现有风险防范措施如下：

（1）天然气泄漏的防范措施

① 天然气输送管道的设计、布置符合《建筑设计防火规范》、《城镇燃气设计规范》等相关要求，必须与其它构筑物有足够的间隔距离。锅炉房的设施、设备、照明装置等均应为防爆型。

② 锅炉房内设置可燃气体检测器及事故排风机。

③ 加强对管道、设备的维护保养巡查，定期对安全阀、截止阀等进行检查。

④ 如果管路、阀门发生泄漏，在查明原因并消除缺陷之前应停止相关的作业，待隐患消除后恢复。

⑤ 在项目投产运行前，制定正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故。

（2）火灾爆炸事故的预防措施

① 预防明火。输送、使用天然气的区域必须严禁明火。

② 预防摩擦与撞击火花。机器转动部位应保持良好的润滑和冷却，防止摩擦出火花。

③ 预防电器火花。在易燃易爆危险场所使用的一切电气设备、照明和电气线路都必须

须采取防爆型的电器。

④预防静电火花。控制产生静电的条件和消除静电荷积聚的条件。不仅在设备上防止危险放电，对人的因素也要予以高度重视，并采取有效措施防止人体放电和不当的行为引起放电。

⑤日常运行中，加强对设备的维护检查，防止安全阀、截止阀等设备失效；设备按照防爆要求配置。

⑥加强人员安全教育、科学管理。提高安全防范风险的意识；加强防爆电气设备的日常巡视和检查工作；严格落实各项规章制度。

（3）应急处理措施

①报警与报告。一旦发现天然气大量泄漏或着火，迅速向负责人或现场安全管理人员报告。负责人或现场安全管理人员应迅速上报公司领导，若着火时迅速拨打火警电话119报警，请求救援。

②预警。现场拉设警戒带；禁止一切车辆驶入警戒区内，停留在警戒区内的车辆严禁启动；关闭天然气扩散区内的电气开关；同时通知厂区内人员和周边居民。

③消除火源与初期灭火。泄漏未着火时，检查泄漏点周围有否明火或产生静电的可能消除火源；若已着火，利用厂区内的灭火器材进行灭火；如果着火点临近压力容器，应使用消防水等对压力容器进行降温，以免引起爆炸。

本项目天然气泄漏极端情况下导致的火灾事故会产生消防废水，消防水主要用于给周围建筑物降温。对于明确不含危险物质的消防废水可以通过污水管网外排。在消防完成后，对事故废水进行水质检测，水质满足达标排放要求可经厂区废水总排口排放，水质不满足达标排放要求，需联系有资质的水处理单位，用消防废水槽车运出厂区集中处理。

④抢险操作。关闭泄漏部位上下游阀门，以截断气源，必要时打开手动放空阀进行放空。

⑤抢修作业。待现场满足作业条件，由抢修人员排除故障，更换或维修管段或设施。对气压不大的漏气火灾，可采取堵漏灭火方式，用湿棉被、湿麻袋、湿布、粘土等封住着火口，隔绝空气，使火熄灭。

6.4 环境风险事故应急预案

根据生态环境部《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4号）、《企业事业单位突发环境事件应急预案评审工作指南（试行）》的通知（环办应急[2018]8号）、

生态环境部《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）等的规定和要求，建设单位应编制突发环境事件应急预案，并向企业所在地环境保护主管部门备案。同时，环境应急预案应每三年或发生生产工艺和技术变化、周围环境保护目标发生变化、相关法律法规等发生变化及其他情形的，建设单位应重新修订环境应急预案，并向环境保护主管部门重新备案。

6.5 风险分析结论

本项目环境风险主要为天然气管道由于自然老化、阀门接口处不严等原因引起的天然气泄漏，火灾、爆炸等潜在风险对环境的影响。企业要从生产、运输及储存等多方面积极采取防护措施，加强风险管理，通过相应的技术手段降低风险发生概率，并在风险事故发生后，及时采取风险防范措施，可以使风险事故对环境的危害得到有效控制。综上所述，本项目环境风险可防控。

