

克拉玛依高新技术产业开发区工业供热（蒸汽） 及管网基础建设工程项目 可行性研究报告

北京清华同衡规划设计研究院有限公司

2025 年 12 月

目 录

第 1 章 工程概述..... 1

1.1 项目概况..... 1

1.1.1 项目名称..... 1

1.1.2 建设单位..... 1

1.1.3 建设内容..... 1

1.1.4 建设周期..... 1

1.1.5 主要经济技术指标..... 1

1.2 编制依据及内容..... 2

1.2.1 编制依据..... 2

1.2.2 编制范围..... 2

1.3 主要结论..... 3

第 2 章 项目建设背景及必要性 4

2.1 项目建设背景..... 4

2.2 规划政策符合性..... 4

2.2.1 项目建设规划文件..... 4

2.2.2 项目建设政策文件..... 4

2.2.3 规划符合性..... 5

2.2.4 政策合规性..... 5

2.2.5 职能合规性..... 5

2.3 项目建设必要性..... 5

第 3 章 项目需求分析及产出方案 8

3.1 项目需求分析..... 8

3.1.1 工业供热现状..... 8

3.1.2 现状工业供热管网..... 8

3.1.3 热负荷预测..... 9

3.1.4 现状供热存在问题..... 11

3.2 供汽负荷分析及区域划分.....11

3.2.1 供汽压力划分.....11

3.2.2 供汽区域划分.....11

3.2.3 分布式制汽能源站负荷..... 12

3.3 项目系统构建思想..... 13

3.4 项目产出方案..... 13

3.4.1 整体项目系统工程方案（~2030 年） 13

3.4.2 一期系统工程方案（~2025 年） 14

3.4.3 分布式制汽能源站设备选型..... 15

3.4.4 大焓差柔性蒸汽制备机组原理..... 17

3.5 制汽的基础热源的解决方案..... 18

3.5.1 热源的解决..... 18

3.5.2 电厂余热回收供热系统方案..... 18

3.5.3 电厂余热回收热泵站设备选型..... 19

3.5.4 热水的输送..... 20

3.5.5 基础热源价格分析..... 20

3.6 制汽的升压能源的解决方案..... 21

3.6.1 售电公司供电..... 21

3.6.2 绿电直供+售电公司供电 21

3.7 方案比选..... 21

3.7.1 方案设计..... 21

3.7.2 方案 1：建设燃煤锅炉+背压机 22

3.7.3 方案 2：建设电极熔盐蓄热锅炉..... 23

3.7.4 方案 3：建设热电协同蒸汽高效制备工艺系统..... 25

3.7.5 总结与建议..... 25

3.8 项目实施模式..... 26

第 4 章	项目选址及要素保障	27	5.3	电厂余热回收热泵站建设.....	53
4.1	项目选址.....	27	5.3.1	建筑专业方案.....	53
4.2	建设条件.....	27	5.3.2	结构专业方案.....	55
4.2.1	地理位置.....	27	5.3.3	工艺专业方案.....	56
4.2.2	历史沿革.....	27	5.3.4	电气专业方案.....	60
4.2.3	气象条件.....	28	5.3.5	通风与空气调节.....	72
4.2.4	水文条件.....	28	5.3.6	采暖.....	73
4.2.5	地形地貌.....	29	5.3.7	给排水设计	74
4.2.6	工程地质条件.....	29	5.4	蒸汽管网供蒸汽方案设计.....	75
4.2.7	运输条件.....	29	5.4.1	供热型式.....	75
4.2.8	工程用水用电.....	29	5.4.2	供热介质	75
4.2.9	周边环境状况.....	29	5.4.3	管线敷设方案.....	76
4.2.10	施工协作条件.....	29	5.4.4	蒸汽管道架空敷设.....	76
4.2.11	燃料供应.....	29	5.4.5	补偿方式.....	76
第 5 章	项目建设方案	31	5.4.6	管材.....	76
5.1	热源情况和建设规模.....	31	5.4.7	管道附件、保温及防腐.....	77
5.1.1	热源情况.....	31	5.4.8	管道试压、冲洗及质量验收标准.....	79
5.1.2	供热参数.....	31	5.4.9	蒸汽管道保温计算.....	79
5.1.3	建设规模.....	33	5.4.10	管道跨距计算.....	80
5.2	分布式制汽能源站建设.....	33	5.4.11	供热管道采暖方案设计	80
5.2.1	建筑专业方案.....	33	5.4.12	系统设计方案.....	80
5.2.2	结构专业方案.....	35	5.4.13	热力网布置和敷设原则.....	81
5.2.3	工艺专业方案.....	35	5.4.14	间距要求.....	82
5.2.4	电气专业方案.....	37	5.4.15	热补偿方式.....	82
5.2.5	通风与空气调节.....	50	5.4.16	管网系统规模.....	83
5.2.6	采暖.....	51	5.4.17	直埋保温管道为三位一体的整体结构.....	83
5.2.7	给排水设计	52	5.4.18	聚氨酯发泡工艺和质量要求.....	83
			5.4.19	一级管网直埋保温管补口工程使用条件.....	84

5.4.20	执行标准.....	84
5.4.21	保温接头性能要求：	84
5.4.22	保温接头性能要求：	84
5.4.23	直埋供热管道敷设原理.....	86
5.4.24	直埋保温管道失效形式及应对措施.....	86
5.4.25	强度失效分析和应对措施.....	87
5.4.26	稳定性失效分析和应对措施.....	87
5.4.27	阀门的破坏.....	88
5.4.28	重点防止局部屈曲失稳和疲劳破坏.....	88
5.4.29	施工要点.....	88
5.5	建设管理方案.....	94
5.5.1	项目建设组织机构.....	94
5.5.2	项目实施管理.....	94
5.5.3	项目财务管理.....	95
5.5.4	项目的管理职责.....	95
5.5.5	项目监督.....	95
5.5.6	项目监理.....	95
5.6	项目招标方案.....	95
5.6.1	招标依据.....	95
5.6.2	招标范围.....	95
5.6.3	招标组织形式.....	96
5.6.4	招标组织方式.....	96
5.6.5	招标基本情况表.....	96
5.7	项目建设进度计划.....	96
第 6 章 项目运营方案		97
6.1	运营模式选择.....	97
6.2	运营组织方案.....	97
6.2.1	组织机构.....	97

6.2.2	各部门职责.....	97
6.3	安全保障方案.....	97
6.3.1	设计依据.....	97
6.3.2	建设项目安全设施“三同时”的相关规定.....	97
6.3.3	建设项目职业病防护设施“三同时”相关规定.....	98
6.3.4	个人防护用品.....	98
6.3.5	职业卫生应急救援措施.....	98
6.3.6	职业卫生机构设置.....	99
6.3.7	其他的安全措施.....	99
6.4	绩效管理方案.....	99
第 7 章 项目投融资与财务方案.....		100
7.1	编制内容.....	100
7.2	编制依据.....	100
7.3	建设投资估算.....	101
7.4	资金来源.....	103
7.5	项目融资方案.....	103
7.6	债务清偿能力评价.....	103
7.6.1	全年供汽/供热量.....	103
7.6.2	本项目新增销售额.....	104
7.6.3	项目成本分析.....	104
7.7	主要评价指标.....	105
7.8	财务可持续性评价.....	105
第 8 章 项目影响效果分析.....		106
8.1	经济影响分析.....	106
8.2	社会影响分析.....	106
8.2.1	编制依据.....	106
8.2.2	社会稳定风险分析.....	106

8.2.3 社会稳定风险防范措施..... 107

8.2.4 社会影响评价..... 107

8.3 生态环境影响分析..... 107

8.3.1 项目建设对环境的影响..... 107

8.3.2 项目建设环境保护执行标准..... 107

8.3.3 项目施工过程中产生的污染物对环境的影响..... 107

8.3.4 项目运营主要污染源及污染物排放估算..... 108

8.3.5 主要污染物治理措施..... 109

8.4 资源和能源利用效果分析..... 109

8.4.1 节约及合理利用能源的措施..... 109

8.4.2 热力系统节能措施..... 110

8.4.3 能耗及节能量计算..... 110

8.5 碳排放与“双碳”目标影响分析.....111

第 9 章 项目风险管控方案 113

9.1 风险识别和管控方案..... 113

9.1.1 风险识别及风险程度分析..... 113

9.1.2 保障措施..... 114

9.2 重大项目社会稳定风险管控方案..... 114

9.2.1 编制依据..... 114

9.2.2 社会稳定风险分析..... 115

9.2.3 社会稳定风险防范措施..... 115

9.2.4 评价结论..... 115

9.2.5 重大风险管控应急预案..... 115

第 10 章 研究结论与建议 116

10.1 结论..... 116

10.2 存在问题及建议..... 116

第 11 章 附件附图 117

第 12 章 附件：大焓差柔性蒸汽制备机组核心部件技术成熟度说明 118

第1章 工程概述

1.1项目概况

1.1.1 项目名称

项目名称：克拉玛依高新技术产业开发区工业供热（蒸汽)及管网基础建设工程项目。

项目阶段：可行性研究报告。

1.1.2 建设单位

克拉玛依高新绿能热力有限公司。

1.1.3 建设内容

本项目建设内容为：

本项目作为克拉玛依高新区内配套基础设施，可解决园区内现有蒸汽供给能力明显不足、现有冬季采暖成本偏高的问题，补齐园区基础设施配套短板，提供良好、便利的招商基础条件，促进园区规模化、集约化、一体化发展，吸引更多的企业入驻园区，显著加强园区的招商引资能力。

本项目建设将满足高新区内近期（2025 年）28t/h 工业蒸汽、5.8MW 采暖负荷，远期（2030 年）220 t/h 工业蒸汽、15MW 采暖负荷的供应需求。

根据高新区工业蒸汽负荷的逐年发展情况，本项目可分两期实施或多期实施。整体项目（满足远期 2030 年的供汽负荷需求）和一期项目（满足近期 2025 年的供汽负荷需求）的建设规模及内容见表 1-1。

1.1.3.1 整体项目（远期~2030 年）

- 1）建设 2 座分布式制汽能源站，站内配置大焓差柔性蒸汽制备机组，以热电厂供应的热水作为基础热源、绿电直供与售电公司供电结合作为升压能源，总制汽量 150 t/h。
- 2）建设 1 座电厂余热回收热泵站，站内设置 3 台余热回收量共计 38MW 的吸收式热泵，通过回收电厂余热，提高电厂余热利用效率，降低供热系统运行成本，同时保障供暖期电厂供热能力。
- 3）建设形成规模化蒸汽管网系统，用于将电厂直供蒸汽（70t/h）、分布式制汽能源站制备的

蒸汽（150t/h）输送至各工业用户。

- 4）利用高新区内现有供暖热水管网，用于将电厂供应的热水输送至各分布式制汽能源站。
- 5）完善园区供热管网，供暖季为园区企业用户供暖。

1.1.3.2 一期工程（近期~2025 年）

- 1）初步建成 1 座分布式制汽能源站，站内配置大焓差柔性蒸汽制备机组，以热电厂供应的热水作为基础热源、售电公司供电作为升压能源，制备 22 t/h（压力为 0.8 MPa.a）的工业蒸汽。
- 2）建成 1 座电厂余热回收热泵站，站内设置 1 台余热回收量 7.0MW 的吸收式热泵。
- 3）初步建设形成规模化蒸汽管网，用于将电厂直供蒸汽（6t/h）、分布式制汽能源站制备的蒸汽（22t/h）输送至各工业用户。
- 4）利用高新区内现有供暖热水管网，用于将电厂供应的热水输送至分布式制汽能源站。
- 5）完善园区供热管网，供暖季为园区企业用户供暖。

表 1-1 项目建设规模及内容

编号	内容	远期（2030 年）	近期（2025 年，一期）
1	分布式制汽能源站	数量：2 座 站内配置：大焓差柔性蒸汽制备机组 总制汽量 150 t/h	数量：1 座 站内配置：大焓差柔性蒸汽制备机组 总制汽量 22 t/h
2	电厂余热回收热泵站	数量：1 座 站内配置：3 台余热回收量 38MW 的吸收式热泵	数量：1 座 站内配置：1 台余热回收量 7.0MW 的吸收式热泵
3	蒸汽管网	建成完善的高新区蒸汽供应管网系统	初步建设形成规模化蒸汽管网
5	热水管网	完善园区供暖热水管道	完善园区供暖热水管道

1.1.4 建设周期

本项目建设期两年：2025 年 9 月～2027 年 9 月。

1.1.5 主要经济技术指标

项目计划总投资约 6.0 亿元，专项债资金 1.8 亿元已到位；项目剩余资金计划通过银行贷款（期限 15 年，利率 3.5%/年，等额本息方式还款）筹集。

1.2 编制依据及内容

1.2.1 编制依据

1.2.1.1 地方及项目相关资料

本项目可行性研究报告根据下列文件及资料进行编制：

- （1）《新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》；
- （2）《克拉玛依市国民经济和社会发展第十四个五年规划》；
- （3）《克拉玛依市国土空间总体规划》（2021-2035 年）；
- （4）《克拉玛依市 2023 年国民经济和社会发展统计公报》；
- （5）《克拉玛依高新技术产业开发区国土空间总体规划》（2021-2035）；
- （6）《克拉玛依高新区化工园区总体规划》（2023-2035）；
- （7）承办单位关于编制本项目可行性研究报告的委托合同及有关技术基础资料；
- （8）建设单位提供的其他相关资料及数据。

1.2.1.2 法律文件

- （1）《中华人民共和国节约能源法》；
- （2）《中华人民共和国环境保护法》；
- （3）《中华人民共和国水土保持法》；
- （4）《中华人民共和国安全生产法》；
- （5）《中华人民共和国消防法》（2021 年修订版）；
- （7）《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》（住建部令第 51 号）；
- （8）《市政公用工程设计文件编制深度规定》；
- （9）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划》；
- （10）《在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》；
- （11）《产业结构调整指导目录》（2024 年本）；
- （12）《政府投资项目可行性研究报告编写通用大纲（2023 年版）》；

- （13）《关于投资项目可行性研究报告编写大纲的说明（2023 年版）》；
- （14）《关于优化完善地方政府专项债券管理机制的意见-国办发（2024）52 号》；
- （15）《2025 年能源工作指导意见》；
- （16）《“十四五”现代能源体系规划》；
- （17）《基本建设项目建设成本管理规定》财建〔2016〕504 号；
- （18）《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）。

1.2.1.3 相关标准规范

- （1）《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018 版；
- （2）《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）；
- （3）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2017）；
- （4）《电力设备典型消防规程》（DL5027-2019）；
- （5）《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）；
- （6）《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）》（国能发安全〔2022〕83 号）；
- （7）《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- （8）《水喷雾灭火系统设计规范》（GB50219-2014）；
- （9）《电气设备安全设计导则》（GB/T25295-2010）；
- （10）《锅炉安全技术规程》（TSG 11-2020）；
- （11）《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- （12）《安全标志及其使用导则》（GB2894-2022）；
- （13）《安全色》（GB2893-2020）；
- （14）《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2018）。

1.2.2 编制范围

- （1）针对克拉玛依高新区近期（~2025 年）和远期（~2030 年）各工业用户蒸汽负荷的分布，合理划分供热区域，确定分布式制汽能源站的选址和制汽容量。
- （2）在技术、经济性可行的前提下，设计新型热电协同蒸汽高效制备工艺系统工程方案，包括：分布式制汽能源站关键设备选型与工艺流程设计。论证大焓差柔性蒸汽制备所需的基础能源（高温热水）和升压能源（电力）的来源及可行性。

（3）制定分布式制汽能源站工程设想，包括：①厂房总平面布置；②大焓差柔性蒸汽制备机组、高温储能模块及其他附属设备的布置；③工艺系统（热水管道、蒸汽管道等）设计方案；④电气系统、仪表与控制系统设计方案。

（4）制定电厂余热回收热泵站工程设想，包括：①厂区总平面布置；②吸收式热泵及其他附属设备的布置；③工艺系统（蒸汽、循环水及热水管道）设计方案；④电气系统、仪表与控制系统设计方案。

（5）根据本工程的建设规模与供汽能力，对工程造价、运营成本，收益情况进行计算及分析。在安全、环保、节能及符合国家相关规定的基础上，实现运营收益最大化。

1.3主要结论

本报告通过对项目背景及建设必要性、可行性、项目的建设条件、建设内容和规模、建设方案、项目组织管理与进度安排、投资估算与资金筹措、社会效益等方面的论证分析，认为本项目建设符合克拉玛依高新区的工业供热项目建设需求，项目的建设为当地的建设发展奠定坚实的基础，促进区域经济快速发展，对改善区域投资环境，提高生产生活条件具有十分重要的意义。

该项目的建设符合《“十四五”全国城市基础设施建设规划》《煤炭清洁高效利用行动计划》等文件精神及规划要求，符合国家及自治区相关政策，具有良好的节能环保效益及经济效益，设备选型合理方案设计合理，总投资合理。

本项目的建设，将在节约能源、减少资源消耗、建设和谐社会、增强城市文化、提升生产生活条件等多个方面体现多方位的社会效益，从实质上带动区域价值提高，对于提升区域建设档次与水平，改善投资区境，提升企业形象，展示城市良好形象具有十分重要的意义。

综上所述，克拉玛依高新技术产业开发区工业供热（蒸汽）及管网基础建设工程项目是可行的，也是十分迫切需要的。

第2章 项目建设背景及必要性

2.1 项目建设背景

新疆地域辽阔，煤炭、风能、太阳能等能源资源丰富，是国家“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要中推进建设的大型清洁能源基地，但新疆大部分地区以煤炭为主的能源消费结构依然长期存在，各种污染物排放量依旧很大，低碳经济发展还存在较大阻力。

为了促进绿色经济的发展，自治区发布了《新疆生态环境保护“十四五”规划》，其中明确要求严格控制煤炭消费，合理控制煤电装机规模，有序淘汰煤电落后产能，推进燃煤电厂灵活性和供热改造。同时，自治区住房和城乡建设厅和自治区发展和改革委员会联合发布的《新疆维吾尔自治区城乡建设领域碳达峰实施方案》也要求了，统筹推进煤改电、煤改气及集中供热绿色、清洁替代，加快电网、天然气管网、热力管网等的建设和改造。

随着工业园区产业升级和国家对园区绿色转型的需求，园区对低碳、低成本、稳定可靠的工业供热方式需求日益增长，传统分散式燃煤（燃气）锅炉在能效、排放和运行成本方面已难以满足当前节能降碳的发展要求。基于此，建设以清洁能源驱动的新型工业供热系统具有重要的现实背景和必要性。该系统依托大焓差柔性蒸汽制备机组、储能设备以及可再生能源利用等高效清洁技术，可有效替代园区内原有的分散锅炉，实现供热过程的清洁化、运行成本的显著降低、运行管理的集约化以及供热品质的提升，从而解决传统锅炉点多面广、能耗高、排放重等突出问题，更好地满足工业生产用热需求，推动园区整体能源系统向绿色、低碳、经济的方向发展，具有明显的建设意义。

