建设项目环境影响报告表

（污染影响类）

项目名称： 朗诗未来街区供热中心建设项目

建设单位（盖章）： 秦华热力集团有限公司

编制日期： 二零二二年四月

中华人民共和国生态环境部制

**一、建设项目基本情况**

|  |  |
| --- | --- |
| 建设项目名称 | 朗诗未来街区供热中心建设项目 |
| 项目代码 | 2202-611203-04-01-495312 |
| 建设单位联系人 | 王朝龙 | 联系方式 | \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* |
| 建设地点 | 西安市西咸新区沣东新城城西户铁路以南、昆明路以北、西三环以西朗诗未来街区小区 |
| 地理坐标 | （ 108 度 49 分 43.630 秒， 34 度 15 分 16.702 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 |
| 建设性质 | ☑新建□改建□扩建□技术改造 | 建设项目申报情形 | ☑首次申报项目□不予批准后再次申报项目□超五年重新审核项目□重大变动重新报批项目 |
| 项目审批（核准/备案）部门（选填） | 沣东新城行政审批与政务服务局 | 项目审批（核准/备案）文号（选填） | 2202-611203-04-01-495312 |
| 总投资（万元） | 418 | 环保投资（万元） | 4.5 |
| 环保投资占比（%） | 1.1% | 施工工期 | / |
| 是否开工建设 | ☑否□是 | 用地面积（m2） | 256 |
| 专项评价设置情况 | 无 |
| 规划情况 | 无 |
| 规划环境影响评价情况 | 无 |
| 规划及规划环境影响评价符合性分析 | 无 |
| 其他符合性分析 | **1、产业政策符合性**本项目为集中供热建设项目。根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》可知，本项目不属于其中的鼓励类、限制类以及淘汰类，因此，可视为允许类；此外，根据《关中地区治污降霾重点行业项目建设指导目录》（2017年本），本项目不属于名录中7个产能过剩及禁止新建行业；根据《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号），本项目属于“二、许可准入类（四）电力、热力、燃气及水生产和供应业”；根据《陕西省限制投资类产业指导目录》（陕发改产业[2007]97号），本项目不属于目录中的十大限制投资类。故本项目符合国家及陕西省现行的有关产业政策。**2、选址合理性分析**本项目位于西安市西咸新区沣东新城朗诗未来街区小区，项目所在地排水、电力、燃气等管线已敷设到位；项目运营时产生的锅炉天然气燃烧废气、锅炉废水、噪声以及固体废物等环境影响因素在采取相应的污染防治措施后，均可得到有效的治理，对周围环境及敏感目标影响较小。因此，选址基本合理。**3、相关政策符合性分析**本项目与相关政策协调性分析详见表1-2。**表1-2 相关政策符合性分析**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称** | **主要要求** | **本项目情况** | **符合性** |
| 《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020年）》（修订版） | 禁止新建燃煤集中供热站。新增供暖全部使用天然气、电、可再生能源供暖（包括地热供暖、生物质能清洁供暖、太阳能供暖、工业余热供暖等），优先采取分布式清洁能源集中供暖，居住建筑不具备条件的，可接入市政集中供暖。 | 本项目供暖锅炉采用清洁能源天然气，为分布式清洁能源集中供暖。 | 符合 |
| 《陕西省“十四五”生态环境保护规划》 | 提升能源结构清洁低碳水平。按照煤炭集中使用、清洁利用原则…加快使用清洁低碳能源以及工厂余热、电力热力等进行替代。持续推进清洁取暖工程，大力推进关中地区散煤清零，新增天然气气量优先用于居民生活用气和冬季取暖散煤替代。 | 本项目为热力供应业，锅炉采用清洁能源天然气，主要用于居民冬季取暖。 | 符合 |
| 《陕西省人民政府办公厅关于印发蓝天碧水净土保卫战2021年工作方案的通知》（陕政办函〔2021〕100号） | 深入开展锅炉综合整治。全省不再新建35蒸吨/小时以下的燃煤锅炉，推动65蒸吨/小时以上燃煤锅炉实施超低排放改造，燃气锅炉实施低氮改造。严格执行《陕西省锅炉大气污染物排放标准》。 | 本项目锅炉燃料采用天然气，并且锅炉配备有低氮燃烧技术，锅炉废气排放可以满足《陕西省锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）中的标准要求。 | 符合 |
| 《西咸新区铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020年）》 | 禁止新增燃煤集中供热站。新增供暖全部使用天然气、电、可再生能源供暖(包括地热供暖、太阳能供暖、工业余热供暖等)，优先采取分布式清洁能源集中供暖，居住建筑不具备条件的，可接入市政集中供暖。 | 本项目为集中供热，供暖锅炉采用清洁能源天然气。 | 符合 |
| 《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》（发改能源〔2017〕2100号） | 到2021年，北方地区清洁取暖率达到70%，替代散烧煤1.5亿吨，“2+26”城市城区全部实现清洁取暖，35蒸吨以下燃煤锅炉全部拆除，县城达80%以上，20蒸吨以下燃煤锅炉全部拆除，农村地区清洁取暖率达到60%以上。 | 本项目采用天然气锅炉供热，天然气属于清洁能源，满足规划要求。 | 符合 |