五、环境保护措施监督检查清单

内容要素	排放口(编号、名称)/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	P1	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、烟气黑度、CO	4台锅炉均加装低氮燃烧器通过1根31m高排气筒P1排放。	《锅炉大气污染物排放标准》(DB12/151-2020)
	燃气空气源吸收式热泵燃气废气	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	无组织	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
地表水环境	污水总排口(DW001)	pH、COD _{Cr} 、SS、BOD ₅	锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂集中处理。	《污水综合排放标准》(DB12/356-2018)三级标准
声环境	锅炉鼓风机、配套泵等	噪声	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理。	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类
电磁辐射	/	/	/	/
固体废物	一般固体废物：废包装材料、废离子交换树脂暂存于厂内一般固废暂存区，交由物资部门回收。			
土壤及地下水污染防治措施	/			
生态保护措施	/			
环境风险防范措施	<p style="text-align: center;">(1) 天然气泄漏的防范措施</p> <p>①天然气输送管道的设计、布置须符合《建筑设计防火规范》、《城镇燃气设计规范》等相关要求，必须与其它构筑物有足够的间隔距离。锅炉房的设施、设备、照明装置等均应为防爆型。</p> <p>②锅炉房内应设置可燃气体检测器及事故排风机。</p> <p>③加强对管道、设备的维护保养巡查，定期对安全阀、截止阀等进行检查。</p> <p>④如果管路、阀门发生泄漏，在查明原因并消除缺陷之前应停止相关的作业，待隐患消除后恢复。</p> <p>⑤在项目投产运行前，应制定正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修</p>			

	<p>手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故。</p> <p>(2) 火灾爆炸事故的预防措施</p> <p>①预防明火。输送、使用天然气的区域必须严禁明火。</p> <p>②预防摩擦与撞击火花。机器转动部位应保持良好的润滑和冷却，防止摩擦出火花。</p> <p>③预防电器火花。在易燃易爆危险场所使用的一切电气设备、照明和电气线路都必须采取防爆型的电器。</p> <p>④预防静电火花。控制产生静电的条件和消除静电荷积聚的条件。不仅在设备上防止危险放电，对人的因素也要予以高度重视，并采取有效措施防止人体放电和不当的行为引起放电。</p> <p>⑤日常运行中，加强对设备的维护检查，防止安全阀、截止阀等设备失效；设备按照防爆要求配置。</p> <p>⑥加强人员安全教育、科学管理。提高安全防范风险的意识；加强防爆电气设备的日常巡视和检查工作；严格落实各项规章制度。</p>
其他环境管理要求	<p>(1) 建设项目竣工验收</p> <p>根据《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日起施行）、《关于规范建设单位自主开展建设项目竣工环境保护验收的通知》（环办环评函[2017]1235号）和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（2017年11月20日发布）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（公告2018年第9号，2018年5月16日印发）等文件要求，建设项目配套建设的环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目竣工后，建设单位应自行进行该项目的竣工环境保护验收，同时提交环境保护验收监测报告。竣工验收通过后，建设单位方可正式投产运行。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。</p> <p>(2) 排污许可制度要求</p> <p>根据《排污许可管理条例》（中华人民共和国国务院令 第736号）、《排污许可管理办法（试行）》（部令第48号）、生态环境部《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号）和天津市生态环境局《关于环评文件落实与排污许可制衔接具体要求的通知》（津</p>

环保便函[2018]22号），建设项目发生实际排污行为之前，排污单位应当按照国家环境保护相关法律法规以及排污许可证申请与核发技术规范要求申请排污许可证，不得无证排污或不按证排污，生态环境部门通过对企事业单位发放排污许可证并依证监管实施排污许可制。

对照 2019 年生态环境部令第 11 号《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》（2019 年 12 月 20 日施行），本项目属于名录中“三十九、电力、热力生产和供应业 44 96 热力生产和供应单台或者合计出力 20 吨/小时（14 兆瓦）及以上的锅炉（不含电热锅炉）”，属重点管理。根据《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019 年版）、《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发[2016]81 号）、《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84 号）等相关文件要求，建设单位应当于启动生产设施或发生实际排污之前在全国排污许可证管理信息平台变更排污许可证。