2.2 规划政策符合性

2.2.1 项目建设规划文件

（1）《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》文件提出加快交通、能源、市政等传统基础设施数字化改造，加强泛在感知、终端联网、智能调度体系建设。发挥市场主导作用，打通多元化投资渠道，构建新型基础设施标准体系。优化提升供给结构，促进农业、制造业、服务业、能源资源等产业协调发展。完善产业配套体系，加快自然垄断行业竞争性环节市场化，实现上下游、产供销有效衔接。

（2）《新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》纲要提出落实国家能源发展战略，围绕国家“三基地一通道”定位，加快煤电油气风光储一体化示范，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，保障国家能源安全供应。

用足用好国家各项优惠政策，在人才引进、招商引资、园区建设等方面先行先试，创新投融资模式，加快配套设施建设，打造市场化、法治化、国际化营商环境，提升产业承载集聚能力。

（3）《锅炉绿色低碳高质量发展行动方案》发改环资〔2023〕1638 号提高新建锅炉标准。新建燃煤电站锅炉全部按照超低排放要求建设，采用清洁运输方式，能效达到先进水平。进一步限制在县级及以上城市建成区、国家大气污染防治重点区域（以下简称重点区域）等新建小型燃煤锅炉。在集中供热管网覆盖范围内，禁止新建、扩建分散燃煤供热锅炉，限制新建分散化石燃料锅炉。新建容量在 10 蒸吨/小时及以下工业锅炉优先选用蓄热式电加热锅炉、冷凝式燃气锅炉。

（4）《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》文件提出加快补齐区域基础设施、公共服务、生态环境、产业发展短板，夯实区域协调发展基础。

加强水利、交通、能源、环境、通信等基础设施的空间统筹，预留基础设施廊道空间，促进传统与新型基础设施功能融合，提高复合利用水平。

2.2.2 项目建设政策文件

（1）《“十四五”新型城镇化实施方案》（国函〔2022〕52 号）文件提出锚定碳达峰碳中和目标，推动能源清洁低碳安全高效利用，有序引导非化石能源消费和以电代煤、以气代煤，发展屋顶光伏等分布式能源，因地制宜推广余热供暖、热泵等多种清洁供暖方式，推行合同能源管理等节能管理模式。促进工业、建筑、交通等领域绿色低碳转型，推进产业园区循环化改造，鼓励建设超低能耗和近零能耗建筑。

（2）《国务院办公厅关于促进开发区改革和创新发展的若干意见》（国办发〔2017〕7 号）意见提出经济开发区、工业园区、高新技术产业园区等省级开发区要依托区域资源优势，推动产业要素集聚，提升营商环境国际化水平，向主导产业明确、延伸产业链条、综合配套完备的方向发展，成为区域经济增长极，带动区域经济结构优化升级。

推进园区循环化改造，按照循环经济“减量化、再利用、资源化”的理念，推动企业循环式生

产、产业循环式组合，搭建资源共享、废物处理、服务高效的公共平台，促进废物交换利用、能量梯级利用、水的分类利用和循环使用，实现绿色循环低碳发展。

鼓励以政府和社会资本合作（PPP）模式进行开发区公共服务、基础设施类项目建设，鼓励社会资本在现有的开发区中投资建设、运营特色产业园，积极探索合作办园区的发展模式。

（3）《国务院办公厅关于保持基础设施领域补短板力度的指导意见》（国办发〔2018〕101号）坚持以供给侧结构性改革为主线，围绕全面建成小康社会目标 and 高质量发展要求，坚持既不过度依赖投资也不能不要投资、防止大起大落的原则，聚焦关键领域和薄弱环节，保持基础设施领域补短板力度，进一步完善基础设施和公共服务，提升基础设施供给质量，更好发挥有效投资对优化供给结构的关键性作用，保持经济平稳健康发展。

基于以上政策支持，根据克拉玛依市高新区现状发展情况，地区发展规划，充分发挥自身优势，提出本项目。

2.2.3 规划符合性

规划是国家和城市发展的指南、可持续发展的蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据，必须走在城市各项建设的前面，起到宏观控制和综合指导作用。从城市的整体和长远利益出发，规划可以合理有序地配置城市空间资源，通过空间资源配置，提高城市的运作效率，促进经济社会的发展；确保城市的经济、社会与生态环境相协调，增强城市发展的可持续性；建立各种引导机制和控制规则，确保各项建设活动与城市发展目标相一致。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《新疆维吾尔自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。《“十四五”能源领域科技创新规划》国能发科技〔2021〕58 号、《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》等规划自上而下为本项目的建设提供了规划指引、导向、规范的作用，合理地配置了国土空间资源，避免了无序、盲目的建设。

本项目实施具备规划衔接性。

2.2.4 政策合规性

《“十四五”新型城镇化实施方案》（国函〔2022〕52 号）、《国务院办公厅关于促进开发区改革和创新发展的若干意见》（国办发〔2017〕7 号）、《国务院办公厅关于保持基础设施领域补短

板力度的指导意见》（国办发〔2018〕101 号）等政策文件为本项目提供了建设、资金筹措等方面的指导，为项目的实施提供了政策支撑，国家各项支持和优惠政策是项目建设顺利实施的前提条件。本项目属于国家鼓励支持发展项目，符合国家发展的战略部署。

本项目建设具备政策符合性。

2.2.5 职能合规性

本项目实施部门是新疆维吾尔自治区克拉玛依市高新区管理委员会，主要职责为负责贯彻执行国家、自治区、地方规划建设环保方面的法律法规及相关政策；协助有关部门对建设项目的质量、安全、环保、消防、竣工验收等进行监督和管理；负责产业园建设项目的选址、定点核准工作。组织开展园区市政基础设施建设和管理工作。

该项目为市政基础设施建设项目，通过完善供热供汽设备的建设、基础设施建设，能有效加强克拉玛依市高新区区可持续发展水平，改善园区生活生产环境，还提高了收益，这对当地经济发展具有重要意义，符合关于该项目职能的相关性要求。

综上所述，本项目实施具备职能相关性。

2.3 项目建设必要性

（1）本项目建设是落实国家“双碳”战略、推动工业能源体系清洁低碳转型、促进园区绿色高质量发展的关键举措，是响应国家最新能源与环保政策、构建新型工业能源供给体系的必然要求

当前，我国正全面推进“碳达峰、碳中和”目标落实。《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（2021 年）提出，大幅提升能源利用效率。把节能贯穿于经济社会发展全过程和各领域，持续深化工业、建筑、交通运输、公共机构等重点领域节能，提升数据中心、新型通信等信息化基础设施能效水平。健全能源管理体系，强化重点用能单位节能管理和目标责任。瞄准国际先进水平，加快实施节能降碳改造升级，打造能效“领跑者”。《“十四五”节能减排综合工作方案》（国发〔2021〕33 号）和《“十四五”工业绿色发展规划》（工信部联节〔2021〕210 号）明确要求实施节能降碳行动，推动园区节能环保提升，鼓励园区发展多远储能、高效热泵等，推进多能高效互补利用，构建清洁高效、安全可控的工业能源体系。

同时,《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》(发改能源〔2022〕206号)提出,要构建清洁低碳、安全高效的能源体系,引导工业企业开展清洁能源替代,降低单位产品碳排放,鼓励具备条件的企业率先形成低碳、零碳能源消费模式,加快终端能源消费电气化和低碳化进程。《“十四五”现代能源体系规划》(发改能源〔2022〕316号)进一步强调,要推进多能互补清洁能源基地建设,推广工业余热余压综合利用,逐步淘汰供热管网覆盖范围内的燃煤小锅炉和散煤,加强工业领域节能和能效提升,推广节能低碳工艺技术装备。《国家发展改革委国家能源局关于促进新能源消纳和调控的指导意见》(发改能源〔2025〕1360号)提出,鼓励传统产业创新工艺流程,提升负荷灵活性,在热力、供暖、制冷、动力等环节更多使用新能源。支持新能源资源富集地区实现信息技术、高端装备制造、新材料等战略性新兴产业与新能源融合发展。

在当前能源转型与“双碳”政策持续深化的背景下,传统燃煤锅炉制汽方式因能效偏低、碳排放强度高、环境负担重,已逐步受到政策性限制和市场性淘汰。园区规划建设低碳工业供热(蒸汽)项目,采用热电协同蒸汽高效制备工艺系统与热电协同运行技术,能够充分利用绿色光伏、低碳廉价电力和余热资源,实现按需制汽、梯级利用,显著降低单位蒸汽能耗与二氧化碳排放水平。同时,该系统具备与电网灵活耦合的能力,可在低谷期储能、高峰期放能,实现削峰填谷与储能调峰的综合效益,契合国家“能源安全、清洁高效、灵活调节”的发展方向。

项目建成后,将为园区提供稳定、经济、绿色的蒸汽能源供应,有效改善区域能源结构,降低企业能源成本与碳排压力,提升园区整体能源利用效率与环境管理水平。通过建设低碳供能体系,项目将增强园区绿色产业竞争力,提升招商引资吸引力,形成可推广的低碳供能示范样板,在经济、环境和社会层面均具有显著的综合效益。

(2) 项目建设是改善空气环境、促进可持续发展的重大工程

环境保护与节能减排是当前国家和自治区高度关注的重点任务,也是推动高质量发展的重要抓手。近年来,随着“双碳”目标的深入实施,《新疆维吾尔自治区生态环境保护“十四五”规划》《自治区能源发展“十四五”规划》等政策相继出台,对能源结构优化、工业节能降碳及大气污染治理提出了更高要求。

克拉玛依高新区作为自治区重点产业园区,能源消费密集、蒸汽需求集中,传统燃煤锅炉制汽方式能效低、碳排高,已难以满足绿色低碳发展的要求。为落实国家和自治区节能降碳政策,推动园区能源结构转型,本项目拟建设低碳工业蒸汽制取系统,以清洁能源替代燃煤供汽,实现园区蒸汽集中制备与高效利用。项目建成后,将显著提升能源利用效率,减少污染物与温室气体排放,改

善区域空气环境质量,促进高新区产业可持续发展,为克拉玛依市打造清洁低碳能源示范园区提供有力支撑。

(3) 项目建设是完善基础设施功能、提升园区能源保障能力的必要工程

克拉玛依高新区是自治区重点产业集聚区,园区内石化、新材料及碳捕集等企业蒸汽能源的需求持续增长。然而,目前园区蒸汽供应主要依赖燃气锅炉及克石化公司就近供汽,存在设备能效低、供汽价格高、克石化公司因环保压力面临关停等问题,难以满足企业连续生产及节能减排的要求,制约了园区产业的高质量发展。

为提高能源供应的安全性与可靠性,降低运行能耗与维护成本,推动园区基础设施体系优化升级,亟需建设高效、清洁、智能化的制汽系统。项目建成后,将实现园区蒸汽低碳供能与多能协同,完善园区能源基础设施体系,提升能源供应稳定性与应急保障能力。

同时,该项目的实施将有助于优化园区能源结构,改善企业生产环境,提升园区承载能力与投资吸引力,推动高新区向绿色低碳、集约高效方向转型发展。项目的建设不仅是提升园区基础设施功能的重要举措,更是支撑区域经济可持续发展和产业升级的关键工程,具有显著的经济、社会与环境综合效益。

(4) 项目建设是优化园区供热(蒸汽)结构、提升能源利用效率的重要举措

《“十四五”现代能源体系规划》明确提出,要加快工业领域节能降碳改造,推动能源系统清洁低碳转型,促进余热余压利用,加强工业领域节能和能效提升。同时,《工业领域碳达峰实施方案》(工信部〔2022〕126号)要求加快构建高效、清洁、低碳、安全的工业能源体系,打造绿色低碳工业园区,持续提升能源利用率,减少碳排放。

在这一政策导向下,克拉玛依高新园区现有分散式燃气锅炉及低效蒸汽系统已难以适应高质量发展要求,面临能耗高、效率低、排放大、运行分散等突出问题。为此,本项目通过引入高效低碳的大焓差柔性蒸汽制备机组与热电协同技术,实现园区蒸汽的集中管理和智能匹配供应,以及系统优化配置,从而大幅提升蒸汽利用效率,降低一次能源消耗和碳排放总量。

项目实施后,将有效优化园区供热(蒸汽)结构,提升能源系统整体的安全性、经济性和清洁化水平,为克拉玛依高新区构建绿色低碳产业体系、推进工业节能降碳提供有力支撑。同时,该项目将作为自治区工业领域绿色转型的示范工程,产生显著的经济、环境和社会效益。

(5) 项目建设是保障白碱滩区(三平镇、金龙镇以及高新区部分建筑)民生供热的重要举措

城镇供热是关乎民生的大事，在冬季，供热服务的中断或质量不达标易引发群体性不满情绪，特别是在极端天气条件下，可能直接威胁居民基本生存，导致社会矛盾激化。因此，供热问题已经成为关乎公共安全和社会稳定的政治问题。

当前，华电克拉玛依电厂的供能力已经达到饱和，该电厂不仅是克拉玛依市广盛供热公司所辖的三平镇、高新区部分建筑供暖的热源，还是克拉玛依市区集中供热的主要热源。随着电力市场化全面推广，华电克拉玛依电厂需全年为电网可再生能电力调峰，将会影响电厂的供热出力。在近年来的严寒期，华电克拉玛依电厂已经出现热源紧张的局面，为此，克拉玛依市区热网还需开启能源成本高昂的燃气锅炉保障民生供暖。

本项目在满足克拉玛依高新区内工业用热（供汽）需求的同时，还显著提升了白碱滩三平镇、金龙镇以及高新区部分建筑民生供暖（合计约 88.6MW）的热源保障能力：该项目建设的电厂余热回收热泵站，实现了华电克拉玛依电厂乏汽余热的高效回收利用，增加了克拉玛依市广盛供热有限责任公司热网首站的实际热源能力；

第3章 项目需求分析及产出方案

3.1项目需求分析

3.1.1 工业供热现状

- 目前，高新区内的热源情况如下：
- 1）克石化公司现有 4×130t/h 锅炉及炼化装置副产供汽能力 56~170t/h，随着油田公司 2×660MW 开工建设及环保压力面临关停。
 - 2）华电克拉玛依热电厂 2×350MW 热电联产机组最大供热能力 703MW 已趋于饱和，无法满足周边高新区蒸汽和热水增长需求，每年 4 月中旬至 9 月底可对外供低温低压蒸汽 100t/h。
 - 3）已建金龙镇燃气锅炉，热源供热能力不足，存在供热缺口。
 - 4）油田公司 2×660MW 煤电机组向其内部及克石化供应，暂无对外供应计划。
 - 5）各企业自建热源总装机仅可满足自身用汽、用热需求。

表 3-1 高新区内的热源情况

现有热源	装机情况	供汽能力
克石化热电厂	2×12MW 发电机组（已关停） 4×130t/h 锅炉（面临关停）	仅能满足目前自身及高新区部分工业蒸汽负荷
华电克拉玛依热电厂	2×350MW 供热机组 6×52.5MW 灾备电极锅炉	为主城区（城南+城北）供暖，供热能力 703MW，135/ 80℃ 4 月中~9 月底可对外供低压蒸汽 100t/h
金龙镇锅炉房	3×14MW 燃气锅炉	为金龙镇油气储运公司、克石化公司生活区供暖，供热负荷为 50.3MW
新疆油田在建燃煤电厂	2×660MW 供热机组	为克石化供汽 160-260t/h 为碳捕集供汽 130t/h

3.1.2 现状工业供热管网

（1）蒸汽管网

高新区内尚无规模化工业供汽管网，仅克石化至金源精细、翼龙、敦华公司间有约 2 公里 DN350 蒸汽管线（位于特色化工产业园）。

目前，已经完成克拉玛依高新区蒸汽管道的管架设计，具体路由见图 3-1。



图 3-1 高新区蒸汽管架设计路由

（2）热水管网

高新区内建设有一套供热管网，媒介为热水，主干线规格为 2×DN700，两条支干线规格为 2×DN450 用于实现华电克拉玛依热电厂向三平镇、金龙镇（备用）及高新区部分建筑的冬季供暖，具体管道路由见图 3-2。

该套供热管网由克拉玛依市广盛供热有限责任公司建设与运营，目前，该套管网的主干线流量约 900t/h，严寒期最高供/回水温度约 95℃/45℃。

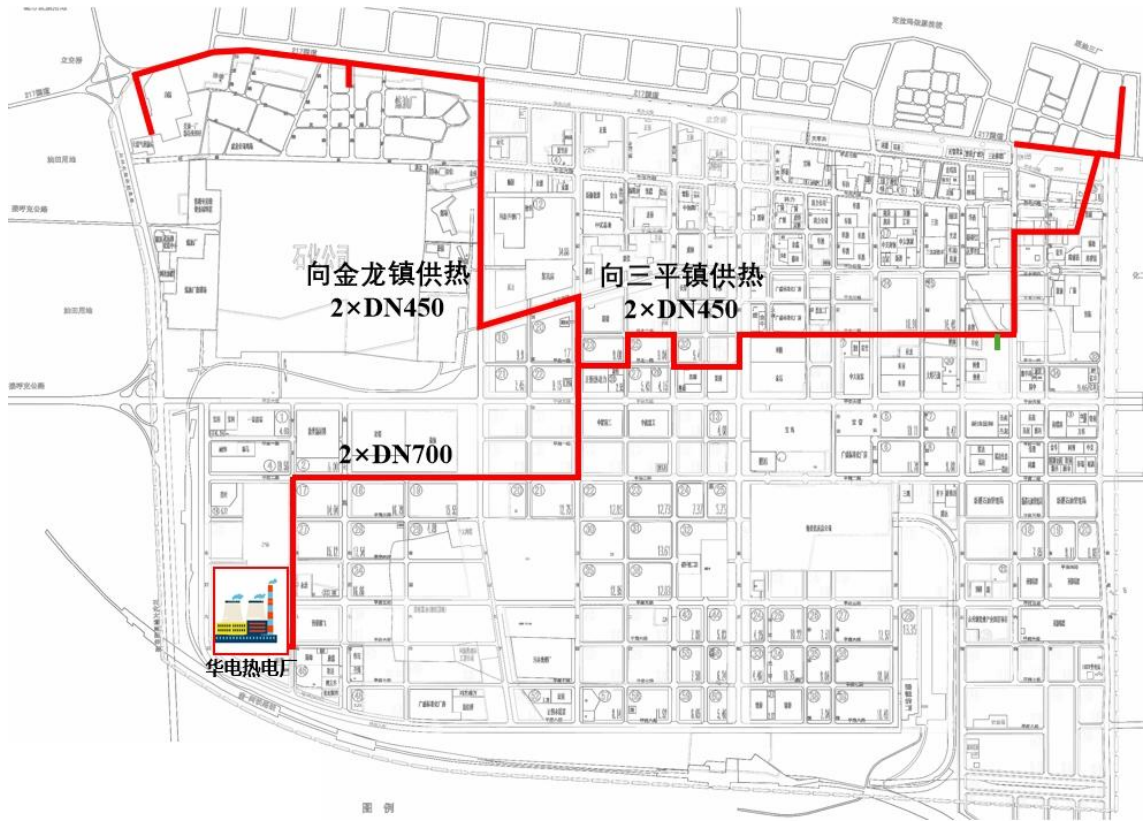


图 3-2 高新区供热管网路由

3.1.3 热负荷预测

（1）现状供热负荷需求（~2025 年）

根据初步统计，高新区内现状低压蒸汽（<1.5MPa）最大用汽总负荷为 28t/h，现状最大采暖负荷为 5.8MW，具体用户企业的蒸汽用量和温位需求见表 3-2。

表 3-2 高新区现状供热负荷需求（~2025 年）

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
1	金源精细化工	蒸汽	16	16	0.6	——	150
2	敦华二期	蒸汽	4	4	0.3	——	140
3	逸普	蒸汽	5	5	0.6	——	160