综上所述，本项目符合《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020年）》（修订版）、《陕西省“十四五”生态环境保护规划》、《陕西省人民政府办公厅关于印发蓝天碧水净土保卫战2021年工作方案的通知》（陕政办函〔2021〕100号）、《西咸新区铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020年）》以及《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》（发改能源〔2017〕2100号）等的相关政策。**4、三线一单符合性分析**根据陕西省生态环境管控单元分布图，本项目位于重点管控单元。同时，依据《陕西省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（陕政发〔2020〕11号）要求，重点管控单元以提升资源利用效率、加强污染物减排治理和环境风险防控为重点，解决突出生态环境问题。项目通过合理利用水电资源，“三废”合理处置，可满足相关管控要求。同时，经自查，本项目不在《陕西国家重点生态功能区产业准入负面清单（试行）》（陕发改规划〔2018〕213号），该项目不属于限制类和禁止类。符合陕西省环境准入负面清单规划要求。 |

**二、建设项目工程分析**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建设内容 | **1、地理位置与四邻关系**本项目位于西安市西咸新区沣东新城朗诗未来街区小区内部地下一层设备房，厂界东侧为2#住宅楼、南侧为1#住宅楼、西侧以及北侧均为朗诗未来街区小区内部，朗诗未来街区小区以东为西凹里村。项目地理位置详见附图1及四邻关系详见附图2。**2、建设内容**项目拟安装1台2800KW常压燃气低氮冷凝热水机组及相关配套设备，项目采用天然气为供暖原料，建成后对朗诗未来街区小区进行冬季供热，供热中心位于地下一层设备房，供热面积为5.8万m2。本次项目主要建设内容详见表2-1。**表2-1 建设内容一览表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **类别** | **项目** | **主要设施及工程特征** |
| 主体工程 | 锅炉房 | 总建筑面积256m2，依托朗诗未来街区小区地下一层设备房安装1台2800KW燃气热水锅炉及相关配套设备。 |
| 公用工程 | 给水 | 市政供水管网，并设全自动软水器，采用离子交换树脂法制备软水，处理后作为锅炉补水。 |
| 供电 | 依托朗诗未来街区小区配电室供给。 |
| 供天然气 | 常压天然气，由市政天然气供气管线统一供给，不设置天然气储存设施，本次项目调压柜依托朗诗未来街区小区现有设施。 |
| 排水 | 依托现有管网排入市政雨水管网。 |
| 环保工程 | 废气治理 | 锅炉烟气采用低氮燃烧器处理后经102m高排气筒排放。 |
| 废水治理 | 排水依托现有管网排入市政雨水管网。 |
| 噪声治理 | 设备均置于负一层设备房内，采取减振、隔声、软性接触等措施。 |
| 固废处置 | 废离子交换树脂由供应商定期更换并带走处理 |

**3、生产设备清单**本项目主要生产设备详见表2-2。**表2-2 本项目主要设备一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **型号** | **数量（台）** | **备注** |
| 1 | 热水机组 | 额定出力2800kW，供回水温度75/55℃，常压运行 | 1 | 内部设专用低氮燃烧装置 |
| 2 | 烟气冷凝器 | 入口烟温50℃，冷冻水温7/12℃，回收热量240kW | 1 | / |
| 3 | 一次循环水泵 | G=120m3/h，H=16m，N=7.5kW | 2 | 一用一备 |
| 4 | 模块式热泵 | Q=120kW，N=25.8kW | 2 | / |
| 5 | 冷却水泵 | G=50m3/h，H=12.5m，N=3kW | 2 | 一用一备 |
| G=45m3/h，H=16m，N=3kW | 2 | 一用一备 |
| 6 | 低区板式换热器 | 换热量Q=1407.5kW，PN16 | 1 | / |
| 一次供回水温度75/55℃，二次供回水温度50/40℃ |
| 7 | 高区板式换热器 | 换热量Q=918.5kW，PN16 | 1 | / |
| 一次供回水温度75/55℃，二次供回水温度50/40℃ |
| 8 | 低区循环水泵 | G=160m3/h，H=24m，N=15kW | 2 | 一用一备 |
| 9 | 高区循环水泵 | G=80m3/h，H=24m，N=7.5kW | 2 | 一用一备 |
| 10 | 低区补水泵 | G=2.5m3/h，H=56m，N=1.1kW | 2 | 一用一备 |
| 11 | 高区补水泵 | G=2m3/h，H=111m，N=2.2kW | 2 | 一用一备 |
| 12 | 软水器 | G=5m3/h | 1 | / |
| 13 | 高位水箱 | 1000×500×1000 | 1 | / |
| 14 | 软化水箱 | 2000×1000×2000 | 1 | / |

**4、原辅材料消耗**项目主要原辅材料消耗情况见表2-3。**表2-3 原辅材料消耗一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **材料名称** | **使用量** | **备注** |
| 1 | 天然气 | 80.64万m3/a | 来源于市政天然气管网 |
| 2 | 新鲜水 | 190.81m³/a | 来源于市政供水管网 |
| 3 | 电 | 5.4万kwh/a | / |