（3）污染源排放口规范化技术要求

按照津环保监理[2002]71 号《关于加强我市排放口规范化整治工作的通知》以及津环保监测[2007]57 号《关于发布天津市污染源排放口规范化技术要求的通知》中的相关要求，应按照《污染源监测技术规范》设置规范的采样点，进行排污口规范化建设工作。

废气排污口规范化：

现有 P1 排气筒已设置编号铭牌，并注明排放的污染物，设置单独采样口，采样口的设置符合《污染源监测技术规范》的要求。已设置便于采样、监测的采样口和采样监测平台。采样孔、点数目和位置已按《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T16157-1996）、《固定源废气监测技术规范》（HJ/T397-2007）的规定设置。当采样位置无法满足规范要求时，其位置应由当地环境监测部门确认。

废水：本项目运营期排水为锅炉排浓水、离子交换树脂反冲洗废水，锅炉排浓水先排入室外排污降温池，冷却后再经管道与离子交换树脂反冲洗废水经厂区污水总排口一同排入市政管网，最终排入汽车产业园污水处理厂。本项目废水总排口独立设置，故该废水总排口规范化的责任主体为天津市金骏供热有限公司，该废水总排口已设置提示性环境保护图形标志牌。

固体废物：现有固体废物堆放场设置有防火、防扬散、防渗漏等防止污染环境措施，非危险固体废物应采用容器收集存放，标志牌达到

GB15562.2-1995《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》的规定。现有一般固体废物暂存间已按照要求进行规范化建设。

管理要求：排放口规范化的相关设施（如：计量、监控装置、标志牌等）属污染治理设施的组成部分，生态环境部门应按照有关污染治理设施的监督管理规定，加强日常监督管理，排污单位应将规范化排放的相关设施纳入本单位设备管理范围。

排放口立标要求：设立排污口标志牌，标志牌由生态环境主管部门统一定点监制，达到《环境保护图形标志》（GB15562.1~2-1995）的规定。环境保护图形标志牌设置位置应距污染物排放口（源）及固体废物贮存处或采样点较近且醒目处，并能长久保留。

（4）环保投资估算

本项目总投资 700 万元，其中环保投资 86 万元，占总投资的 12.3%。环保投资明细见下表。

表 5-1 环保投资估算表

序号	名称	采取的污染防治措施	投资（万元）
1	废气治理	常压冷凝燃气热水锅炉内置低氮燃烧器	85
2	噪声防治	采用低噪声设备、基础减振，消音、隔声处理	1
合计			86

六、结论

本项目的建设符合国家及地方相关产业政策、规划要求、选址合理。本项目实施后产生的废气、废水污染物经相应的环保措施治理后均可实现达标排放，厂界噪声可实现达标排放，固体废物处置去向合理，针对可能的环境风险采取必要的事故防范措施和应急措施，预计不会对环境产生明显不利影响。综上所述，在落实本报告提出的各项环保措施的情况下，本项目的建设具备环境可行性。

附表

建设项目污染物排放量汇总表

单位：t/a

项目 分类	污染物名称	现有工程 排放量（固体废物 产生量）①	现有工程 许可排放量 ②	在建工程 排放量（固体废物 产生量）③	本项目 排放量（固体废物 产生量）④	以新带老削减量 （新建项目不填） ⑤	本项目建成后 全厂排放量（固体 废物产生量）⑥	变化量 ⑦
废气	颗粒物	0.033	/	/	0.027	0	0.06	+0.027
	SO ₂	0.7	/	/	0.21	0	0.91	+0.21
	NO _x	0.337	29.89	/	1.59	0	1.927	+1.59
废水	COD _{Cr}	0.005	0.3185	/	0.01	0	0.015	+0.01
	氨氮	0.0001	0.0034	/	/	0	0.0001	/
一般工业 固体废物	废包装材料	0.1	/	/	0.05	0	0.15	+0.05
	废离子交换树脂	0.8	/	/	0.4	0	1.2	+0.4

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①