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
4	克拉玛依中石油翼龙高级润滑油有限公司	蒸汽	2	2	0.7	——	170
5	信泰腾飞	蒸汽	1	1	0.7	——	170
6	新疆科力新技术发展股份有限公司	热水	——	——	——	0.182	100
7	新疆宝利沥青有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
8	新疆熙泰石油装备有限公司	热水	——	——	——	0.005	100
9	克拉玛依市正诚有限公司	热水	——	——	——	0.319	100
10	新疆金石钻采设备有限公司	热水	——	——	——	0.055	100
11	新疆坤隆石油装备有限公司	热水	——	——	——	2.5	100
12	克拉玛依市新聚工贸有限责任公司	热水	——	——	——	1.0	100
13	克拉玛依中德阀门有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
14	克拉玛依胜利高原机械有限公司	热水	——	——	——	0.15	100
15	克拉玛依亚龙石油机械有限公司	热水	——	——	——	0.2	100
16	新疆胜新复合材料有限公司	热水	——	——	——	0.5	100

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
17	克拉玛依市新奥达石油 技术服务有限公司	热水	——	——	——	0.003	100
18	诚谊	热水	——	——	——	0.55	100
19	中克	热水	——	——	——	0.11	100
合计（0.1~1.0MPa）			28	28		5.82	

（2）远期供热负荷需求（~2030 年）

规划至 2030 年，高新区内预测低压蒸汽（<1.5MPa）最大用汽总负荷为 220t/h，预测最大采暖负荷为 15MW，具体用户企业的蒸汽用量和温位需求见表 3-3。

表 3-3 高新区远期低压用汽负荷需求（~2030 年）

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
1	金源精细化工	蒸汽	16	16	0.6	——	150
2	敦华二期	蒸汽	4	4	0.3	——	140
3	逸普	蒸汽	5	5	0.6	——	160
4	克拉玛依中石油翼龙高 级润滑油有限公司	蒸汽	2	2	0.7	——	170
5	信泰腾飞	蒸汽	1	1	0.7	——	170
6	新疆科力新技术发展股 份有限公司	热水	——	——	——	0.182	100
7	新疆宝利沥青有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
8	新疆熙泰石油装备有限 公司	热水	——	——	——	0.005	100

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
9	克拉玛依市正诚有限公 司	热水	——	——	——	0.319	100
10	新疆金石钻采设备有限 公司	热水	——	——	——	0.055	100
11	新疆坤隆石油装备有限 公司	热水	——	——	——	2.5	100
12	克拉玛依市新聚工贸有 限责任公司	热水	——	——	——	1.0	100
13	克拉玛依中德阀门有限 公司	热水	——	——	——	0.1	100
14	克拉玛依胜利高原机械 有限公司	热水	——	——	——	0.15	100
15	克拉玛依亚龙石油机械 有限公司	热水	——	——	——	0.2	100
16	新疆胜新复合材料有限 公司	热水	——	——	——	0.5	100
17	克拉玛依市新奥达石油 技术服务有限公司	热水	——	——	——	0.003	100
18	诚谊	热水	——	——	——	0.55	100
19	中克	热水	——	——	——	0.11	100
20	15 万吨/年费脱蜡加氢异 构生产特种油品项目 （绿源）	蒸汽	11.4	11.4	0.6	——	160
21	宏福	蒸汽	64	64	1.0	——	250

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
22	硝酸铵钙	蒸汽	40	40	0.7	——	170
23	园区远期招商项目预留 蒸汽负荷	蒸汽	76.6	76.6	0.6	——	160
24	园区远期新增采暖及工 艺热水负荷	热水	——	——	——	9.18	100
合计（0.1~1.0MPa）			220	220		15.0	

近期统计的高新区内工业蒸汽用户企业分布如下图所示。

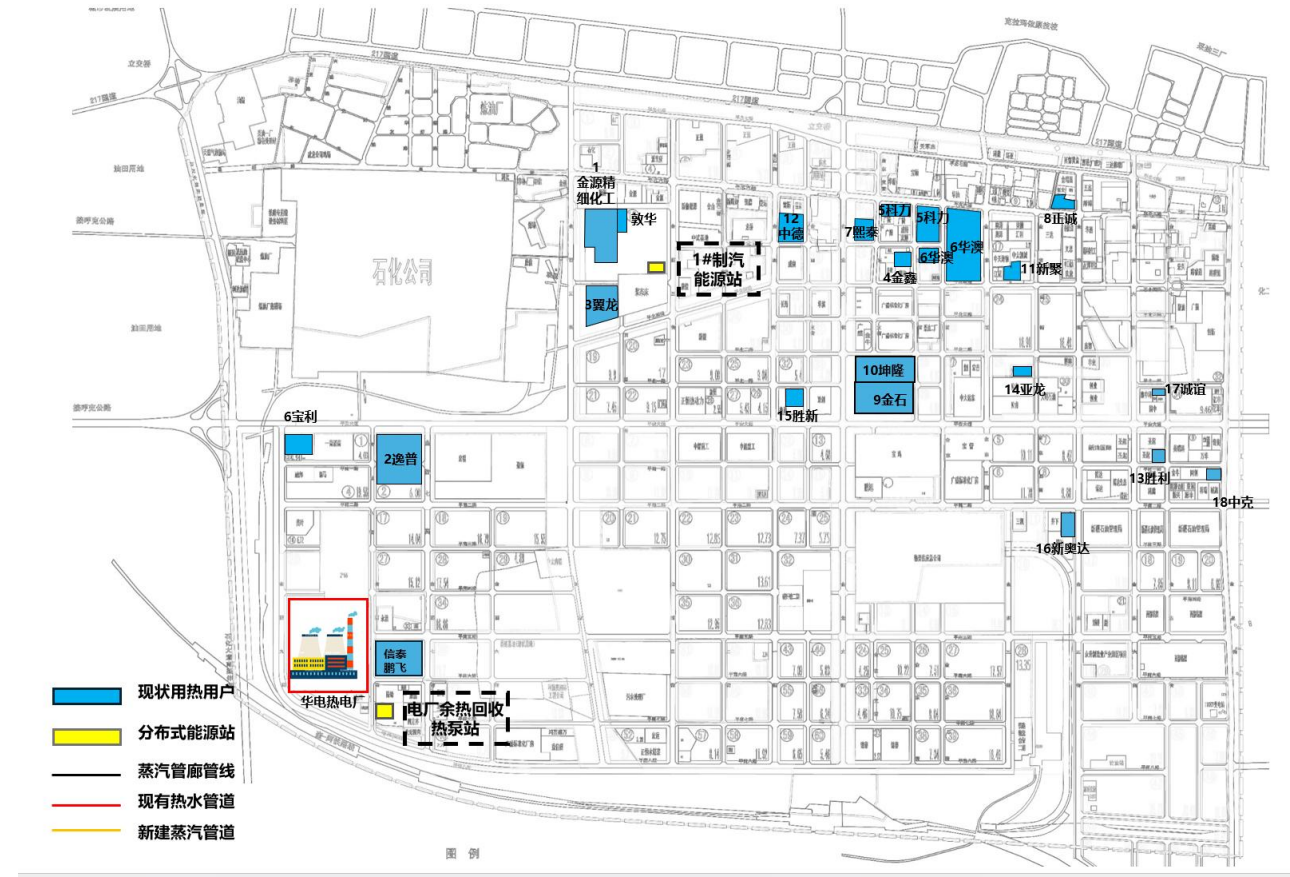


图 3-3 高新区内工业蒸汽用户企业分布情况

3.1.4 现状供热存在问题

（1）工业蒸汽需求的增长难以满足

高新区的主导产业是特色化工、装备制造、新能源新材料，决定着热能供应（供蒸汽）是高新区最主要的用能需求。目前，受环保压力，燃煤锅炉等高污染、高碳排的热源方式陆续的被压减、甚至取缔。至 2030 年，高新区的工业供汽负荷需求将达到 220t/h。因此，亟待需要为高新区内配套新型的工业蒸汽制备与供应的基础设施，在解决高新区逐年增长的蒸汽供给需求的同时，降低由工业供汽造成的污染物和二氧化碳排放。

（2）现有的工业供汽成本高

1）工业供汽采用传统的锅炉方式（电锅炉、燃气锅炉）能源利用效率低下，利用电锅炉制备 1 吨蒸汽需要 700kWh 电力，按 0.4662 元/kWh 平均电价，99%的热效率计算，仅电费每吨蒸汽需要 329.6 元；利用燃气锅炉制备 1 吨蒸汽需要 80Nm³ 天然气，按 2.48 元/Nm³，95%的热效率计算，仅天然气费用每吨蒸汽需要消耗 208.8 元，这些能效低下，费用昂贵的制汽方式是造成工业用户的供汽成本高的首要原因。

2）由于工业供汽通常缺乏有效避免蒸汽管网输送过程压损的方法，导致供汽设计压力远大于实际使用压力，这种热源-用户品位不匹配是造成给工业用户的供汽成本高的又一原因。

本项目正是针对以上两方面问题的解决展开的，补齐高新区基础设施配套短板，提供良好、便利的招商基础条件，吸引更多的企业入驻园区，显著加强园区的招商引资能力。

3.2 供汽负荷分析及区域划分

3.2.1 供汽压力划分

由于工业供汽通常缺乏有效避免蒸汽管网输送过程压损的方法，导致供汽设计压力远大于实际使用压力，造成给工业用户的供汽成本偏高。

为提升蒸汽制备的能源利用效率，本项目深入调研高新区工业企业的具体用热品质需求，在蒸汽制备热源方案设计中充分遵循“温度对口”的原则，在满足工艺用热需求量前提下，降低蒸汽制备的能源成本。

3.2.2 供汽区域划分

本项目采用分布式供汽系统思路：以金龙大街为轴线，将高新区分为东、西两个供汽区域：

（1）西区建设 1 座分布式制汽能源站；

（2）东区建设 1 座分布式制汽能源站。根据各区域内工业用户的具体工艺需求制备、供应相应压力的蒸汽，见图 3-4。

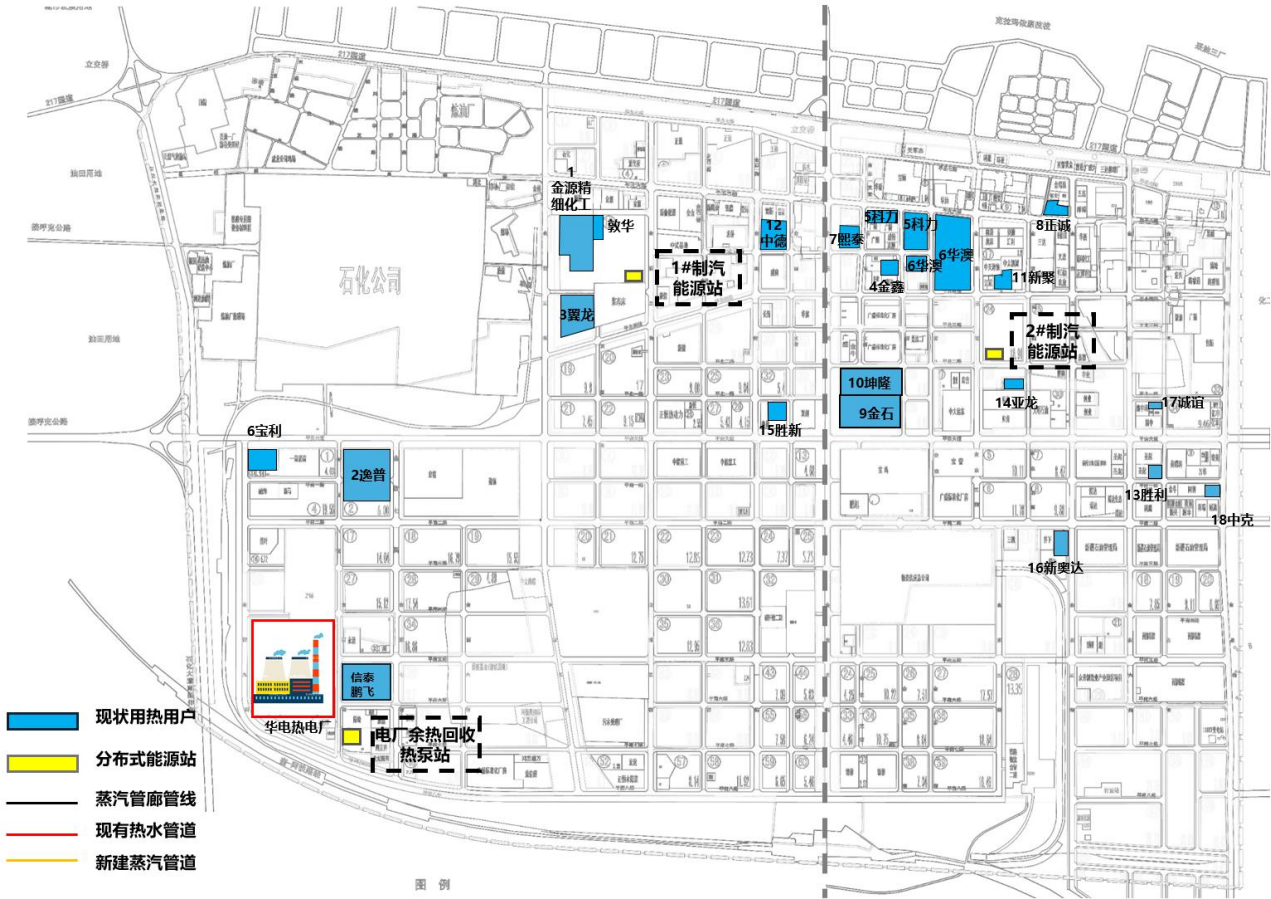


图 3-4 供汽区域划分及制汽能源站设置

3.2.3 分布式制汽能源站负荷

通过调研高新园区内蒸汽用户企业的实际生产需求，同时考虑蒸汽从 1#、2#分布式制汽能源站输送至企业的压力损失，确定了各蒸汽用户企业的供汽压力和最大蒸汽用量，如下表所示。

表 3-4 1#分布式制汽能源站的近期供汽负荷

分布式能源站 1					
单位名称	采暖期用汽量 (t/h)	非采暖期用汽量 (t/h)	实际需求压力 (MPa)	制汽压力 (MPa)	最大用汽量 (t/h)
金源精细化工	16	16	0.6	0.8	16

敦华（二期）	4	4	0.3	0.8	4
克拉玛依中石油翼龙高级润滑油有限公司	2	2	0.7	0.8	2
合计	22	22			

表 3-5 1#分布式制汽能源站的远期供汽负荷

分布式能源站 1					
单位名称	采暖期用汽量 (t/h)	非采暖期用汽量 (t/h)	实际需求压力 (MPa)	制汽压力 (MPa)	最大用汽量 (t/h)
金源精细化工	16	16	0.6	0.8	16
敦华（二期）	4	4	0.3	0.8	4
克拉玛依中石油翼龙高级润滑油有限公司	2	2	0.7	0.8	2
15 万吨/年费脱蜡加氢异构生产特种油品项目（绿源）	11.4	6.3	0.6	0.8	11.4
园区远期招商项目预留蒸汽负荷	46.6	46.6	0.6	0.8	8.6
合计	80	74.9	——		

表 3-6 2#分布式制汽能源站的远期供汽负荷

分布式能源站 2					
单位名称	采暖期用汽量 (t/h)	非采暖期用汽量 (t/h)	实际需求压力 (MPa)	制汽压力 (MPa)	最大用汽量 (t/h)
硝酸铵钙	40	40	0.7	0.8	40

园区远期招商项目预留蒸汽负荷	30	30	0.6	0.8	30
合计	70	70			

统计 1#、2#分布式制汽能源站在近期和远期的供汽负荷，如下表所示。该负荷统计作为分布式制汽能源站的设计依据。

表 3-7 1#分布式制汽能源站的供汽负荷

近期（~2025 年）	远期（~2030 年）
22t/h	80t/h

表 3-8 2#分布式制汽能源站的供汽负荷

近期（~2025 年）	远期（~2030 年）
—	70t/h

3.3项目系统构建思想

针对传统制汽方案存在问题的解决，以及实现高新区低碳、低成本供汽的技术需求，本项目采用热电协同蒸汽高效制备工艺系统方案，该新系统方案适合制备 0.3~1.5MPa 工业蒸汽，其核心思想（图 3-5）：

- （1）配置梯级用能制汽新工艺：工业蒸汽制备过程应该充分尊重梯级用能，本项目采用大焓差柔性蒸汽制备机组，可以优化使用低温位的基础热源（低成本电厂或工业余热）和高品位升压能源（低成本绿电或国网电），进而提升制汽的综合能效：0.3MPa 蒸汽制备的性能系数 ϵ_h 可达 5.9（即，利用 1 份电力可制备 5.9 份热量的蒸汽），1.5MPa 蒸汽制备的性能系数 ϵ_h 可达 3.3。
- （2）因地制宜优化设计分布式供汽系统：实现“分级供汽”，针对各类工业具体用汽需求供给品位更匹配的汽源，这是降低制汽能源代价和成本的重要前提。此外，充分利用分布式供汽方式，即在园区内尽量靠近工业用户就近供汽，可以较大程度减少输配管网使用和蒸汽输送过程压损。
- （3）保障全年基础热源：通过乏汽（循环水）余热回收获得成本更低的电厂热力，采用吸收式

热泵回收乏汽（循环水）余热，充分利用电厂发电后的余热供热能力，为本项目获得低成本的低碳热力提供重要前提。

（4）通过合理的储能手段获得低成本绿电：实现高新区工业用汽的低碳甚至零碳供应的又一关键，是获得零碳化、低成本电力作为制汽升压能源。本项目电力来源可选择：① 依靠高新区光伏项目，通过光伏电站-高新区绿电直供专线、配套建设储能，为制汽提供低成本绿电。② 与售电公司签署供电协议，配套建设一定比例储能设施，充分利用电网谷期和平期的低成本电力，以降低本项目的用电能源成本。这两种途径都需通过合理配置储能来显著降低供电成本。