天然气组分及主要参数见下表。表2-4 天然气组分及主要参数

|  |  |
| --- | --- |
| **名称** | **参数** |
| 组分 | CH4 | C2H6 | C3H8 | iC4 | nC4 | C5 | CO2 | H2S |
| 体积（%） | 96.1 | 0.45 | 0.075 | 0.02 | 0.01 | 0.002 | 3.2 | ＜20mg/Nm3 |
| 组分 | N2 | H2 | O2 | CO | 其他组分 | / | / | / |
| 体积（%） | 0.076 | 0.009 | 微量 | 微量 | 0.056 | / | / | / |
| 高位热值 | 38.7MJ/m3 | 9245kcal/m3 |
| 低位热值 | 34.82MJ/m3 | 8330kcal/m3 |
| 密度 | 0.76kg/Nm3 | / |
| 比重 | 0.589 | / |
| 运动粘度 | 13.91×10-6m2/s | / |
| 爆炸极限 | 5.15~15.44% | / |

**5、公用工程**（1）给水：本项目不设专职人员，仅需派人定期巡视，因此项目用水仅为锅炉用水。项目设1台2800KW的燃气热水锅炉，年工作120天，日工作24小时。根据《陕西省行业用水定额（修订稿）》（DB61/T943-2020），热水锅炉用水定额为0.35m3/（GJ），根据计算，项目锅炉总的循环水量为10160.6m3/a（84.67m3/d）。热水锅炉排水量以1%计，根据计算，锅炉补充水量为101.6m3/a（0.85m3/d）。锅炉用水采用全自动软水器进行水质软化处理，交换器内的离子交换树脂大约一周再生一次，采用低浓度盐水（约8%氯化钠溶液）进行冲洗，反冲洗水用量约为1.47m3/周，25.4m3/a（平均0.21m3/d）。则系统补充新鲜用水量为190.81m3/a（1.59m3/d）。因此，锅炉房总排水量为127m3/a（1.06m3/d），锅炉房排水依托现有管网排入市政雨水管网。项目锅炉用排水平衡图详见图2-1。**图2-1 本项目水平衡图 单位：m3/d**（2）排水本次项目产生的废水主要包括锅炉定期排放的清净下水以及软水系统产生的反冲洗水。项目锅炉废水排放量为0.85m3/d（102m3/a），软水系统产生的反冲洗水水量为0.21m3/d（25.2m3/a），则总废水排放量为1.06m3/d（127.2m3/a），主要污染物为SS及溶解性总固体，属于清净下水，直接排入市政雨水管网。（3）供电：项目用电依托朗诗未来街区小区配电室供给。（4）供天然气：由市政天然气供气管线统一供给，项目区域内不设置天然气储存设施。**6、生产制度及劳动定员**本项目不设专职人员，仅需派人定期巡视，厂区锅炉房日工作24h，全年工作120d。**7、平面布置**本项目位于西安市西咸新区沣东新城朗诗未来街区小区内部地下一层设备房，锅炉房西侧设置1台2800KW的常压燃气冷凝锅炉，锅炉房东侧分别设置有软水制备系统以及换热设备。锅炉房平面布局根据供热工艺流程，结合朗诗未来街区小区自然条件及各建、构筑物对防火、卫生、安全及锅炉房设计规范进行优化设计，规划合理，布置紧凑，分区明确，工艺流程顺畅短捷，节约用地，方便管理，平面布置基本合理。具体平面布置见附图3。 |
| 工艺流程和产排污环节 | **一、施工期工艺流程及产污环节**经现场查看，项目位于朗诗未来街区小区内部，依托朗诗未来街区小区内部现有房间进行建设，仅涉及设备安装，不涉及土建工程。**图2-2 施工期工艺流程及产污环节图**施工期产污主要为设备安装调试机械噪声、施工人员生活垃圾和生活污水，由于厂区只进行设备安装，无土建工程，施工期持续时间较短，对环境产生污染较小。**二、营运期工艺流程及产污环节**项目营运期生产工艺流程及产污环节见图2-3。**图2-3 项目生产工艺流程及产污环节图**工艺简述：项目设1台2800KW的燃气锅炉，天然气由市政天然气管道供给，锅炉自带低氮燃烧器，将空气和天然气在进入燃烧室之前按比例完全混合，使天然气充分燃烧的同时，降低空气的需求量，提高烟气露点，使烟气尽早进入冷凝阶段，以进一步提高燃烧效率；同时还降低火焰温度以减少NOx的生成量。项目用水由市政供水管网提供，厂区设软水制备系统，新鲜水经软水制备系统处理后经锅炉加热形成高温热水，通过换热机组使燃气热水锅炉及循环热水、换热区循环热水获得动能，通过换热器供给朗诗未来街区小区供热管网，最终实现供暖目的。热交换后的水再进行循环、供热。项目一次供回水设计温度为75/55℃，设置两台一次热水循环泵，一用一备，变频运行；设置两台模块式热泵机组，用于烟气热量回收和脱白换热机组设置：低区换热机组设置一台板式换热器，配备两台水泵，一用一备；高区换热机组设置一台板式换热器，配备两台水泵，一用一备定压补水。产污环节：项目运行期产生的废气主要为天然气燃烧产生燃烧废气，燃烧废气主要含有二氧化硫、氮氧化物和烟尘；废水主要包括锅炉定期排水及软水制备过程产生废水，均为清净下水，全部排入市政雨水管网；固体废物主要为软水设备定期更换过程中产生的废离子交换树脂，由供应商定期更换并带走处理；项目运行期产生的噪声主要为锅炉及相关配套设备运行时产生噪声。具体产污情况详见下表。**表2-5 项目主要产污工序及染物对照表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **污染物** | **产污工序** | **主要成分** |
| 废气 | 锅炉燃烧烟气 | 锅炉天然气燃烧 | 颗粒物、SO2、NOx |
| 废水 | 锅炉排污水 | 锅炉运行排污 | SS、溶解性总固体 |
| 软化系统反冲洗水 | 纯水设备制作软化水 |
| 噪声 | 设备噪声 | 设备运行 | Leq（A） |
| 固废 | 废交换树脂 | 纯水设备运行 | 废交换树脂 |