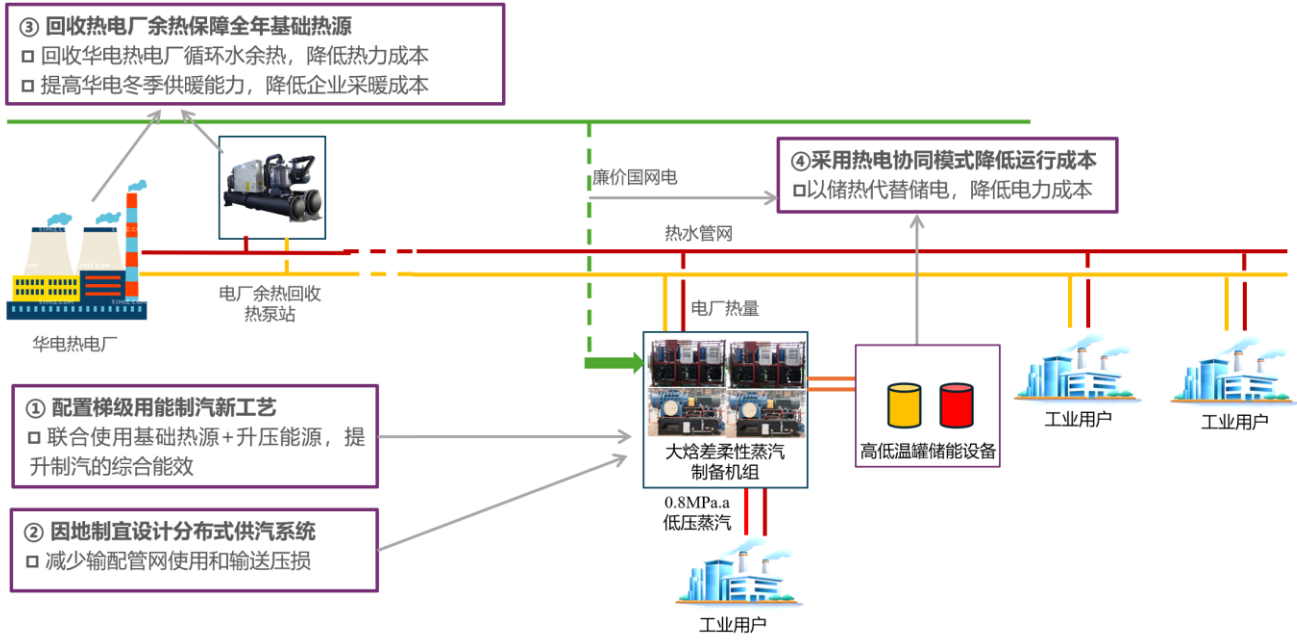


图 3-5 热电协同蒸汽高效制备工艺系统构建思路

3.4项目产出方案

3.4.1 整体项目系统工程方案（~2030 年）

根据上述系统建构思路，设计本项目远期热电协同蒸汽高效制备工艺系统方案，如下图所示：

- （1）在高新区东、西两个供汽区域分别建设 1 座分布式制汽能源站，根据各区域内工业用户的具体工艺需求制备、供应相应压力的蒸汽，能源站内配置大焓差柔性蒸汽制备机组，以 110℃/80℃电厂供热热水作为制汽基础热源（总供热功率 76.7MW，其中，1#分布式制汽能源站 40.9MW、2#分布式制汽能源站 35.8MW）、以直供绿电和售电公司供电作为制汽升压能源（总

用电功率 40.3MW，其中，1#分布式制汽能源站 21.5MW、2#分布式制汽能源站 18.8MW），实现总制汽量 150 t/h（压力为 0.8MPa，其中，1#分布式制汽能源站 80t/h、2#分布式制汽能源站 70t/h）。

（2）为充分使用绿电及电网低谷电制汽，采用储热的方式：① 在 1#分布式制汽能源站配套设置容量为 1.35 万 m³ 的高温储热模块。②在 2#分布式制汽能源站配套设置容量为 1.18 万 m³ 的高温储热模块。

（3）建设电厂余热回收热泵站，站内设置最大余热回收量 38MW 的吸收式热泵，以电厂冷再抽汽为驱动热源（54MW，折合 77t/h 抽汽量），利用吸收式热泵回收汽轮机乏汽（循环水）余热（38MW，折合 59t/h 乏汽量），最大制备热量约 92MW，扩建并利用现有热水管道，制备并供应 110℃/80℃、2637t/h 热水作为制汽的基础能源。其作用有二：① 全年能够利用电厂发电后的乏汽（循环水）余热供热能力，为本项目获得更低成本的低碳热力提供重要前提；② 由于本项目承担了部分乏汽（循环水）散热冷却，相应可以减少电厂的冷却塔运行费用。

（4）采用“分布式制汽能源站+电厂协同供汽”的系统形式，分布式制汽能源站与各工业用户距离更近，减少了输送损失。在项目达产后，建成约 27.7km，覆盖高新区的完善蒸汽供应管网系统，管径规格 DN150 ~DN400，用于将电厂直供蒸汽和 1#和 2#分布式制汽能源站制备的蒸汽输送至各工业用户。

（5）利用高新区内现有供暖热水管网并少量改建、扩建，用于将电厂供应的热水输送至各分布式制汽能源站。

（6）完善、扩建园区供热管网，供暖季为园区企业用户供暖。

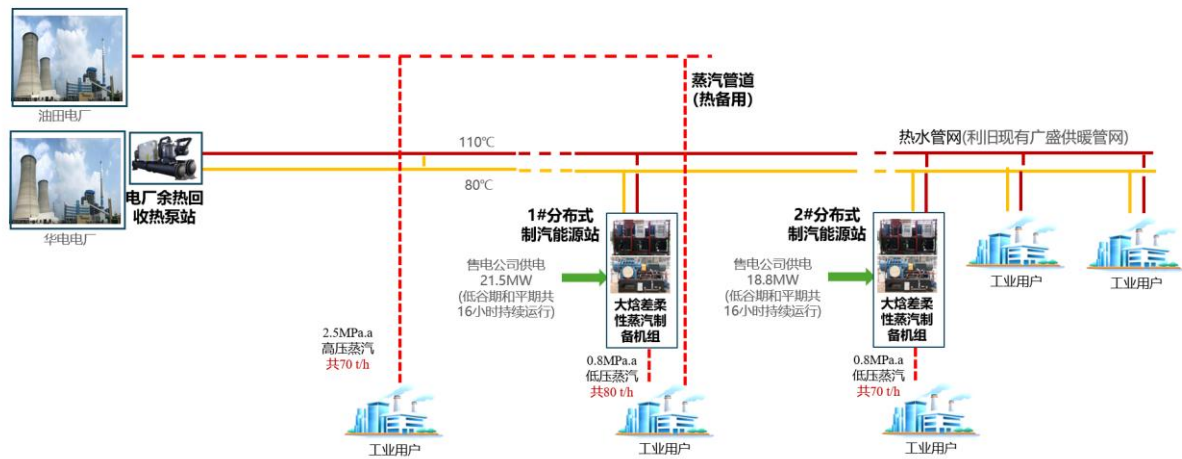


图 3-6 整体项目热电协同蒸汽高效制备工艺系统流程

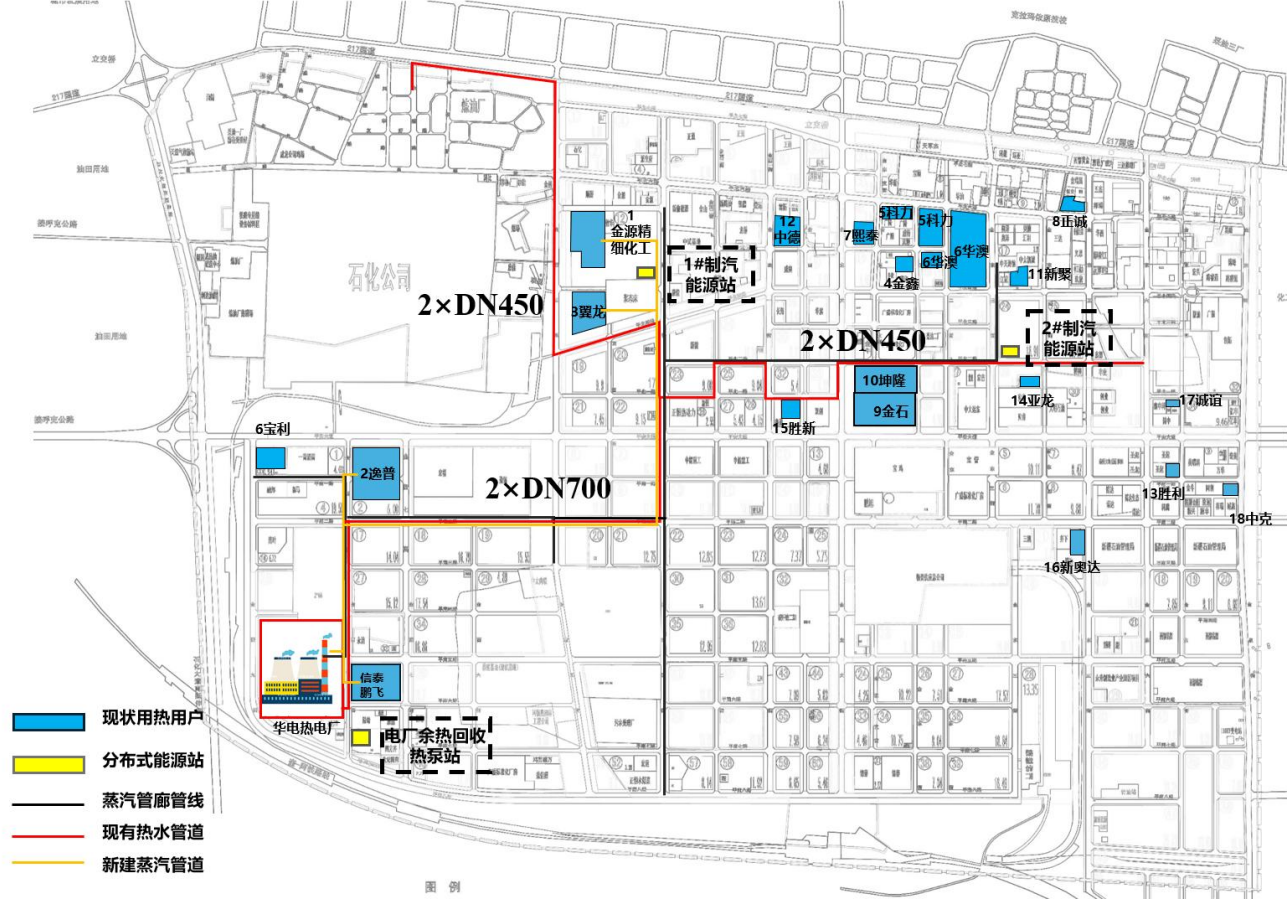


图 3-7 整体项目能源站及管网布置

3.4.2 一期系统工程方案（~2025 年）

根据高新区工业蒸汽负荷的逐年发展情况，本项目可分两期实施或多期实施。其中，一期工程项目（满足近期 2025 年的供汽负荷需求）热电协同蒸汽高效制备工艺系统方案，如下图所示：

（1）在一期工程中，需要建设 1 座分布式制汽能源站，能源站内配置大焓差柔性蒸汽制备机组，以 110℃/80℃电厂供热热水作为制汽基础热源（总供热功率 11.3MW）、以售电公司电力作为制汽升压能源（总用电功率 5.9MW），实现总制汽量 22t/h（压力为 0.8MPa）。

（2）一期工程供电方案：使用 8 小时谷期电力、8 小时平期电力，在低谷期和平期共计 16 小时给高温储热模块储热，在高峰期 8 小时由高温储热模块直接生成蒸汽。为此，需要在 1#分布式制汽能源站配套设置 3700 m³ 高温储热模块。

（3）一期工程中，电厂低成本供热最大需求约 17.1MW，其中约 11.3 MW 用于制汽能源站基础热源，约 5.8 MW 用于供暖季新增采暖负荷。需要初步建成电厂余热回收热泵站，站内设置余

热回收量 7.0MW 的吸收式热泵，以电厂冷再抽汽为驱动热源（10.1MW，折合 14.5t/h 抽汽量），利用吸收式热泵回收汽轮机乏汽（循环水）余热（7.0MW，折合 10.8t/h 乏汽量），结合利用现有热水管道，向分布式制汽能源站供应 110/80℃、328 t/h 热水作为制汽的基础能源。

（4）在一期工程中，需初步建设形成规模化蒸汽管网，长度约 8.68km，管径规格 DN50~DN300，用于将电厂直供蒸汽和 1#分布式制汽能源站制备的蒸汽输送至各工业用户。

（5）利用高新区内现有供暖热水管网并少量改建、扩建，用于将电厂供应的热水输送至各分布式制汽能源站。

（6）完善、扩建园区供热管网，供暖季为园区企业用户供暖。

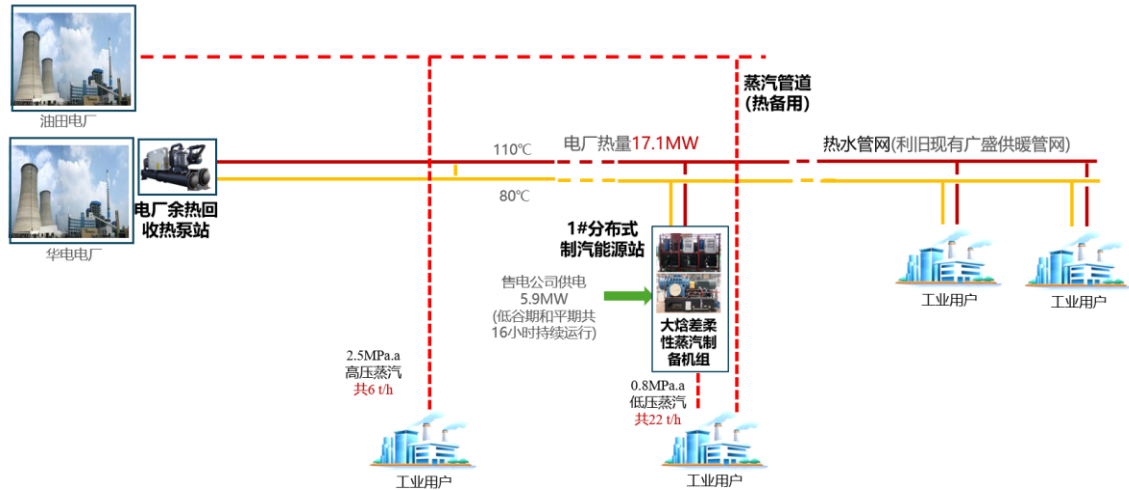


图 3-8 一期工程热电协同蒸汽高效制备工艺系统流程

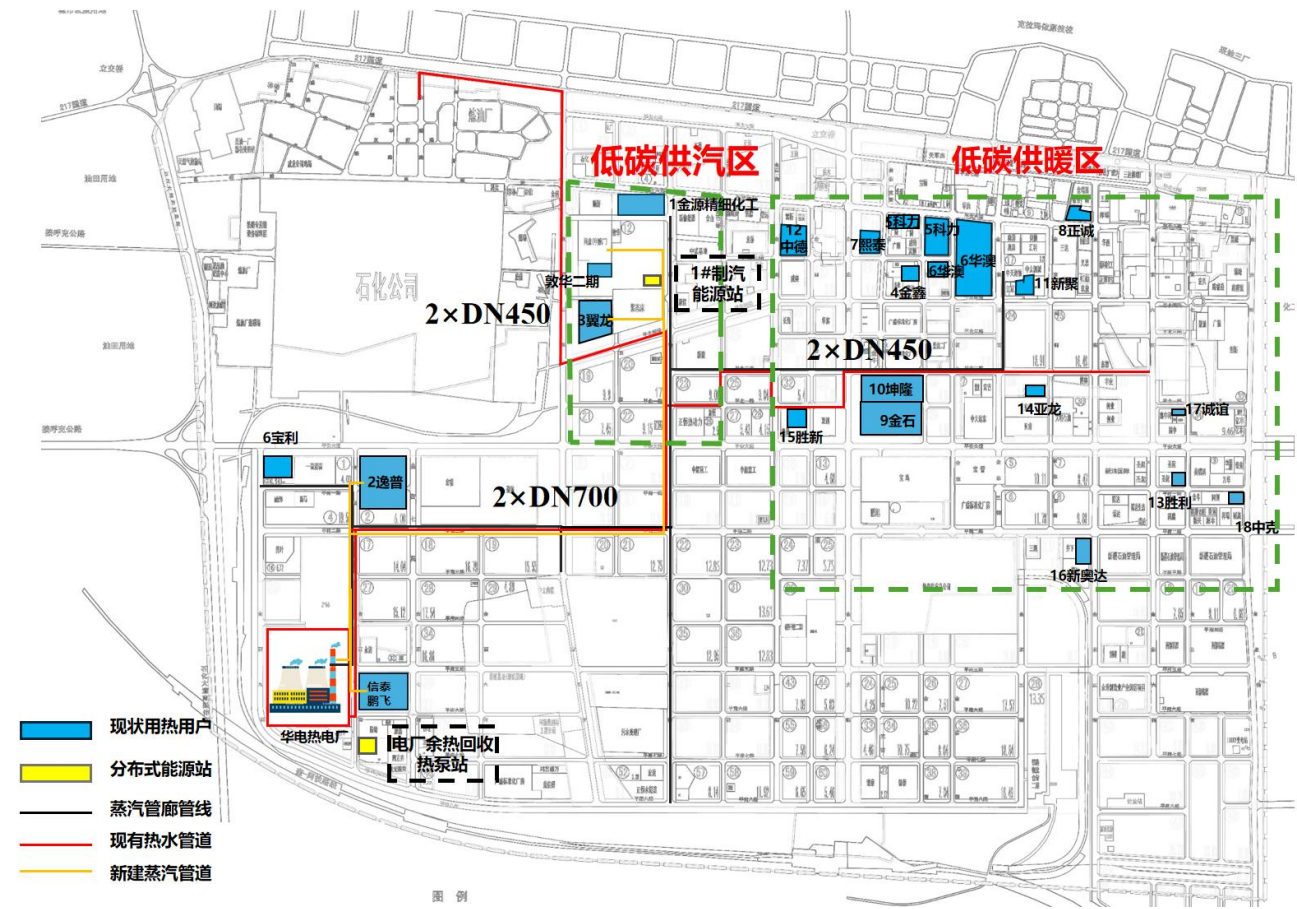


图 3-9 一期工程能源站及管网布局

3.4.3 分布式制汽能源站设备选型

3.4.3.1 一期工程分布式制汽能源站设备

在一期工程建设的分布式制汽能源站内的主要设备如下表所示：

1#制汽能源站：安装 1 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数为 22t/h，0.8MPa；设置 1 个总体积为 3700m³ 的高温储热罐；配套设置 1 套软水处理能力为 22t/h 的软化水处理及供给装置。

表 3-9 一期工程 1#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-22t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：11.3MW 供电	1

		电压：10 kV 功率：5.9MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：22t/h 制热量 ：17.2MW	
2	软水处理及供应装置	软水装置处理流量：22t/h 软化水箱容积：20m³（1h） 补给水泵 2 台（一用一备） 流量：22 t/h 扬程：120mH ₂ O	1
3	高温储热罐	总体积：3700m³	1
4	配电设备	7MVA	1
5	水水换热机组	500kw 换热量	1
6	热力除氧器	20t/h	1
7	定期排污膨胀器		1
8	连续排污膨胀器		1

3.4.3.2 整体项目分布式制汽能源站设备

在整体工程项目达产后，分布式制汽能源站内的主要设备如下表所示：

（1）1#制汽能源站：安装 2 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数分别为 22t/h, 0.8MPa、58t/h, 0.8MPa；高温储热模块的总容量设置为 1.35 万 m³；在一期的基础上增设 1 套软水处理能力为 70t/h 的软化水处理及供给装置。

（2）2#制汽能源站：安装 2 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数分别为 35t/h, 0.8MPa、35t/h, 0.8MPa；高温储热模块的总容量设置为 1.18 万 m³；增设 1 套软水处理能力为 80t/h 的软化水处理及供给装置。

表 3-10 整体项目 1#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-22t/h/0.8MPa 大焓差 柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：11.3MW 供电 电压：10 kV 功率：5.9MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：22t/h 制热量 ：17.2MW	1 台
2	HP-Co-58t/h/0.8MPa 大焓差 柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：29.8MW 供电 电压：10 kV 功率：15.6MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：58t/h 制热量 ：45.4MW	1 台
3	软水装置	软水装置处理流量：70t/h 新增补给水泵 1 台 流量：70 t/h 扬程：120mH ₂ O 电功率：5.5kW	新增 1 套
4	高温储热罐	总体积：1.35 万 m³	

表 3-11 整体项目 2#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-35t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：18.0MW 供电 电压：10 kV 功率：9.4MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：35t/h 制热量 ：27.4MW	2 台
2	软水装置	新增软水装置处理流量：70t/h 软化水箱容积：80m³（1h） 新增补给水泵 1 台 流量：40t/h 扬程：120mH2O 电功率：5.4kW	新增 1 套
3	高温储热罐	总体积：1.18 万 m³	

3.4.4 大焓差柔性蒸汽制备机组原理

图 3-10 为大焓差柔性蒸汽制备机组原理，制汽流程可以分为两部分装置：

（1）低压柔性蒸汽发生装置：以电厂余热或工业余热为基础热源，以一部分电力等高品位能源作为驱动能源，实现软化水或除盐水的升焓。

（2）高压柔性蒸汽发生装置：以一部分电力等高品位能源作为驱动能源，制备工业蒸汽（0.3~1.5MPa）。

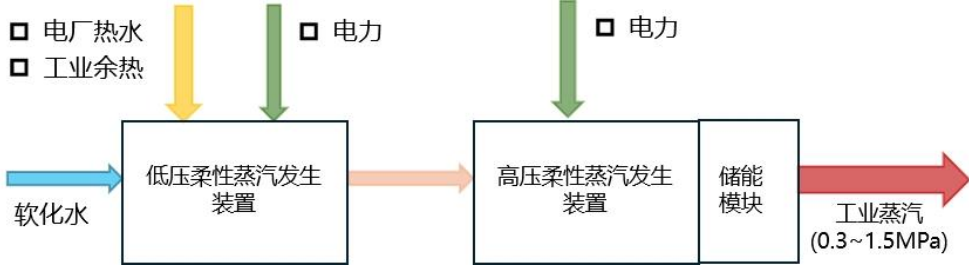


图 3-10 大焓差柔性蒸汽制备机组原理

大焓差柔性蒸汽制备机组内低压柔性蒸汽发生装置和高压柔性蒸汽发生装置主要是由高温热泵、高效闪蒸装置以及蒸汽压缩机等成熟技术元素构成。

在大焓差柔性蒸汽制备机组流程内，可以配套设置高温储能模块，其基本原理是基于罐式水体储热，用于存储制汽机组制备的高温热量。

根据大焓差柔性蒸汽制备机组的工作原理分析，系统所采用的能源有两类：一是基础热源，即约 115℃的电厂供热热水。二是升压能源，本项目考虑接入电网低谷和平期电力，或通过光伏电站-高新区直供专线接入绿电。

图 3-11 为大焓差柔性蒸汽制备机组原则性工艺流程图，其中低压柔性蒸汽发生装置主要由闪蒸装置或热泵或水蒸汽压缩机组成，高压蒸汽柔性发生装置主要由水蒸汽压缩机组成。

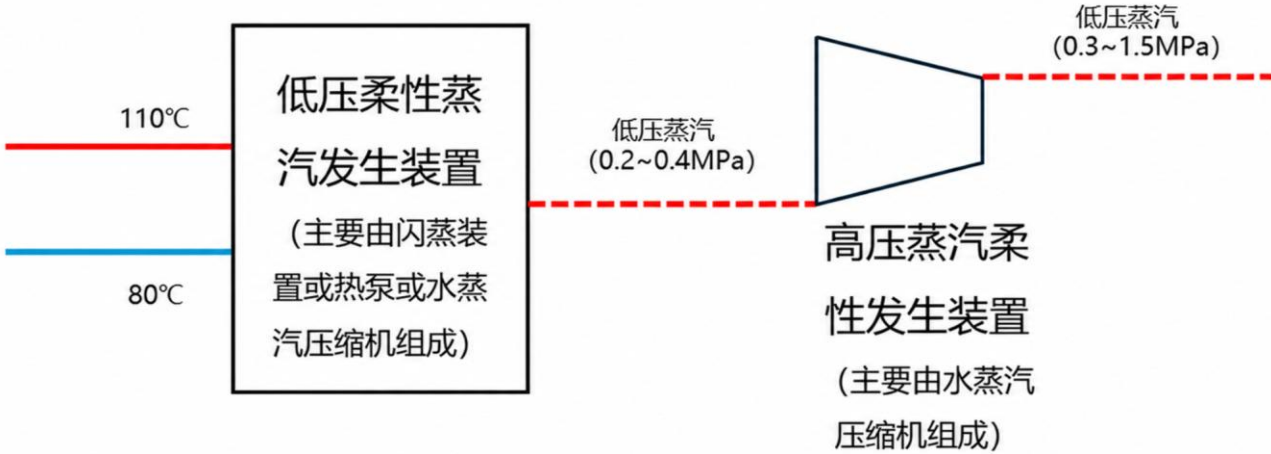


图 3-11 大焓差柔性蒸汽制备机组原则性工艺流程图

表 3-12 为大焓差柔性蒸汽制备机组的原理参数，机组入口为 115℃的液态水，通过低压蒸汽柔性发生装置转变为水蒸气，焓值得到大幅度提升，再通过高压蒸汽柔性发生装置对水蒸气进

行压缩升压，升至用户所需压力。

表 3-12 大焓差柔性蒸汽制备机组原理参数表

入口水的状态	进口压力/MPa	水的焓值(kJ/kg)	大焓差柔性蒸汽制备机组	装置作用
液态水(110℃)	0.2~0.4	461	低压蒸汽柔性发生装置（主要由闪蒸装置或热泵或水蒸汽压缩机组成）	蒸汽发生，升焓
水蒸汽	0.2~0.4	2706~2738		
水蒸汽	0.3~1.5	2725~2791	高压蒸汽柔性发生装置（主要由水蒸汽压缩机组成）	蒸汽升压

3.5制汽的基础热源的解决方案

3.5.1 热源的解决

本项目考虑与华电克拉玛依热电厂签署供热协议，在电厂周边建设电厂余热回收热泵站，站内设置吸收式热泵，以电厂机组冷再抽汽为驱动热源，利用吸收式热泵回收汽轮机乏汽（循环水）余热，结合利用现有热水管道，制备并供应 110℃/80℃热水作为能源站制汽的基础能源。由此，可显著降低电厂的供热成本（经初步测算电厂全年综合购热成本应该在 15 元/GJ 及以下）。

在供暖期，由于华电克拉玛依热电厂承担克拉玛依市市区供热，机组抽汽能力已经达到饱和，为保障本项目吸收式热泵驱动热源供应，当华电克拉玛依电厂供汽能力不足时，建议考虑与新疆克拉玛依油田燃煤电厂（2026 年竣工）签署供热协议，由该电厂补充抽汽供应。

在本项目前期（一期工程），将华电克拉玛依热电厂作为主要的制汽基础热源，并考虑以新疆克拉玛依油田燃煤电厂为补充保障本项目吸收式热泵驱动热源供应。

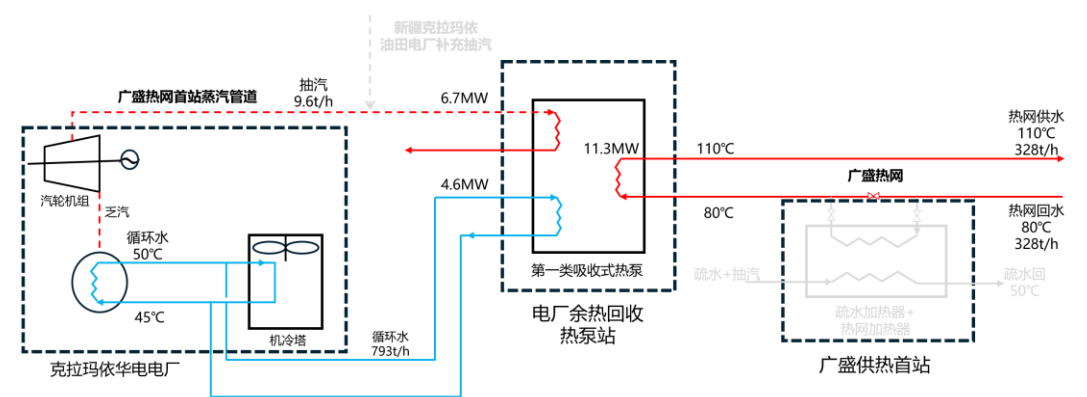
3.5.2 电厂余热回收供热系统方案

建设内容：在电厂周边建设电厂余热回收热泵站，站内设置第一类吸收式热泵（余热回收量 7.0MW）；充分利用广盛热网首站蒸汽管道，并新建蒸汽接引管道（由广盛供热首站至电厂余热回收热泵站），用于将华电克拉玛依热电厂汽轮机冷再抽汽（压力>1.0MPa）引至吸收式热泵；新建

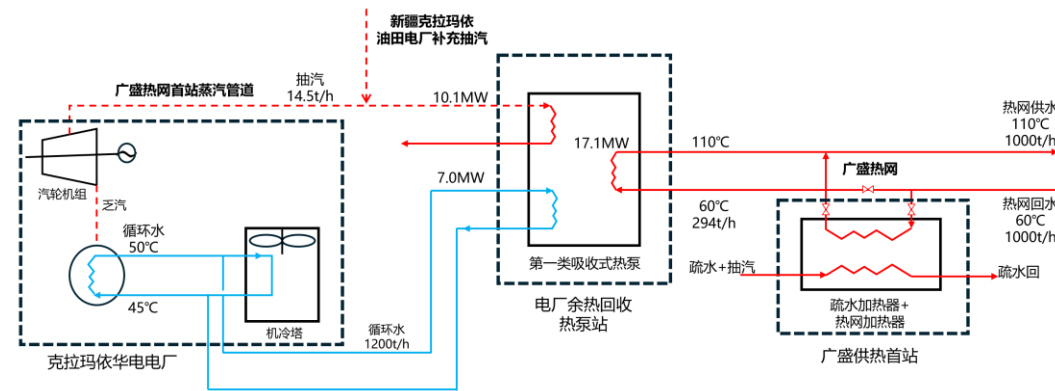
循环冷却水接引管道，用于将部分机冷塔循环水引至吸收式热泵；新建热网水接引管道（由广盛供热首站至电厂余热回收热泵站），用于将热网水引至吸收式热泵；此外，新建补充蒸汽接引管道（由新疆克拉玛依油田电厂至电厂余热回收热泵站），用于将新疆克拉玛依油田电厂汽轮机补充抽汽（压力>1.0MPa）引至吸收式热泵。

本项目一期电厂余热回收供热系统方案见图 3-12：

- （1）非供暖期：以华电克拉玛依热电厂 9.6t/h 冷载抽汽（折合热量 6.7MW）为吸收式热泵的驱动热源，回收 793t/h 温度为 50℃/45℃的循环水余热（折合热量 4.6MW），将 328t/h 的热网水由 80℃加热至 110℃（折合热量 11.3MW）。
- （2）供暖期：华电克拉玛依热电厂 14.5t/h 冷载抽汽（折合热量 10.1MW）为吸收式热泵的驱动热源，回收 1200t/h 温度为 50℃/45℃的循环水余热（折合热量 7.0MW），294t/h 的 60℃热网水分别由广盛供热首站内的加热器和电厂余热回收站热泵站加热至 110℃。在严寒期华电克拉玛依热电厂供汽量不足时，可由新疆克拉玛依油田燃煤电厂供汽作为补充。



(a) 非供暖期



(b) 供暖期

图 3-12 电厂余热回收供热系统方案

电厂抽汽量和回收循环水余热如下表所示：

表 3-13 电厂抽汽量和回收循环水余热

名称		数量
非供暖期	循环水余热（MW）	4.6
	循环水流量（t/h）	793
	抽汽量（t/h）	9.6
	由华电电厂提供抽汽量（t/h）	9.6
	由煤田电厂提供抽汽量（t/h）	—

供暖期	循环水余热（MW）	7.0
	循环水流量（t/h）	1200
	抽汽量（t/h）	14.5
	由华电电厂提供抽汽量（t/h）	0~14.5
	由油田电厂提供抽汽量（t/h）	0~14.5

3.5.3 电厂余热回收热泵站设备选型

电厂余热回收热泵站内的主要设备包括：1 台第一类吸收式热泵（余热回收量 7.0MW）、1 台自动冲洗排污过滤、2 台热网循环泵（流量 350m³/h, 200m）、2 台冷却水循环泵（流量 1200m³/h，扬程 100mH₂O），2 台冷凝水回收泵（流量 25m³/h，扬程 46mH₂O），1 座闭式凝结水箱，配套建设电气热控系统。

表 3-14 电厂余热回收机房主要设备选型和参数

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	吸收式热泵机组	制热量：17.1MW，余热量 7.0MW，电功率 30kW，额定压力 1.0MPa	台	1	成套设备
		驱动热源：180℃饱和蒸汽；机组配套抽真空装置			
		冷凝侧：110℃/80℃，热网供回水；蒸发侧：50℃/45℃，电厂冷却水			
2	热网循环泵	中吸泵，Q=350m³/h，H=200m	台	2	一用一备
		壳体承压：1.6MPa,耐温：130℃，变频			
3	冷却水循环泵	中吸泵，Q=1200m³/h，H=100m	台	3	两用一备
		壳体承压：1.0MPa,耐温：100℃，变频			

4	冷凝水回收泵	立式泵，Q=25m³/h，H=46m	台	2	一用一备
		壳体承压：2.5MPa,耐温：130℃，额定电压：380V			
5	闭式凝结水箱	装配式闭式水箱，V=36m³，4000×3000×3000	座	1	
6	热网除污器	自动冲洗排污过滤器，DN500 PN16，直通式	台	1	

3.5.4 热水的输送

本项目充分利用由克拉玛依市广盛供热有限责任公司建设与运营的供热管网，将电厂余热回收热泵站供应的热水，输送至 1#分布式制汽能源站。

该管网目前主干线流量约 900t/h，严寒期最高供/回水温度约 90℃/50℃，主要给三平镇供热。本项目实施后，在非供暖期和供暖期的该热网的系统参数调整方案如下表所示。。

表 3-15 热网参数调整方案

项目	运行工况	方案	热网温度	热网流量
一期工程	非供暖期	仅向制汽能源站输送热水	110/80℃	328t/h
	供暖期	向三平镇供热 向高新区供热 向制汽能站输送热水	110℃/60℃ (110→100℃用于制汽) (100℃→60℃用于供暖)	1000t/h
	严寒期	向三平镇供热 向高新区供热 向制汽能站输送热水	110℃/ 70℃ (110℃→103℃用于制汽) (103℃→70℃用于供暖)	1400t/h

（1）在非供暖期，开启热网，一期工程由电厂余热热泵回收站向 1#能源站输送热水，供热参数为 110/80℃，热网流量为 328 t/h。

（2）在供暖期，供热管网需要承担两项供热任务：① 向三平镇、高新区供热；② 向 1#能源站输送热水。此时，热源流出的 110℃供水先经 1#能源站（作为上游热用户）换热，温度降至约 100℃后，再流经高新区、三平镇（作为下游热用户）实现建筑供暖。在该工况下，一期工程热源供热参数为 110℃/60℃、热网流量为 1000t/h。在整个供暖期全工况，随着下游热用户供暖负荷的降低，可调整降低热网流量，以保障向 1#能源站输送高温热量。

（3）当严寒期，还可将提高热水流量，进而保障下游供暖系统的供水温度到达 95~105℃。在该工况下，一期工程热源供热参数为 110℃/70℃、热网水流量为 1400t/h。

3.5.5 基础热源价格分析

基础热源来源于电厂机组的抽汽（>1.0MPa）和乏汽（循环水）余热。其中：

（1）乏汽（循环水）余热是电厂机组发电后的余废热，本项目能够实现部分乏汽（循环水）余热的回收利用，同时也是帮助电厂全年缓解了循环水冷却的压力。理论上，本项目使用的乏汽（循环水）余热没有能源代价，不计能源成本。

（2）由机组的抽汽供热会降低发电量，例如，华电克拉玛依电厂 2×350MW 机组抽出的冷再抽汽，其供热等效电约 80kWh/GJ，其能源成本约 20~25 元/GJ，需要双方约定供汽价格（该价格建议可由第三方权威机构测算获得）。

本报告给出当抽汽价格在 20~25 元/GJ 时，由电厂获得的基础热源价格如下表所示。

建议本项目获得的综合热力价格应该在 15 元/GJ 及以下，即当循环水余热不计价的前提下，抽汽购热价格在 25 元/GJ 及以下时，方能保障制备蒸汽的经济性。

表 3-16 电厂基础热源价格分析

抽汽价格(元/GJ)	20	21	22	23	24	25
乏汽价格(元/GJ)	—	—	—	—	—	—
基础热源价格(元/GJ)	11.8	12.4	12.9	13.5	14.1	14.7