根据《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中规定“4.5 燃气锅炉烟囱不低于8m。新建锅炉房的烟囱周围半径200m距离内有建筑物时，其烟囱应高出最高建筑物3m以上”。同时，依据“部长信箱”中“关于《锅炉大气污染物排放标准》的咨询回复：“根据规定，在市区内新建的燃气锅炉应执行“新建锅炉房的烟囱周围半径200米内有建筑物时，其烟囱应高出最高建筑物3米以上”的规定”。根据建设单位提供的资料，项目周边200m范围内最高建筑物为朗诗未来街区小区住宅楼，高度为99m，因此，本次项目锅炉房烟道架空敷设至朗诗未来街区小区住宅楼，沿楼外墙设置一根高出楼顶3m高的排气筒。排气筒采用不锈钢材质，每段管道约5m长，通过焊接连接。架空敷设采用高3m的槽钢座地龙门支架将管道进行架空固定，采用软性接头法将弯道处进行连接，墙体一侧采用槽钢立管龙门支架将管道固定至楼体一侧，可以满足相关的标准要求。 |
| 与项目有关的原有环境污染问题 | 本项目依托朗诗未来街区小区地下一层设备房进行建设，本次项目仅进行锅炉以及辅助设施的安装。根据现场调查，朗诗未来街区小区配套的主体工程已经建成，本项目设备均未安装。本次项目为新建项目，不存在原有污染问题。 |

**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. **空气质量达标区判定**

本项目位于西安市西咸新区，根据大气功能区划，本项目所在地为二类功能区，环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准要求。根据陕西省生态环境厅办公室2022年1月13日公布的《2021年12月及1~12月全省环境空气质量状况》（环保快报2021-4），2021年西安市西咸新区空气质量优良天数达到288天，优良率78.9%。具体统计结果见下表。**表3-1 项目所在地西咸新区达标区判定情况一览表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **污染物** | **年评价指标** | **现状浓度/（μg/m3）** | **标准值/（μg/m3）** | **占标率/%** | **达标情况** |
| PM10 | 年平均质量浓度 | 81 | 70 | 115.7 | 不达标 |
| PM2.5 | 年平均质量浓度 | 42 | 35 | 120.0 | 不达标 |
| SO2 | 年平均质量浓度 | 8 | 60 | 13.3 | 达标 |
| NO2 | 年平均质量浓度 | 38 | 40 | 95.0 | 达标 |
| CO | 第95百分位数日平均质量浓度 | 1200 | 4000 | 30.0 | 达标 |
| O3 | 第90百分位数8h平均质量浓度 | 138 | 160 | 86.3 | 达标 |

根据上表可知，2021年西安市西咸新区环境空气常规六项指标中，SO2年平均质量浓度、NO2年平均质量浓度、CO 24小时平均第95%分位浓度以及O3日最大8小时平均第90百分位数浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准要求，PM10年平均质量浓度、PM2.5年平均质量浓度超过《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）的二级标准要求。依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），城市环境空气质量达标情况评价指标为SO2、NO2、PM10、PM2.5、CO、O3，六项污染物年评价指标全部达标即为城市环境空气质量达标。因此，本项目所在区域属于不达标区域。**2、声环境质量现状**本次声环境质量现状监测委托陕西安讯环境检测有限公司进行监测，监测报告文号：安讯检测（声）第202203004号，详见附件3。监测点位：锅炉房四周监测时间：2022年3月8日-3月9日声环境质量现状监测统计结果见表3-2。**表3-2 厂界声环境质量现状监测统计结果表 单位：dB(A)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **监测点位** | **2022.3.8** | **2022.3.9** |
| **昼间dB（A）** | **夜间dB（A）** | **昼间dB（A）** | **夜间dB（A）** |
| 1#（东厂界） | 48 | 41 | 52 | 41 |
| 2#（南厂界） | 50 | 43 | 51 | 41 |
| 3#（西厂界） | 52 | 40 | 50 | 43 |
| 4#（北厂界） | 50 | 42 | 51 | 41 |
| 标准值[dB（A）] | 昼间≤60；夜间≤50 |
| 注：本项目位于朗诗未来街区小区内部，厂界（锅炉房）四周监测点均位于朗诗未来街区小区内，因此，厂界监测结果可视为敏感点（朗诗未来街区小区）声环境质量监测结果。 |