3.6制汽的升压能源的解决方案

一是考虑由售电公司接入谷期和平期电力。二是通过光伏电站-高新区直供专线接入绿电，同时在不足时由售电公司保障谷期和平期电力。

3.6.1 售电公司供电

在一期工程中，与售电公司签署供电协议，配套建设一定比例储能设施，充分利用谷期和平期电力，具体用电构成：使用 8 小时谷期电、8 小时平期电，利用储能设施存储 8 小时谷期电和 8 小时平电来替代峰期电，此外，考虑附加容量电价后，可将本项目制汽的综合电价降至 0.3826 元/kWh 左右。

3.6.2 绿电直供+售电公司供电

建设光伏电站-高新区绿电直供专线，配套补充建设一定比例储能（储热）设施，进而确保绿电的稳定供应和充分利用电网低谷电力，具体用电构成：绿电平均使用时间 4 小时，电网谷期电平均使用时间 4 小时，电网平期电平均使用时间 8 小时，其他时间利用储能设施存储的能量来保障连续供汽。此外，在连续阴天等极端天气时，引入国网电力作为应急备用。

本项目采用的储能设施具体为：

在大焓差柔性蒸汽制备机组，配套设置高温储能模块。在绿电（或国网谷期电力）供应充足或有过剩时，制汽机组制备并供应蒸汽，同时向高温储能模块充热；在绿电（或国网谷期电力）供应不足时，由高温储能模块放热，保障能源站持续稳定供应蒸汽。

3.7方案比选

3.7.1 方案设计

下图为高新园区内各工业用户的分布情况，图中还标注了华电克拉玛依热电厂（考虑作为工业制汽的基础热源）和方案 1、2 拟建制汽能源中心的具体位置。在华电热电厂与制汽能源中心之间，已建一条 2×DN700 的热水供热管道。



图 3-13 高新园区内工业用户、热源及拟建能源中心分布

考虑到基础热源、拟建能源中心的位置，围绕集中式和分布式两类供汽系统思路展开设计，见图 3-14 和图 3-15。

(1) 集中式供汽系统思路：在高新园区拟建能源中心建设集中式汽源，统一制备 1.5MPa 蒸汽，配套建设蒸汽集中输配管网，向各工业用户输送和分配蒸汽。制汽方式包括：①燃煤锅炉+背压机；②电极熔盐蓄热锅炉；③热电协同蒸汽高效制备工艺系统。其中，热电协同蒸汽高效制备工艺系统需要引入华电克拉玛依热电厂的热水作为制汽基础能源。

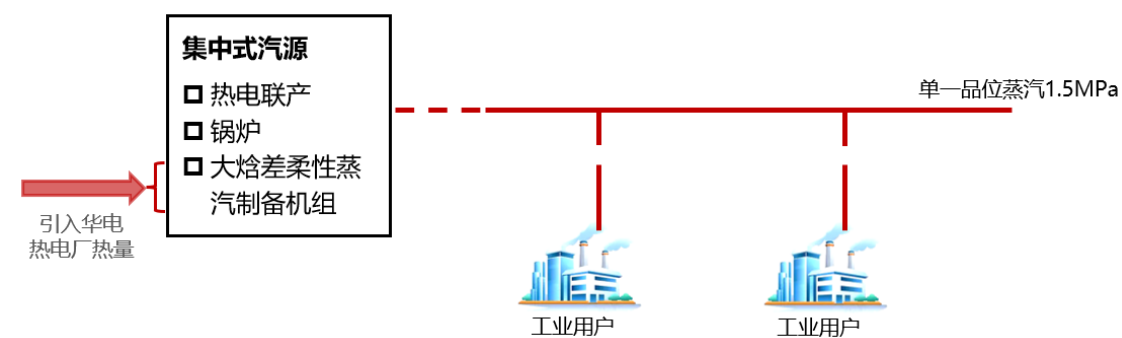


图 3-14 集中式供汽系统思路

(2) 分布式供汽系统思路: 在各工业厂区内设置分布式气源, 可根据用户的具体工艺需求制备、供应相应压力的蒸汽。制汽方式包括: ①燃气、电等锅炉; ②热电协同蒸汽高效制备工艺系统。其中, 热电协同蒸汽高效制备工艺系统需要引入华电克拉玛依热电厂的热水作为制汽基础能源。这种供汽系统方式无需配套建设高压和低压蒸汽集中输配管网, 输送过程的蒸汽压力损失也较少。

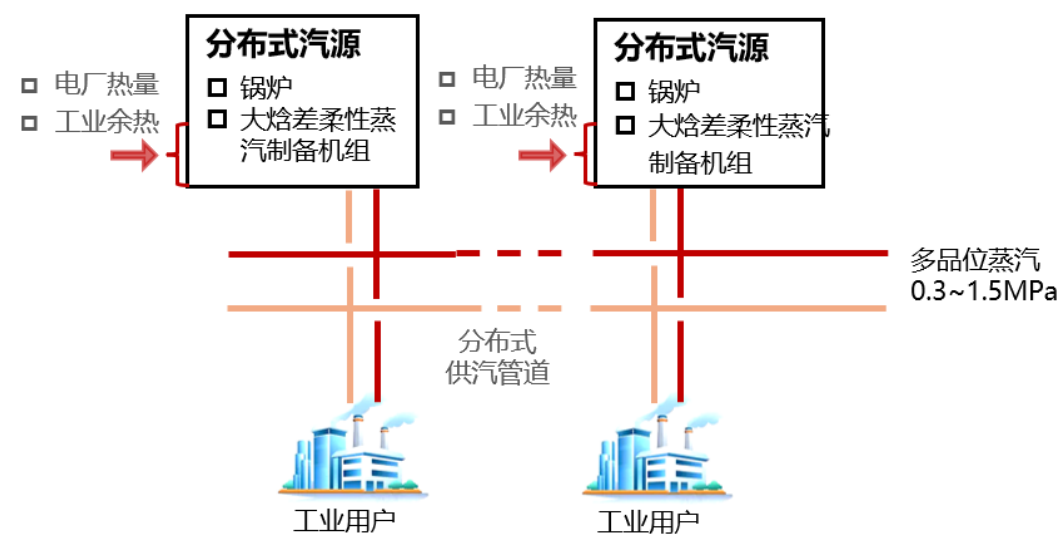


图 3-15 分布式供汽系统思路

在本报告中, 根据采用的能源方式(燃煤、电力、电厂热量及余热)、制汽技术手段, 权衡制汽的综合能源成本, 设计三种低压蒸汽(<1.5MPa)制备技术方案。

3.7.2 方案 1: 建设燃煤锅炉+背压机

3.7.2.1 技术方案介绍

为满足高新园区 2030 年用汽需求, 本方案规划在拟建 3x130t/h 高温高压煤粉锅炉, 配 2x15MW 背压机组。额定抽汽工况时单台背压汽轮机可提供 1.5MPa, 200°C 蒸汽 110t/h, 正常情况, 两台锅炉配套两台机组运行, 可提供蒸汽 220t/h。当蒸汽供应不足时, 可通过启动备用锅炉, 并将蒸汽减温减压后提供合格蒸汽, 具体系统见图 3-16 所示。

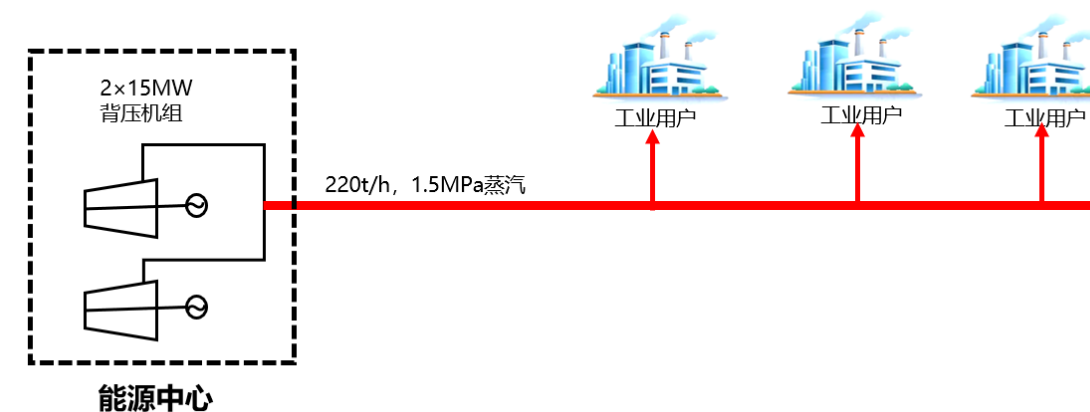


图 3-16 燃煤锅炉+背压机方案

该方案的核心设计思想及特性:

(1) 燃煤锅炉加背压机方案能够在发电的同时抽汽供给工业用户, 实现热电联产。相比单独燃煤供汽或纯凝汽发电, 背压机系统能量利用率更高, 供汽稳定, 适合热负荷持续、蒸汽需求量大的工业园区。同时, 燃煤资源获取成本低、燃料价格稳定, 可确保系统长期运行的经济性与供能安全。

(2) 由于工业供汽是全年稳定热负荷, 伴随产生的电力不具备承担电网调峰的能力。随着可再生能源的逐年增长, 电力现货市场全面推广将成为必然趋势, 新建的燃煤电厂将遭遇电力上网经济损失, 这包括: ①电力低谷期, 由产热伴生的发电上网时, 低廉上网售电价格会造成亏损; ② 电力高峰期, 由于供热降低上网发电能力, 不能较多的获得为可再生能源电力调峰的奖励补贴。为保障燃煤热电厂的可持续运营能力, 需要将上述两方面发电上网的损失追加到制汽成本

当中。

3.7.2.2 建设内容及投资

本方案工程总投资（~2030 年总体方案）为 30384 万元。

其中，主要设备价格为：锅炉 1130.00 万元/台；汽轮发电机 1060.00 万元/台；主变压器 125.00 万元/台（工程本期静态投资为 2024 年价格水平）。

表 3-17 方案 1 机组选型

汽轮机： 15MW 背压机组	型号	C15-8.83/1.5
	额定功率	15MW
	最大连续出力	15MW
	抽汽压力	1.5MPa（a）
	额定抽汽量	110t/h
	最大抽汽量	130t/h
发电机： 15MW 空冷发电机	型号	QF-15-2 型
	冷却方式	空冷
锅炉： 130t/h 高温高压煤粉炉	型号	130/9.8-540
	额定蒸发量	130t/h

3.7.2.3 经济性、环保指标分析

经综合分析，通过该方案制备 1.5MPa 蒸汽综合成本约 126.5 元/吨。

此外,通过该方案的单位制汽二氧化碳排放量指标:单位蒸汽二氧化碳排放量约 442kgCO₂/吨，年二氧化碳排放量约 64.6 万吨。

表 3-18 方案 1 经济性、环保指标分析

方案 1	名称	单位	1.5MPa 蒸汽
基础情况	工程总投资	万元	30384
	年制汽量	万吨	146
	当量耗电量	万 kWh	1594
	年产电量	万 kWh	15941
	当量耗煤量	万吨	24
	单位制汽碳排放指标	kgCO ₂ /吨	442
	年总排放量	万吨	64.6
单位制汽成本	投资分摊成本	元/吨	10.4
	基础能源成本		58.5
	供电亏损分摊成本		25.8
	用水成本		2.4
	大气污染物排放		29.5
	合计		126.5

3.7.3 方案 2：建设电极熔盐蓄热锅炉

3.7.3.1 技术方案介绍

为满足高新园区 2030 年用汽需求，该方案拟新建 1 套电极熔盐热锅炉及换热系统，电极熔盐锅炉容量按 297.4MW/1784MWh（储能按 6 小时考虑）设计，换热系统容量 220t/h。供应蒸汽参数为压力 1.5MPa，温度 199℃，饱和蒸汽，最大供汽量为 220t/h。具体系统如下图所示。

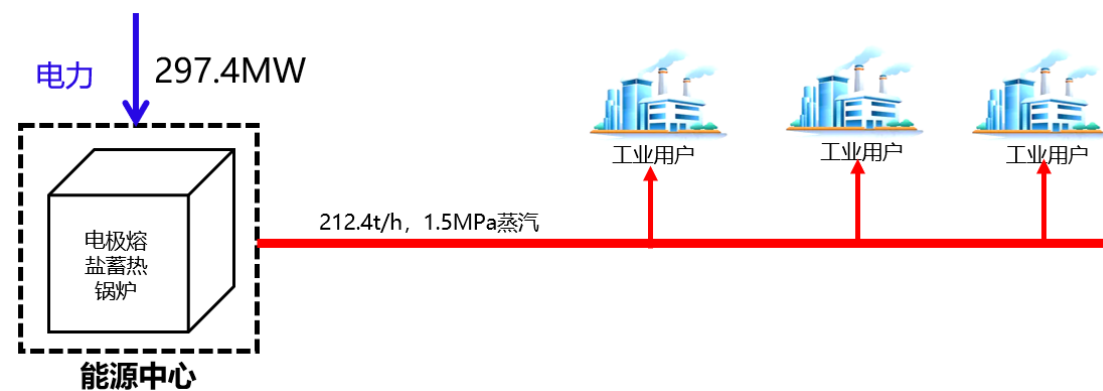


图 3-17 电极熔盐蓄热锅炉方案

（1）基本原理

熔盐储热是一种显热储热技术，利用材料在升温或降温过程中的温差而实现热能存储，在整个工作温度范围内，储热材料始终保持液态。相对一般溶液，熔融盐比热容大传热良好、稳定性强，并且经济性较好，可供使用的温度范围非常大，无论温度高低，都具有优良的热稳定性。熔盐储热可产生高温高压蒸汽。熔盐储热技术利用低谷电或富余电量，将熔盐电加热器中的熔盐加热储能，携带有大量热能的高温熔盐储存在高温罐中，供热时，热盐泵将高温熔盐输送至熔盐蒸汽发生器，高温熔盐将热量传递给循环热水，从而产生蒸汽，蒸汽被送至热交换器或吸收式制冷机，实现供暖或供冷。换热后的熔盐回流到低温罐，在下一个低谷电时段经冷盐泵输送至熔盐电加热器进行蓄热，并完成一个热循环。

本方案利用谷电在熔盐电加热器中将低温罐抽出的 200℃低温熔盐加热变成 500℃高温熔盐，携带有大量热能的高温熔盐储存在高温罐中，供热时，热盐泵将高温熔盐输送至熔盐蒸汽发生器，高温熔盐将热量传递给循环水，从而产生蒸汽，实现蒸汽供应。

本方案采用低熔点熔盐作为储热系统的蓄热介质，该产品具有成本低、熔点低等特性，克服了其他传热介质凝固点高、容易堵塞管路的问题，同时可以降低管路的保温成本，从而降低系统的整体投资。

（2）熔盐量

低熔点熔盐具有凝固点低、使用温度高、粘度低、热容量大、饱和蒸汽压低、热稳定性好、传热系数高等优点，是非常适合用于储能的良好载体。此外，低熔点熔盐对环境友好无污染、安全可靠和价格便宜，是大规模中高温蓄热技术的首选工质。

本工程采用低熔点熔盐，冷盐的温度为 200℃，热盐的温度为 500℃。经计算得出熔盐的用量

约为 17000 吨熔盐。系统的蓄热容量为 1784MWh。

（3）主要设备选型

熔盐储能系统主要设备包括：冷盐罐、热盐罐、冷盐泵、热盐泵、熔盐电加热器熔盐蒸汽发生器等。

① 热盐罐和冷盐罐

本工程采用双罐式熔盐储能系统，冷盐罐用于存放低温熔盐，热盐罐用于存放高温熔盐，两个盐罐的规格尺寸相同，为 Φ32x 高 11 米。

② 熔盐泵

本工程的熔盐泵包括冷盐泵和热盐泵。熔盐泵采用可输送高温熔盐的立式液下泵，本工程的冷盐罐配备 4 台冷盐泵，3 运 1 备;每个热盐罐配备 4 台热盐泵，3 运 1 备。

③ 熔盐电加热器

熔盐电加热器是电加热熔盐储能系统的关键加热设备。利用风光的不上网电加热冷盐罐中的低温熔盐，经冷盐泵输送至熔盐电加热器之后，从 200℃被加热到 500℃，成为高温熔盐，然后进入热盐罐储存起来。

本工程的熔盐电加热器的选型如下：

表 3-19 熔盐电加热器选型

设备名称	额定功率（MW）	进/出口熔盐温度（℃）	数量
熔盐电加热器	309	200/500	1

④ 换热器

本工程熔盐储能系统中的换热器包括熔盐-蒸汽发生器。它们的主要参数如下：

表 3-20 熔盐-蒸汽发生器选型

设备名称	换热器类型	热负荷（MW）	数量
熔盐蒸汽发生器	管壳换热器	148.7	1

⑤ 占地面积

系统的大小主要由储盐罐决定，一般以两个储盐罐为中心，其他设备围绕储盐罐布置。

系统占地面积初步设计需要 5400m²，长 90 米，宽 60 米。

3.7.3.2 建设内容及投资

本方案工程总投资（~2030 年总体方案）为 63727 万元。

其中，主要设备价格为：锅炉 22000 万元/台；储热系统 25000 万元/台；熔盐 6000 元/吨；换热器 3100 万元/台；主变压器 125.00 万元/台（工程本期静态投资为 2024 年价格水平）。

3.7.3.3 经济性、环保指标分析

经综合分析，通过该方案制备 1.5MPa 蒸汽的综合成本约 262.3 元/吨。

此外，该方案的单位制汽二氧化碳排放量指标：1.5MPa 蒸汽二氧化碳排放量约 205kgCO₂/吨，年二氧化碳排放量约 29.9 万吨。

表 3-21 方案 2 经济性、环保指标分析

方案 2	名称	单位	1.5MPa 蒸汽
基础情况	工程总投资	万元	63727
	全年制汽量	万吨	146
	年耗电量	万 kWh	110747
	当量耗煤量	万吨	11
	单位制汽碳排放指标	kgCO ₂ /吨	205
	年总排放量	万吨	29.9
单位制汽成本	投资分摊成本	元/吨	21.8
	用电成本		238.1
	用水成本		2.4
	合计		262.3

3.7.4 方案 3：建设热电协同蒸汽高效制备工艺系统

3.7.4.1 技术方案介绍

本项目热电协同蒸汽高效制备工艺系统方案见 3.3 和 3.4 节。

3.7.4.2 建设内容及投资

整体项目投资估算见表 7-2。

3.7.4.3 经济性、环保指标分析

经综合分析：通过该方案制备低压蒸汽（0.8MPa）综合成本约 113.88 元/吨，详细内容见 7.6.6 节。

当整体项目以售电公司供电为制汽升压能源时，能源站制汽系统总供汽量为 120 万吨，因制汽发生的煤耗为 7.06 万吨，对应的二氧化碳排放量为 18.65 万吨，单位制汽煤耗为 0.0589 吨/吨蒸汽，对应的单位制汽碳排为 0.155 吨/吨蒸汽。详细内容见表 8-2。

3.7.5 总结与建议

3.7.5.1 三种方案的对比

表 3-22 为三种方案的工程总投资及经济性对比情况。

表 3-22 三种方案的工程总投资、综合制汽成本及环保指标对比

对比项	方案 1	方案 2	方案 3
工程总投资	30384	63727	59965
0.8MPa 蒸汽 综合成本 （元/吨）	126.5	262.3	113.88
年总碳排量（万吨）	64.6	29.9	18.6

3.7.5.2 建议与推荐

针对克拉玛依高新园区工业蒸汽供应，结合克拉玛依地区的能源政策和高新园区低碳能源格局架构发展需求，围绕三种技术方案路线展开分析探讨，包括：

（1）建设燃煤锅炉加背压机；

- （2）建设电极熔盐蓄热锅炉；
- （3）建设热电协同蒸汽高效制备工艺系统。

在综合比对三种技术方案的经济性和环保指标之后，得出以下结论：

（1）方案 1（建设燃煤锅炉+背压机）：虽然能够获得较适中的综合制汽成本（1.5MPa 蒸汽约 126.5 元/吨），但是伴随产生的电力不具备承担电网调峰的能力，随着电力市场化全面推广，新建的燃煤电厂将遭遇电力上网经济损失，为保障燃煤热电厂的可持续运营能力，需要将上述两方面发电上网的损失追加到制汽成本当中。此外，该方案的制汽二氧化碳排放约 64.6 万吨/年，该数值还不包含伴生电力的碳排（约 12.9 万吨/年），这不利于高新园区推进绿色零碳能源供应格局的构建。

（2）方案 2（建设电极熔盐蓄热锅炉）：直接利用电极熔盐蓄热锅炉制备蒸汽是能效极其低下的方式，为满足高新园 220t/h 工业用汽负荷将造成大量的电力消耗（达 287MW）。目前按平均每天使用 4 小时光伏绿电和 2 小时国网低谷电计算，由于目前两部制电价结构和较高用电装置增容费用，使得制汽的综合成本十分高昂，1.5MPa 低压蒸汽约 262.3 元/吨。且由于目前克拉玛依源-网-荷-储零碳电网供电能力有限，还需配套新建一项百万千瓦级的源网荷储项目，由此制约本项目的可实施性。

（3）针对以上传统方案存在的问题，设计方案 3（建设热电协同蒸汽高效制备工艺系统）不仅综合制汽成本最低，而且碳排放也最低。经过综合比选，确定方案 3 作为本项目最优的工业蒸汽制备及供应方案。

3.8项目实施模式

项目实施模式包括自行投资建设、政府和社会资本合作（PPP）模式、代建管理或全过程咨询。

本项目资金来源为申请地方专项债券及自筹。项目实施模式采用自行投资建设。

第4章 项目选址及要素保障

4.1项目选址

（1）建设单位通过对项目拟建场地续密调研，充分考虑了项目生产所需的内部和外部条件：距原料产地的远近、企业劳动力成本、生产成本以及拟建区域产业配套情况、基础设施条件及土地成本等。

（2）通过对可供选择的建设地区进行比选，综合考虑后选定的项目最佳建设地点，所选区域完善的基础设施和配套的生活设施为项目建设提供了良好的投资环境。

（3）项目区新建热源尽量位于城区热负荷中心，用地权属清晰，不存在征地拆迁。便于管线路由敷设。

4.2建设条件

4.2.1 地理位置

克拉玛依高新区位于 217 国道以南，金源大道以东，金泉街以西，奎北铁路以北，距克拉玛依市中心仅约 10km，距克拉玛依机场约 30km，地理位置较为优越。北侧距奎阿高速出入口约 4km，横接 G217 国道，沿 G217 国道有 6 个出入口，南侧与奎北铁路相连，距克拉玛依北站约 13km，距克拉玛依站约 21km，对外交通便利。

4.2.2 历史沿革

（1）古代至近代：游牧文明与早期资源发现

①先秦至唐代

克拉玛依地区属北疆草原游牧地带，秦代为塞种人栖息地，汉初为大月氏人控制，唐代属西突厥汗国，后归北庭都护府管辖。

②清代开发

1755 年清朝平定准噶尔后纳入行政管辖，1909 年独山子钻成新疆第一口油井，开启近代石油开采序幕。

（2）现代建制与石油工业崛起（1950 年代起）

①油田发现与命名

1955 年 10 月 29 日：1219 青年钻井队在黑油山打成一号井，喷出工业油流，宣告新中国第一个大油田（克拉玛依油田）诞生，打破“中国贫油论”。

名称由来：维吾尔语“克拉玛依”意为“黑油”，源自油田所在地黑油山。

②城市建制

1958 年 5 月 29 日：国务院批准设立县级克拉玛依市。

1958 年 7 月 25 日：第一届人民代表大会召开，正式建市，下辖独山子、乌尔禾等区域。

1982 年升格为地级市：下设克拉玛依区、独山子区、白碱滩区、乌尔禾区。

（3）城市化与经济发展

①人口与移民潮

1955 年前黑油山荒无人烟，1958 年油田开发后，全国石油工人、转业军人（如解放军第 19 军 57 师）及技术人员涌入。至 1959 年，人口增至 6.8 万，形成多民族聚居的移民城市。

②工业成就

油气生产：截至 2024 年，累计产油 4.5 亿吨、天然气 1100 亿立方米，原油产量连续 22 年超千万吨 910。

产业链延伸：建成独山子石化、克拉玛依石化两大炼厂，发展出 15 大类 500 余种石化产品，乙烯、润滑油等产能居全国前列 10。

③经济转型

2002 年：原油产量突破 1000 万吨，成为西部首个千万吨级油田。

新时代发展：2024 年 GDP 达 1327 亿元，人均 GDP 居新疆首位；布局云计算、新能源（风光制氢）、新材料等新兴产业，形成“一主多元”产业体系。

（4）社会文化与城市治理

①民族团结

作为多民族移民城市，率先开展“民族团结进步教育月”，获“全国民族团结进步示范市”称号，构建各族混居互嵌的社区格局。

②现代化治理

推行“智慧城市”管理，建成西北最大算力中心（1.7 万 P 算力）。

每年 70%财政支出用于民生，教育、医疗、生态指标居全疆前列 9。

（5）历史地位与未来定位

石油工业摇篮：被誉为“共和国石油长子”，为国家能源安全作出核心贡献。

现代化排头兵：2025 年迎来油田开发 70 周年，目标建设“亚欧黄金通道枢纽”和全国资源型城市转型典范。

克拉玛依的历史是新中国工业化进程的缩影，从戈壁荒滩到现代化能源新城，其发展始终与国家战略紧密相连，兼具资源禀赋与人文精神的双重魅力。

4.2.3 气象条件

（1）基础气候特征

①温度差异悬殊

年均气温：8.6℃，1 月平均-15.4℃，极端低温达-40.5℃（1984 年 12 月小拐地区）；7 月平均 27.9℃，极端高温 46.2℃（2004 年乌尔禾区）。

日较差大：昼夜温差可达 20℃以上，冬季寒冷漫长，夏季短暂炎热。

②降水稀少，蒸发强烈

年均降水量：106 毫米（集中在夏季），蒸发量高达 3000 毫米以上，为降水量的 30 倍。

干旱少雨：全年无霜期 225 天，初霜 11 月上旬，终霜 3 月下旬。

③大风频发

年均大风日数：70 天以上，最大风速 48 米/秒（12 级），曾发生大风掀翻房屋、刮倒油井等事件。

风蚀地貌：乌尔禾魔鬼城因强风形成独特雅丹地貌，风力穿过峡谷时发出"魔鬼长啸"。

（2）季节性气候特点

春季（3-5 月）：多沙尘暴，气温骤升，平均风速达 20 米/秒。

夏季（6-8 月）：炎热干燥，日照时数 2700 小时/年，极端高温日数年均 27.6 天。

秋季（9-10 月）：降温迅速，昼夜温差加剧。

冬季（11-2 月）：漫长寒冷，冻土深 1.2 米，积雪薄且短暂。

4.2.4 水文条件

（1）自然水系特征

①地表水系

主要河流：白杨河、克拉苏河、达尔布图河，均为季节性河流，年均径流量分别为 1.09 亿立方米、0.37 亿立方米、0.168 亿立方米。

湖泊：艾里克湖（面积约 70 平方公里）曾因用水过度于 1995 年干涸，后通过调水工程部分恢复，现为城市重要生态屏障。

②地下水

主要水源地：百口泉地下水源地，日允许开采量 4 万立方米，水质符合饮用水标准，但存在超采问题（2018 年克白区超采 3100 万立方米）。

补给来源：依赖克拉苏河、达尔布图河等河流的渗透补给，占百口泉总补给量的 37%。

（2）水资源利用与调水工程

①跨流域调水

引额济克工程：从额尔齐斯河调水至克拉玛依，年调水量 4 亿立方米，西干渠设计流量每秒 30-60 立方米，是缓解缺水的核心工程。

玛纳斯河分水：通过小拐分水工程引入玛纳斯河水，补充城市供水。

②再生水利用

2024 年再生水回用量 3909 万立方米，回用率 58%，主要用于绿化灌溉、油田生产及古海生态公园景观。

2024 年入选全国再生水利用重点城市，计划进一步扩大回用规模。

（3）水质与保护措施

①水质现状

2024 年重点河流、水库、饮用水水源地水质均达Ⅲ类标准，河流断面优良比例 100%，集中式饮用水水源达标率 100%。

工业企业废水处理率达 100%，执行一级 A 出水标准。

②生态保护

克拉苏河生态补水：2025 年疏浚河道 23 千米，引洪灌溉恢复 2.7 万亩胡杨林，土壤含水量提升 19%。

人工影响天气：近 5 年实施飞机人工增雨 115 架次，增水量 9.62 亿吨，改善区域生态环境。

4.2.5 地形地貌

克拉玛依高新区呈现“开阔平缓的戈壁滩+零星残丘+人工湿地”的地貌格局，地形较平坦，地势较开阔，为石油化工、装备制造等产业提供了良好的工程地质条件。高新区总体地势西北高、东南低，由加依尔山山前地带向准噶尔盆地中心缓慢倾斜，坡降 1%~2%。海拔 260 m（艾里克湖北缘）~600 m（山前扇顶），高新区建成区多在 280~400 m 之间。

4.2.6 工程地质条件

地震烈度：Ⅶ度，设计基本加速度 0.15 g，属抗震设防重点区。

冻土深度：季节性冻土最大深度约 1.75 m。

持力层：地表以下 3~6 m 即可进入密实砾石层，承载力特征值 300~500 kPa，适合大型工业装置和高层建筑。

4.2.7 运输条件

克拉玛依及周边主干路网完善、交通发达，为工程建设中建筑材料、苗木移植、运输等提供便利，大大降低运作成本。

4.2.8 工程用水用电

本工程范围内水源条件良好，县城市政道路内有配套的给排水管网。同时，区域配电系统完善，电力供应便利。

4.2.9 周边环境状况

- （1）有充足的阳光，良好的通风条件；
- （2）县城内路网完善、市政配套给水、排水、电力等设施完善；
- （3）远离影响身心健康的精神污染（闹市、娱乐、精神病医院等）；
- （4）远离各种生物污染源（垃圾站、粪便堆积处、传染病院等）；
- （5）远离危及人身安全的危险品库和工业单位。

4.2.10 施工协作条件

- （1）场地条件

该项目位于克拉玛依高新区。该项目建设区域为自有资产，建设区域周边无施工不利条件。

- （2）主要建筑材料及施工条件

施工中水泥、砂石料、钢材、建筑砌块等主材均可从克拉玛依周边购买。施工所需要的用水、生活用水由城市统一供给。用电由城市电网提供。通信由城市电信提供。上述主要材料数量充足，可满足本工程的需要。

- （3）施工条件

由于本项目为新建工程，无拆迁，施工期间对交通及周围环境无较大的影响。

综上所述，场地建设条件较好，周边市政基础设施完善，施工建设条件具备。

4.2.11 燃料供应

4.2.11.1 天然气

根据克拉玛依市燃气有限责任公司《高新技术产业开发区工业企业用气销售价格实施方案》，目前高新区工业企业终端销售价格按照阶梯气价执行，其中 500 万方/年以内执行 2.48 元/立方米；500-1000 万方/年执行 2.35 元/立方米，1000 万方/年以上执行 2.23 元/立方米。在此价格区间内，使用燃气锅炉的制汽能源成本约 210~240 元/吨。

值得一提的是，启停灵活、便于调峰是天然气热源的优势。因此，在高新区政策支持的前提下，可考虑将天然气作为制备蒸汽的补充性的、应急调峰的高品位能源方式。

4.2.11.2 电力

- （1）工业购电价格

根据国网新疆电力公司公布的 2025 年 6 月工商业用户购电价格公告，分析两部制电价结构：

① 两部制谷值电价：1-10kV 等级、35kV、110kV、220kV 以上，在低谷 8 小时段（凌晨 4：00-8：00，中午 13 点-17 点），电价分别为 0.3161 元/千瓦时、0.3057 元/千瓦时、0.2772 元/千瓦时、0.2443 元/千瓦时。

② 两部制峰值电价：1-10kV 等级、35kV、110kV、220kV 以上，在高峰时段（8 点-11 点，19 点-24 点），电价分别为 0.5825 元/千瓦时、0.5721 元/千瓦、0.5436 元/千瓦时、0.5107 元/千瓦时。

根据目前国网工业购电两部制结构，如果使用电锅炉等低效热源方式的制汽能源成本高达 300 元/吨以上。因此，要降低电力制汽的能源成本，需要从两方面入手改善：

寻求更高效的制汽工艺方法：电锅炉的制汽性能系数 η 最高为 1（即，利用 1 份电力最多

可制备 1 份热量的蒸汽)，如果使用高效能的技术手段（例如本项目使用的梯级用能制汽新工艺），可以将制汽性能系数 ϵ_h 提升至 3.3~5.9（制备 0.3~1.5MPa 工业蒸汽），则可以大幅削减电力的使用，理论上仅为电锅炉用电量的 20~25%。

通过储能获得更低成本的电力：如果能够配套补充建设一定比例储能设施，进而使制汽系统能够充分使用低谷期低成本电力，可将制汽使用的电力价格降至 0.3 元/kWh 左右。

（2）新能源（光伏）绿电接入能力

在国家大力推进“双碳”背景下，各地零碳园区的建设已经成为主流趋势。对于克拉玛依市高新区，工业蒸汽供应是最主要的能源需求，能够实现制汽的低碳化甚至零碳化，将成为克拉玛依高新区未来实现零碳园区的重要举措。因此，在本次工业蒸汽供应项目中，应充分考虑新能源（光伏）电力（简称绿电）的使用。

本项目可能使用的新能源（光伏）电力来源主要包括：

1）已建成项目：克拉玛依工业园区 150MW 源网荷储一体化示范项目。距离高新区 10 公里，项目情况为含 150MW 光伏发电、15MW/30MWh 电化学储能、110KV 升压站等，总投资 9.002 亿元，已于 2024 年建成。新疆油田公司已建成光伏项目 3 项，总装机规模 200MW，具体为新疆油田特变电工白碱滩 50MW 光伏项目、新疆油田光伏发电工程—绿电供应 100MW 项目、新疆油田 2022 年光伏发电示范工程 50MW 项目。

2）正推进的项目：克拉玛依中能建新能源发电有限公司中能建克拉玛依市白碱滩区 700MW 园区低碳转型光伏项目。项目计划总投资 18.6 亿元，新建光伏电站容量为 700MW，新建磷酸铁锂储能电站容量为 70MW/140MWh。主要包含光伏组件安装，逆变器系统、变压器、集电线路、储能电站安装建设，并新建一座 220kV 升压站。中核克拉玛依源网荷储一体化项目（风电 250MW 已建），由克拉玛依市中核新能源建设，2023 年 12 月项目光伏区及风电场已全部完工。目前已取得国网接入批复，正按配套储能方案推进储能设施建设。乌尔禾源网荷储一体化项目（风电 200MW 待建），项目采用猛狮光储建设 1000MW 光伏、新疆油田 500MW 光伏+200MW 风电的开发模式。光伏部分已全部完成，200MW 风电部分等待建设。

经初步测算，如果建设光伏电站-高新园绿电直供专线，并考虑配套建设一定比例储能设施，进而实现绿电的稳定供应和充分利用低谷过剩绿电，结合引入电网低成本电力，可将本项目制汽使用的电价降至 0.3 元/kWh 左右甚至更低。

4.2.11.3 热力

根据梯级用能原则，为了提升气源的能源利用效率和降低制汽的成本，应采用低品位的热能（例如热电厂供热）作为制汽过程的基础热源，以减少制汽过程的高品位能源的（电力和天然气）的使用，这是显著提升制汽能效和降低制汽能源成本的必要条件之一。克拉玛依高新区内可使用的热力供应来源有二：

（1）热电厂供热：本项目考虑与华电克拉玛依热电厂签署供热协议，在电厂周边建设电厂余热回收热泵站，站内设置吸收式热泵，以电厂机组抽汽为驱动热源，利用吸收式热泵回收汽轮机乏汽（循环水）余热，结合利用现有热水管道，制备并供应 110℃/80℃热水作为制汽的基础能源。由此，可显著降低电厂的供热成本。

在供暖期，由于华电克拉玛依热电厂承担克拉玛依市市区供热，机组抽汽能力已经达到饱和，为保障本项目吸收式热泵驱动热源供应，当华电克拉玛依电厂供汽能力不足时，本项目建议考虑与新疆克拉玛依油田燃煤电厂（2026 年竣工）签署供热协议，由该电厂补充抽汽供应。

在本项目前期（一期工程），将华电克拉玛依热电厂作为主要的制汽基础热源，并以新疆克拉玛依油田燃煤电厂为补充保障本项目吸收式热泵驱动热源供应。要素保障分析

本工程设计范围地段已按规划完整控制下来，用地比较完整。周边用地类型确定且已经在逐步开发建设，已经初步形成氛围，方便建成后使用及维护。项目建设区内道路系统完善，交通便利，为工程建设中建筑材料、苗木移植、运输等提供便利，大大降低运作成本。项目地周边煤炭资源丰富，燃料供应有保障。

以上基础条件，为本项目的建设提供可靠的保障和操作性。

第5章 项目建设方案

5.1 热源情况和建设规模

5.1.1 热源情况

目前，高区内的热源情况如下：

- 1）克石化公司现有 4×130t/h 锅炉及炼化装置副产供汽能力 56~170t/h，随着油田公司 2×660MW 开工建设及环保压力面临关停。
- 2）华电克拉玛依热电厂 2×350MW 热电联产机组最大供热能力 703MW 已趋于饱和，无法满足周边高新区蒸汽和热水增长需求，每年 4 月中旬至 9 月底可对外供低温低压蒸汽 100t/h。
- 3）已建金龙镇燃气锅炉，热源供热能力不足，存在供热缺口。
- 4）各企业自建热源总装机仅可满足自身用汽、用热需求。