根据监测结果可知，项目边界昼间、夜间监测值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准要求，表明项目边界四周声环境质量较好。 |
| 环境保护目标 | 根据现场调查，项目周边主要环境保护目标见表3-3及附图5。**表3-3 主要环境保护目标**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **环境****要素** | **保护目标****名称** | **经纬度** | **方位** | **距离(m)** | **规模****（人）** | **保护要求** |
| **经度** | **纬度** |
| 大气环境 | 朗诗未来街区小区 | 108.828729 | 34.257225 | S | 4 | 827 | 《环境空气质量标准》（GB095-2012）中二级标准 |
| 西凹里村 | 108.832630 | 34.257940 | E | 170 | 462 |
| 西凹里村公租房小区 | 108.832602 | 34.255340 | SE | 305 | 676 |
| 立丰 昆明时光小区 | 108.827050 | 34.255195 | S | 206 | 1358 |
| 和平小学 | 108.823916 | 34.258807 | W | 400 | 2756 |
| 声环境 | 朗诗未来街区小区 | 108.828729 | 34.257225 | S | 4 | 827 | 《声环境质量标准》（GB3096-2008） |
| 注：本项目位于朗诗未来街区小区内部，表格中与朗诗未来街区小区的距离为锅炉房距离小区最近1号楼的距离。 |

 |
| 污染物排放控制标准 | 1、锅炉废气执行：《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）表3中燃气锅炉标准。**表3-4 燃烧废气排放标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **污染物** | **颗粒物** | **SO2** | **NOx** | **烟囱最低允许高度** |
| 标准值（mg/m3） | 10 | 20 | 50 | 8m |
| 烟囱高度执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中规定：4.5燃气锅炉烟囱不低于8m。新建锅炉房的烟囱周围半径200m距离内有建筑物时，其烟囱应高出最高建筑物3m以上。 |

2、本次项目仅产生少量的清净下水，直接排入市政雨水管网。3、噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准。**表3-5 工业企业环境噪声排放标准限值**

|  |  |
| --- | --- |
| **标准** | **标准值（单位：dB(A)）** |
| **昼间** | **夜间** |
| 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准 | 60 | 50 |

4、一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)中相关要求。 |
| 总量控制指标 | 根据“十四五”期间总量控制要求，“十四五”期间污染物控制指标为COD、NH3-N、NOx、VOCs。项目废水均为清净下水，直接排入市政雨水管网，不再进行废水总量申请。项目运营过程中锅炉会产生一定量的SO2和NOx。因此，本次评价建议总量控制指标为SO2以及NOx，根据本次环评计算，氮氧化物年排放量为0.215t/a、二氧化硫年排放量为0.025t/a。 |

**四、主要环境影响和保护措施**

|  |  |
| --- | --- |
| 施工期环境保护措施 | 本项目依托朗诗未来街区小区地下一层现有设备房进行建设，本次项目仅进行锅炉以及辅助设施的安装。根据现场调查，朗诗未来街区小区锅炉房主体工程已经建成。项目施工期仅为设备的安装，不涉及土建工程，主要污染物为设备安装过程中产生的噪声、施工人员生活污水以及废弃包装等。本项目施工期噪声多为瞬时噪声，且位于室内，项目通过采用厂房隔声来减轻对周边环境的影响，同时控制施工时间，要求项目施工仅在昼间进行；施工期产生的少量施工人员生活污水，经朗诗未来街区小区化粪池处理后排入市政污水管网；废包装材料均统一收集，交由环卫部门处理。 |
| 运营期环境影响和保护措施 | **一、废气****1、污染物产排情况**项目设1台2800KW常压低氮冷凝燃气热水锅炉，锅炉配备有低氮燃烧器，年工作2880h。根据建设单位提供的资料，项目年消耗天然气80.64万Nm3/a（280Nm3/h）。锅炉在运行的过程中会产生一定的大气污染物，主要为天然气燃烧产生的烟气，主要污染因子包括颗粒物、二氧化硫和氮氧化物。本项目燃气锅炉产生的废气根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）中采用产污系数法核算，公式如下：基准烟气量Vgy=0.285Qnet+0.343式中：Vgy—基准烟气量（Nm3/m3）；Qnet—气体燃料低位发热量（MJ/m3），取34.82MJ/m3。经计算Vgy=0.285×34.82+0.343=10.267（Nm3/m3）V烟气量=10.267×80.64=827.93万m3/a。本项目锅炉以清洁能源天然气为燃料，并在锅炉内部安装有专用的低氮燃烧装置（鼓风式全预混表面燃烧器）。全预混金属表面燃烧技术是结合了贫燃预混燃烧技术和无焰燃烧技术各自优点的一种低氮燃气燃烧技术，在燃料混合物点燃之前，燃料与氧化剂在分子层面上完全混合。由于预混燃烧没有扩散燃烧，燃料混合物过量空气系统分布均匀，燃尽速度快，通过控制过量空气，可以实现对燃烧温度的控制，从而降低热力型NOx生成速率。而且无焰燃烧的烟气回流都是发生在燃烧之前，甚至可能在燃烧器当中，这样再循环的烟气加热了预混的燃料，降低了炉膛温度，扩大了反应区域。无焰燃烧火焰分布均匀，燃烧温度低，同时羟基生成少，这使得NOx产生更少。根据调查，秦华热力集团有限公司长乐坊小区天然气锅炉采用与本项目相同的专用锅炉，因此，参照《秦华热力集团有限公司站点污染源监测-碧桂园凤凰城南区有组织废气监测报告》[瑞普 监 字（2022）第0224-7号]，项目各项污染因子排放浓度以监测值的最大值计，二氧化硫未检出，以检出限3mg/m3计，通过计算，本项目废气产排放情况见下表。**表4-1 项目废气产排情况一览表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **污染物** | **废气量****(万m3/a)** | **采取措施** | **排放浓度（mg/m3）** | **排放速率****（kg/h）** | **排放量（t/a）** | **排放时间** |
| 颗粒物 | 827.93 | 低氮燃烧器+102m高排气筒 | 8.0 | 0.023 | 0.066 | 2880h |
| SO2 | 3 | 0.009 | 0.025 |
| NOX | 26 | 0.075 | 0.215 |

由表4-1可知，本项目锅炉废气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的排放浓度均符合《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）中“表3燃气锅炉大气污染物排放浓度限值”要求，能够做到达标排放，对外环境影响较小。**2、废气排放口基本情况**项目废气排放口信息见表4-2**表4-2 废气排放口基本信息**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排放口基本情况 | 高度（m） | 102 |
| 排气筒内径（m） | 0.26 |
| 温度（℃） | 35 |
| 编号 | DA001 |
| 名称 | 锅炉房排气筒 |
| 地理坐标（°） | 东经 | 108.8289244713 |
| 北纬 | 34.2574312049 |
| 类型 | 一般排放口 |
| 排放标准 | 《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018） |

**3、废气监测计划**根据《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》（HJ820-2017），项目监测计划见如下表所示。**表4-3 废气监测计划**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **监测项目** | **监测点位** | **监测因子** | **监测频次** |
| 废气 | 锅炉烟气 | 排气筒出口 | SO2、颗粒物 | 1次/年 |
| NOx | 1次/月 |
| 注：项目仅在供暖季运行。 |

**二、废水**1、废水排放情况本项目不设专职人员，仅需派人定期巡视。因此，项目不产生生活污水，项目运行过程中产生的废水主要为锅炉定期排放的清净下水以及软水系统产生的反冲洗水。项目总废水排放量为1.06m3/d（127.2m3/a），项目产生的废水均为清净下水，直接排入市政雨水管网。2、废水治理合理性与可行性项目产生的废水均为清净下水，主要污染物为SS、溶解性总固体，水质简单，且排水量较小，可直接排入市政雨水管网。根据现场调查，目前管网已敷设到位。故本项目废水排入市政管网可行。因此，项目废水排放对周围环境影响较小。3、废水监测计划由于本项目运行过程中产生的废水仅为清净下水，主要污染物为SS、溶解性总固体，水质简单，因此，本次项目废水不设定期监测计划。**三、噪声**1、噪声源强分析本项目主要噪声源为锅炉运行产生的噪声，设备噪声源源强根据《污染源源强核算技术指南 锅炉》（HJ991-2018）附录D锅炉相关设备噪声源强参考值确定，详见表4-5。**表4-5 主要设备噪声源强 单位：dB(A)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备名称** | **数量（台）** | **产生源强dB(A)** | **拟采取措施** | **排放源强dB(A)** | **运行时间** | **距厂界距离（m）** |
| **东** | **南** | **西** | **北** |
| 燃气热水锅炉 | 1 | 80 | 选用低噪声、低震动设备、基础减震，软连接、四周设吸声材料、隔声 | 45 | 24h运行，年运行120d | 2 | 1.6 | 13.3 | 8.3 |
| 一次循环水泵 | 1 | 80 | 45 | 10 | 3.4 | 8.0 | 7.6 |
| 模块式热泵 | 2 | 80 | 48 | 14.7 | 5.1 | 4.5 | 5.5 |
| 冷却水泵 | 2 | 80 | 48 | 16.2 | 1.5 | 2.2 | 9.1 |
| 低区循环水泵 | 1 | 80 | 45 | 14 | 8.7 | 4.2 | 1.7 |
| 高区循环水泵 | 1 | 80 | 45 | 8 | 8.7 | 10.2 | 1.7 |
| 低区补水泵 | 1 | 80 | 45 | 5.3 | 8.6 | 12.9 | 1.8 |
| 高区补水泵 | 1 | 80 | 45 | 3.2 | 8.6 | 15 | 1.8 |
| 全自动软水器 | 1 | 50 | 15 | 4 | 6.0 | 14 | 4.4 |
| 风机 | 1 | 85 | 50 | 6.7 | 2.3 | 11.8 | 8.1 |

2、厂界达标情况分析根据项目的噪声排放特点，结合《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）的要求，预测模式采用“8.4.1工业噪声预测”计算模式。（1）室内声源根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）推荐的室内声源的声传播模式，将室内声源等效为等效室外点声源，据此，室内声源传播衰减公式为：式中：L（r）——距离噪声源r处的声压级，dB（A）；Lp0——为距声源中心r0处测的声压级，dB（A）；TL——墙壁隔声量，本项目取20dB（A）。a——平均吸声系数，本项目中取0.15；；r——声源中心处至预测点的距离，m；r0——参考位置距噪声源的距离，参考距离取1m。（2）室外点源采用的衰减公式为：式中：L（r）——距离噪声源r处的声压级，dB（A）；r——预测点距离噪声源的距离，m；r0——参考位置距噪声源的距离，m。（3）合成声压级合成声压级采用公式为：式中：Lpn——n个噪声源在预测点产生的声压级，dB(A)；Lpni——第n个噪声源在预测点产生的声压级，dB(A)；（4）噪声预测考虑本项目位于朗诗未来街区小区内部，且项目供暖期为24h运行，为进一步降低生产噪声对朗诗未来街区小区产生的不利影响，要求在锅炉房内加装吸声材料，其降噪量按照20dB(A)考虑，根据室内、室外声压级预测模式，项目噪声预测结果见表4-6。**表4-6 噪声预测结果**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **预测点** | **贡献值dB（A）** | **背景值dB（A）** | **预测值dB（A）** | **达标情况** |
| **昼间** | **夜间** | **昼间** | **夜间** | **昼间** | **夜间** | **昼间** | **夜间** |
| 东厂界 | 42.0 | 42.0 | 52 | 41 | / | / | 达标 | 达标 |
| 南厂界 | 48.2 | 48.2 | 51 | 43 | / | / | 达标 | 达标 |
| 西厂界 | 43.0 | 43.0 | 52 | 43 | / | / | 达标 | 达标 |
| 北厂界 | 46.7 | 46.7 | 51 | 42 | / | / | 达标 | 达标 |
| 朗诗未来街区小区 | 38.0 | 38.0 | 51 | 43 | 51.2 | 44.2 | 达标 | 达标 |
| 标准值 | 昼间：60dB（A）；夜间：50dB（A） |
| 注：项目位于朗诗未来街区小区内部，距离项目最近的1号楼现状监测值以项目南厂界现状监测值的最大值作为背景值进行预测。 |

由预测结果可知，项目厂界四周处贡献值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求，同时，朗诗未来街区小区噪声预测值也能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准。因此，项目运行噪声对周边声环境影响较小。3、噪声防治措施项目采取的具体噪声治理措施如下：①项目在设备选型上选用了低噪声、低震动设备，风机、水泵等额定功率满足项目所需。②设备均安置在锅炉房内部，并安装隔音板；产生振动的设备基础均安装减振减振垫等；水泵等设备的进出管设置可曲绕橡胶接头。③设备布置在锅炉房内，加强设备及噪声防治措施的维护保养，防止设备故障形成的非正常生产噪声以及噪声防治措施失效造成噪声超标。④加强日常管理，提高环保意识尽可能地降低各种噪声对环境的影响。运营期门窗紧闭，使噪声受到最大程度的隔绝和吸收。以上噪声治理措施容易实施，技术成熟可靠，投资费用较少，在经济上是可行的。4、噪声监测计划**表4-7 环境监测计划**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **监测项目** | **监测指标** | **监测频次** | **监测点位** |
| 噪声 | 噪声LAeq | 等效A声级 | 采暖季1次昼夜各一次 | 锅炉房边界 |

**四、固体废物**本项目不设专职人员，仅需派人定期巡视。因此，项目不产生生活垃圾，项目运行过程中产生的固体废物主要为软水设备定期更换产生的废离子交换树脂，属于一般固体废物，根据建设单位提供的资料，项目离子交换树脂每3年更换一次，单次更换产生的废离子交换树脂量为0.03t/次，废离子交换树脂由供应商定期更换并带走处理，对周边环境影响较小。五、地下水依据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），本项目属于附录A中的“142、热力生产和供应工程”，地下水环境影响评价项目类别为“Ⅳ类”项目。Ⅳ类建设项目可不开展地下水环境影响评价。**六、土壤影响分析及污染防治措施**根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》（HJ964-2018）可知，本项目属于污染影响型项目，根据导则附录A，本项目参照属于“电力热力燃气及水生产和供应业”中的“其他”，属于Ⅳ类项目。Ⅳ类建设项目可不开展土壤环境影响评价。七、环境风险分析评价1、环境风险识别根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）标准所列物质，本项目涉及的风险物质主要为天然气。项目天然气由市政天然气供气管线统一供给，项目区域内不设置天然气储存设施。根据建设单位提供的资料，厂内管道伴天然气最大存在量为1.2kg。2、环境风险潜势初判（1）危险物质数量与临界量比值（Q）Q值依据项目所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018)附录B中对应临界量的比值确定。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录C，当只涉及种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为Q；当存在多种危险物质时，按下式计算物质总量与其临界量的比值（Q）：$$Q=\frac{q\_{1}}{Q\_{1}}+\frac{q\_{2}}{Q\_{2}}+\cdots \frac{q\_{n}}{Q\_{n}}$$式中：q1，q2，…qn—每种危险物质的最大存在量，t；Q1，Q2，…Qn—每种危险物质的临界量，t。当Q＜1时，该项目环境风险潜势为Ⅰ。当Q≥1时，将Q值划分为：（1）1≤Q＜10；（2）10≤Q＜100；（3）Q≥100。本项目危险物质数量与临界量比值（Q）计算结果见表4-8。**表4-8 项目Q值确定表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **危险单元** | **危险物质名称** | **CAS号** | **最大存在总量** | **临界量** | **危险物质Q值** |
| 1 | 管道气 | 甲烷 | 74-82-8 | 1.2kg | 10t | 0.00012 |
| 项目Q值∑ | 0.00012 |

由上表可知，Q=0.00012＜1，因此，确定本项目环境风险潜势为I。（2）风险等级判定根据建设项目涉及到的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，拟建项目环境风险评价工作等级判定见表4-9。**表4-9 拟建项目环境风险评价等级划分一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境风险潜势 | IV、IV+ | III | II | I |
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析 |
| 本项目 | 危险物质总量与其临界量的比值Q＜1，项目环境风险潜势为I，因此本项目环境风险评价等级为简单分析。 |

由上表可知，本项目环境风险评价等级为I级，只进行简单分析3、环境风险分析发生管道伴生气泄漏事故后，管道天然气在大气中的扩散将对当地环境空气质量造成污染影响，主要污染因子为CH4，对其范围内的人群健康造成危害，由于本项目管道天然气在线量较小，仅为1.2kg，因此，事故状态下有一定影响，但总体影响较轻。本项目环境风险分析详见下表。**表4-10 环境风险分析表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **事故分类** | **原因类型** | **风险项目** |
| 天然气锅炉及管线发生泄漏，并引起火灾、爆炸事故 | 设备、操作 | 锅炉及连接管道因老化、受外力压迫受损，或因转运时工人操作不当，发生泄漏，遇火源发生火灾、爆炸。 |
| 自然因素 | ①地震、滑坡、泥石流等地质灾害引发锅炉及管线受外力裂缝、折断等造成泄漏，遇火源发生火灾、爆炸。②泄漏、火灾爆炸事故后未完全燃烧的有毒有害物质，以及完全燃烧后伴生/次生的有害物质进入环境空气，从而对大气环境造成影响。 |

4、风险管理防范措施为了有效地防范火灾和爆炸事故的发生，使环境风险减小到最低限度，必须加强劳动安全卫生管理，制定完备、有限的安全防范措施，尽可能降低项目环境风险事故发生的概率。针对本项目特点，采取如下控制措施：（1）事故防范措施严格按防火规范进行了平面布置，燃气锅炉放置在锅炉房内，阴凉、通风，远离火种、热源。设有安全防护系统，包括消防系统、防雷防静电系统、泄漏报警装置、自动切断阀、应急器材等，一旦发生泄漏及时发现，及时采取措施。（2）次生灾害防范①成立小区应急指挥小组。一旦发生事故，现场应急指挥小组组织专家进行会商，判断事态发展趋势，制定次生灾害防范措施；②在事件处理过程中进行持续监测，接到应急状态解除令后，监测人员对事件现场须继续监测，以判断事件现场是否有次生隐患，根据需要完成事件现场其它监测与评估；③现场应急救援指挥部进行动态评估，当有可能危及人员生命安全时，应立即指挥撤离；④现场应急处置人员应根据不同类型环境事件的特点，配备相应的专业防护装备，采取安全防护措施，严格执行应急人员出入事发现场程序；⑤根据突发环境事件的性质、特点，告知周围群众应采取的安全防护措施。（3）管理措施：①管理方面有详细的安全管理制度及有效的安全管理组织，确保各种有关的管理规定能在各个环节上得到充分落实；②醒目位置设立“严禁烟火”、“禁火区”等警戒标语、标牌和防火安全制度。③制定正常、异常和紧急状态下的操作手册及维修手册，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；④加强职工技能培训和安全教育，提高风险防范的意识，定期进行模拟事故演习，定期组织安全技术考试考核，严格按操作规程办事，杜绝因责任心不强而造成事故发生；⑤制定严密的管理制度，强化环境管理，制定应急操作规程，说明发生事故时应采取的操作步骤，规定抢修进度，限制事故影响，对重要仪器设备有完善的检查项目，维护方法，按计划进行定期维护，有专门的档案文件。 |

**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 | 锅炉排气筒 | 烟尘 | 1台低氮燃烧器+1根102m高排气筒 | 《锅炉大气污染物排放标准》（DB61/1226-2018）表3中标准 |
| SO2 |
| NOx |
| 地表水环境 | 锅炉房排水 | SS、溶解性总固体 | 进入市政雨水管网 | / |
| 声环境 | 生产设备 | Leq(A) | 选用低噪声设备，并采取隔声、基础减震等降噪措施 | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类标准 |
| 电磁辐射 | / | / | / | / |
| 固体废物 | 废离子交换树脂由供应商定期更换并带走处理。 |
| 土壤及地下水污染防治措施 | 无 |
| 生态保护措施 | 无 |
| 环境风险防范措施 | 加强日常管理及维护保养，工作人员规范操作；设置安全防护系统，包括消防系统、防雷防静电系统、泄漏报警装置、应急器材等。 |
| 其他环境管理要求 | 无 |

**六、结论**

|  |
| --- |
| 秦华热力集团有限公司朗诗未来街区供热中心建设项目符合国家和地方的产业政策、环境保护政策，选址合理，在落实本环评报告提出的污染防治措施后，各类污染物均可达标排放，项目对周围环境的影响可以控制在允许范围以内。因此，在采取主体设计和环评提出的各项污染防治措施后，污染物排放可以达到相应的排放标准，对环境的影响基本可控，从环境角度考虑，项目建设可行。 |

附表

**建设项目污染物排放量汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 | 烟尘 | / | / | / | 0.066t/a | / | 0.066t/a | +0.066t/a |
| SO2 | / | / | / | 0.025t/a | / | 0.025t/a | +0.025t/a |
| NOx | / | / | / | 0.215t/a | / | 0.215t/a | +0.215t/a |
| 废水 | 锅炉定期排水 | / | / | / | 102m3/a | / | 102m3/a | +102m3/a |
| 反冲洗水 | / | / | / | 25.2m3/a | / | 25.2m3/a | +25.2m3/a |
| 一般工业固体废物 | 废离子交换树脂 | / | / | / | 0.03t/次 | / | 0.03t/次 | +0.03t/次 |
| 危险废物 | / | / | / | / | / | / | / | / |

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①