表 5-1 高新区内的热源情况

现有热源	装机情况	供汽能力
克石化热电厂	2×12MW 发电机组（已关停） 4×130t/h 锅炉（面临关停）	仅能满足目前自身及高新区部分工业蒸汽负荷
华电克拉玛依热电厂	2×350MW 供热机组 6×52.5MW 灾备电极锅炉	为主城区（城南+城北）供暖，供热能力 703MW，135/ 80℃ 4 月中~9 月底可对外供低压蒸汽 100t/h
金龙镇锅炉房	3×14MW 燃气锅炉	为金龙镇油气储运公司、克石化公司生活区供暖，供热负荷为 50.3MW
新疆油田在建燃煤电厂	2×660MW 供热机组	为克石化供汽 160-260t/h 为碳捕集供汽 130t/h

5.1.2 供热参数

（1）现状供热负荷需求（~2025 年）

根据初步统计，高新区内现状低压蒸汽（<1.5MPa）最大用汽总负荷为 28t/h，现状最大采暖负荷为 5.8MW，具体用户企业的蒸汽用量和温位需求见下表。

表 5-2 高新区现状低压用汽负荷需求（~2025 年）

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 （MW）	温度 (℃)
1	金源精细化工	蒸汽	16	16	0.6	——	150
2	敦华二期	蒸汽	4	4	0.3	——	140
3	逸普	蒸汽	5	5	0.6	——	160
4	克拉玛依中石油翼龙高级润滑油有限公司	蒸汽	2	2	0.7	——	170
5	信泰腾飞	蒸汽	1	1	0.7	——	170
6	新疆科力新技术发展股份有限公司	热水	——	——	——	0.182	100
7	新疆宝利沥青有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
8	新疆熙泰石油装备有限公司	热水	——	——	——	0.005	100
9	克拉玛依市正诚有限公司	热水	——	——	——	0.319	100
10	新疆金石钻采设备有限公司	热水	——	——	——	0.055	100
11	新疆坤隆石油装备有限公司	热水	——	——	——	2.5	100
12	克拉玛依市新聚工贸	热水	——	——	——	1.0	100

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (°C)
	有限责任公司						
13	克拉玛依中德阀门有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
14	克拉玛依胜利高原机械有限公司	热水	——	——	——	0.15	100
15	克拉玛依亚龙石油机械有限公司	热水	——	——	——	0.2	100
16	新疆胜新复合材料有限公司	热水	——	——	——	0.5	100
17	克拉玛依市新奥达石油技术服务有限公司	热水	——	——	——	0.003	100
18	诚谊	热水	——	——	——	0.55	100
19	中克	热水	——	——	——	0.11	100
合计（0.1~1.0MPa）			28	28		5.82	

（2）远期供热负荷需求（~2030 年）

规划至 2030 年，高新区内预测低压蒸汽（<1.5MPa）最大用汽总负荷为 220t/h，预测最大采暖负荷为 15MW，具体用户企业的蒸汽用量和温位需求如下表所示。

表 5-3 高新区远期低压用汽负荷需求（~2030 年）

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (°C)
1	金源精细化工	蒸汽	16	16	0.6	——	150
2	敦华二期	蒸汽	4	4	0.3	——	140

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (°C)
3	逸普	蒸汽	5	5	0.6	——	160
4	克拉玛依中石油翼龙高级润滑油有限公司	蒸汽	2	2	0.7	——	170
5	信泰腾飞	蒸汽	1	1	0.7	——	170
6	新疆科力新技术发展股份有限公司	热水	——	——	——	0.182	100
7	新疆宝利沥青有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
8	新疆熙泰石油装备有限公司	热水	——	——	——	0.005	100
9	克拉玛依市正诚有限公司	热水	——	——	——	0.319	100
10	新疆金石钻采设备有限公司	热水	——	——	——	0.055	100
11	新疆坤隆石油装备有限公司	热水	——	——	——	2.5	100
12	克拉玛依市新聚工贸有限公司	热水	——	——	——	1.0	100
13	克拉玛依中德阀门有限公司	热水	——	——	——	0.1	100
14	克拉玛依胜利高原机械有限公司	热水	——	——	——	0.15	100
15	克拉玛依亚龙石油机械有限公司	热水	——	——	——	0.2	100
16	新疆胜新复合材料有限公司	热水	——	——	——	0.5	100

序号	单位名称	供热 介质	采暖期用 汽量(t/h)	非采暖期用 汽量(t/h)	压力 (MPa)	加热功率 (MW)	温度 (℃)
17	克拉玛依市新奥达石油 技术服务有限公司	热水	——	——	——	0.003	100
18	诚谊	热水	——	——	——	0.55	100
19	中克	热水	——	——	——	0.11	100
20	15 万吨/年费脱蜡加氢异 构生产特种油品项目 (绿源)	蒸汽	11.4	11.4	0.6	——	160
21	宏福	蒸汽	64	64	1.0	——	250
22	硝酸铵钙	蒸汽	40	40	0.7	——	170
23	园区远期招商项目预留 蒸汽负荷	蒸汽	76.6	76.6	0.6	——	160
24	园区远期新增采暖及工 艺热水负荷	热水	——	——	——	9.18	100
合计 (0.1~1.0MPa)			220	220		15.0	

5.1.3 建设规模

表 5-4 项目近远期建设规模

编号	内容	远期（2030 年）	近期（2025 年，一期）
1	分布式制汽能源站	数量：2 座 站内配置：大焓差柔性蒸汽制备机组 总制汽量 150t/h	数量：1 座 站内配置：大焓差柔性蒸汽制备机组 总制汽量 22 t/h
2	电厂余热回收 热泵站	数量：1 座 站内配置：3 台余热回收量 38MW 的	数量：1 座 站内配置：1 台余热回收量 7.0MW 的

		吸收式热泵	吸收式热泵
3	蒸汽管网	建成完善的高新区蒸汽供应管网系统	初步建设形成规模化蒸汽管网
5	热水管网	完善园区供暖热水管道	完善园区供暖热水管道

5.2 分布式制汽能源站建设

5.2.1 建筑专业方案

5.2.1.1 概述

一期建设 2 座分布式制汽能源站，站内配置大焓差柔性蒸汽制备机组，以热电厂供应的热水作为基础热源、绿电直供与售电公司供电结合作为升压能源，一期工程总制汽量 22t/h（压力为 0.8MPa），整体工程总制汽量 150t/h（压力为 0.8MPa）。

一号能源站（一期）：总建筑面积 3797.14 平方米，其中地上 3797.14 平方米，地下 0 平方米。地上 1 层（局部 2 层），地下 0 层，建筑总高度 13.05 m。

5.2.1.2 总平面设计

建筑在建筑布局、空间处理、建筑造型、立面和色彩上结合当地气候条件及建筑风格做到总体统一规划，屋面优先采用平屋面。在适用、经济的同时，创造统一、协调的建筑群体，以反映城市的精神面貌。

平面布局、空间处理、建筑造型、立面和色彩基调的统一考虑，使不同空间构成的厂区既分工明确，又不失相互联系；既有围合，又有相互穿插；既照顾到单体本身的功能要求，又兼顾其外部环境的有机结合。做到动静分区明确，功能布局合理，空间处理上有收有放、有分有合、人流、车流组织有序。在平面布局及竖向层数上顾及到不同方位、不同角度的视线感觉。

建筑节能设计：根据《民用建筑热工设计规范》和气候条件，本工程处于严寒地区。主要满足冬季保温要求，根据地方节能标准按公共建筑类标准与暖通专业配合进行建筑节能设计。建筑物的设计与建造应依据国家、省、市有关规律、行政法规的有关规定采用节能型的建筑结构、材料、器具、产品和标准图纸。需要节能设计的建筑物均采用有效的隔热保温措施，各处门窗采用节能型且密封好的品牌产品，门窗玻璃采用真空隔热玻璃，尽量减少建筑能耗，改善建筑的热环

境。外墙采用加气混凝土砌块+挤塑聚苯板，屋面挤塑聚苯板。外窗采用单框两玻中空塑钢窗，建筑物热桥部位、外门窗口、雨篷均做 30 厚保温。

防火设计：消防设计贯彻“预防为主、防消结合”的方针。在总平面布置方面，严格执行《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014（2018 年版））及《供热工程项目规范》（GB55010-2021）规定的有关厂区内各生产、辅助、附属建筑物和构筑物的防火间距，厂区内各建筑物和构筑物之间设有行车道路和消防道路，形成环形路网（通道），便于消防车辆顺利到达各建构筑物。各建筑物根据其生产特点采取相应的耐火结构和防火措施。

- 场区绿化：场区内绿化需要满足以下几个方面
- 生态环保：吸附粉尘、净化空气、调节区域小气候。
- 安全美观：在满足安全生产要求的前提下，美化厂区环境，塑造现代化、整洁化的城市面貌。
- 功能实用：通过绿化进行区域划分引导人流与车流，并起到一定的隔离与防护作用。
- 经济易维护：选择适应性强、防病虫害本地植物，降低后期养护成本。

场区竖向设计：确保场地排水顺畅，无积水隐患，保障建筑基础、管沟及道路的安全满足消防车道对坡度的严格要求。确保与厂区外部道路、管线顺畅衔接。以创造最佳的场地排水组织为核心，合理确定场地的坡度、坡向和标高。结合自然地形和现状标高，尽量减少土方工程量，争取填挖方平衡降低工程成本整体协调，经济合理：与厂区整体的竖向规划相协调在满足功能和安全的前提下，力求设计经济合理，便于施工。

5.2.1.3 主厂房建筑设计

- （1）建筑设计执行标准
建筑设计应严格执行国家标准《供热工程项目规范》（GB55010-2021）及《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版），妥善解决防火、防水、防尘、保温、防爆泄压及采光与通风等问题。
- （2）建筑物火灾危险性分类
根据《建筑设计防火规范》确定生产的火灾危险性为戊类。
- （3）建筑物耐火等级的确定
本设计依据《建筑设计防火规范》第 3.2.5 条确定耐火等级为二级，建筑物构件燃烧性能和耐火等级均应满足现行国家标准及规范的有关要求。
- （4）建筑结构安全等级

建筑结构的安全等级为二级，结构的设计工作年限为 50 年。

- （5）主厂房平面布置
本建筑为单层建筑，内部局部二层。
建筑首层为蒸汽制备间、水化间，配以值班室、卫生间、检修间、控制室、电子设备间、变频器室、配电室、盐库；局部二层设置热力除氧间。主体外部设置储能罐。

- （6）主厂房内交通
主厂房内布置有纵向通道，可用于车辆进入及人员的通行。主厂房内任何工作点到最近安全出口的距离控制在 50m 内。

主厂房纵横与垂直的交通相互疏通，形成便利的交通网络，满足人员生产及安全疏散的要求。

- （7）主厂房通风与采光
主厂房通过厂房的高低侧窗自然通风与采光。仅有少量局部为人工照明。以自然采光为主，人工采光为辅。

- （8）主厂房的防火与防爆泄压
蒸汽制备机组间建筑物的火灾危险性属丁类，设计按二级耐火等级设防。
蒸汽制备机组间采用彩钢夹芯板轻质屋面，满足防爆泄压要求。

- （9）主厂房防水
屋面为一级防水，无地下。

- （10）主厂房建筑立面
主厂房外墙主导颜色为乳白色，在绿地环绕的厂区内给人视觉以清新、和谐之感。立面造型要求能够满足工艺、结构等专业的需要，力求外观简洁明快。

- （11）主厂房建筑装修
主厂房运转层为细石混凝土楼面，配电室、控制室采用防静电楼面，其他无特殊说明楼地面为细石混凝土楼地面。内墙采用耐擦洗涂料，外墙喷涂料。

- （12）主厂房消防
本工程属于戊类厂房，采用自然排烟，设置消火栓及灭火器，并设置火灾报警系统。消防控制室设置在首层（控制室兼消防控制室），并直接通向室外，面积 101.46 m²。

- （13）主厂房安全卫生
厂房内在楼面的所有洞口处、楼梯平台以及不伸至墙壁的楼板及平台四周均设置 100mm 高

踢脚板的栏杆，以保证安全，在检修孔及起吊孔四周设置活动或固定栏杆，所有栏杆高度均不低于1050mm。所有出口门上均设有出口标志，走道有标志导向出口。

5.2.1.4 其他主要生产、生活建筑物建筑设计

蒸汽制备机组间：设置在一层，占地净尺寸为 52mX61m，迎水面做一层外防水和结构自防水相结合，抗渗等级 P6。

5.2.2 结构专业方案

- （1）设计依据
- 1）《工程结构通用规范》（GB55001-2021）
 - 2）《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）
 - 3）《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）
 - 4）《钢结构通用规范》（GB55006-2021）
 - 5）《砌体结构通用规范》（GB55007-2021）
 - 6）《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）
 - 7）《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB50068—2018）8）《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223—2008）
 - 9）《建筑结构荷载规范》（GB50009—2012）
 - 10）《建筑地基基础设计规范》（GB50007—2002）
 - 11）《建筑抗震设计标准》（2024 年版）（GB/T50011—2010）
 - 12）《混凝土结构设计标准》（2024 年版）（GB/T50010—2010）
 - 13）《钢结构设计标准》（GB50017—2017）
 - 14）《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）
 - 15）《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107-2016）
 - 16）《建筑轻质条板隔墙技术规程》（JGJ/T157-2014）
 - 17）《蒸压加气混凝土墙板应用技术规程》（XJJ099-2018）
 - 18）《砌体结构设计规范》（GB50003—2011）
 - 19）《新疆维吾尔自治区实施国家 2010（建筑结构）系列规范细则》（XJJ012-2016）
 - 20）国家现行的其他有关规范及规程

（2）主要技术数据

- 1）建筑物耐火等级二级
- 2）建筑结构的安全等级二级
- 3）结构设计使用年限 50 年
- 4）基本风压值 0.90KN/m²
- 5）基本雪压值 0.30KN/m²
- 6）季节性冻土标准冻结深度：1.8m。

（3）主要结构材料

混凝土：垫层 C20，其余 C30。

钢筋：HPB300 级，HRB400E 级。

钢材：H 型钢或焊接型钢、工字钢、角钢、槽钢等，材质 Q235B 或 Q355B；钢板 Q235B；压型钢板为合金化镀锌板。薄壁型 C 型钢。其中支架用钢不得采用沸腾钢，并应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、冷弯试验和硫、磷、碳含量的合格保证。

焊条：E43XX、E50XX 型。

墙体：框架填充墙标高±0.000 米以下墙体为 MU20 非黏土实心砖，标高±0.000 米以上墙体为加气混凝土砌块。

砂浆：±0.000 米以下 M10 水泥砂浆，±0.000 米以上 M7.5 混合砂浆，加气混凝土砌块用 M7.5 专用砂浆。

（4）结构方案

本工程根据工艺要求进行布置，在平立面、上下层及层高方面变化较大，规整性较差，荷载较大且分布较散，采用现浇钢筋混凝土框架结构与钢结构相结合的结构形式。楼板为钢筋混凝土现浇楼板，大跨度屋面为单坡钢梁夹芯彩钢板屋面，其余屋面为钢筋混凝土现浇楼板。结构设计使用年限为 50 年。结构安全等级为二级。地基基础设计等级为丙级。基础形式采用独立基础。

（5）抗震措施

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震特征周期值区划图》，克拉玛依区抗震设防烈度为 7 度，地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第三组。

5.2.3 工艺专业方案

（1）一期工程分布式制汽能源站设备

在一期工程建设的分布式制汽能源站内的主要设备见表 5-5：

1#制汽能源站：安装 1 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数为 22t/h，0.8MPa；设置 1 组总体积为 3700m³ 的高温储热罐和 1 组总体积为 3300m³ 的低温储热罐；配套设置 1 套软水处理能力为 22t/h 的软化水处理及供给装置。

表 5-5 一期工程 1#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-22t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110/80℃ 热量：11.3MW 供电 电压：10 kV 功率：5.9MW 设计工况 压力：0.8MPa 流量：22t/h 171℃饱和蒸汽	1 台
2	高温储能/制汽模块	蒸汽输出：22 t/h，0.8 MPa(a) 有效容积：3700 m³ 压力：暂定 2.0 MPa(a)，需由设备厂家进一步复核； 温度：210℃ 型式：罐体 充放热循环水泵 4 台 流量：350 t/h 扬程：40mH2O 高温储能/制汽模块尺寸：	1 组

		60*25*20m	
3	低温储能模块	有效容积：3300 m³ 压力：暂定 0.2 MPa(a)，需设备厂家进一步复核； 温度：110℃ 型式：罐体 充放热循环水泵 4 台 流量：350 t/h 扬程：40mH2O 低温储能模块尺寸：20*20*16m	1 组
4	软水装置	软水装置处理流量：22m3/h 软化水装置：22m3/h 全自动钠离子交换器 软化水箱有效容积：22m³ 除氧水泵（一用一备）：立式多级离心泵，电功率 3.0kW，流量 22t/h，额定扬程 30m,, 380V。 补水给水泵(一用一备)：流量 22t/h 额定，扬程：135mH2O，电功率：11kW，380V。	新增 1 套
5	蒸汽冷凝水回收泵	耐高温卧式离心泵，Q=13m³/h，H=40m，壳体承压：1.0MPa,耐高温：100℃，变频	2 台（一用一备）
6	热力除氧器	20t/h	1
7	定期排污膨胀器		1

8	连续排污膨胀器		1
---	---------	--	---

在整体工程项目达产后，分布式制汽能源站内的主要设备如下表所示：

（1）1#制汽能源站：安装 2 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数分别为 22t/h, 0.8MPa、58t/h, 0.8MPa；高温储热模块的总容量设置为 1.35 万 m³；在一期的基础上增设 1 套软水处理能力为 70t/h 的软化水处理及供给装置。

（2）2#制汽能源站：安装 2 台大焓差柔性蒸汽制备机组，制汽参数分别为 35t/h, 0.8MPa、35t/h, 0.8MPa；高温储热模块的总容量设置为 1.18 万 m³；增设 1 套软水处理能力为 80t/h 的软化水处理及供给装置。

表 5-6 整体项目 1#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-22t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：11.3MW 供电 电压：10 kV 功率：5.9MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：22t/h 制热量： 17.2MW	1 台
2	HP-Co-58t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：29.8MW 供电 电压：10 kV 功率：15.6MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：58t/h	1 台

		制热量： 45.4MW	
3	软水装置	软水装置处理流量：70t/h 新增补给水泵 1 台 流量：70 t/h 扬程：120mH ₂ O 电功率：5.5kW	新增 1 套
4	高温储热罐	总体积：1.35 万 m³	

表 5-7 整体项目 2#制汽能源站主要设备

编号	名称	设备参数	数量
1	HP-Co-35t/h/0.8MPa 大焓差柔性蒸汽制备机组	热水 温度：110℃/80℃ 热量：18.0MW 供电 电压：10 kV 功率：9.4MW 蒸汽 压力：0.8MPa 流量：35t/h 制热量： 27.4MW	2 台
2	软水装置	新增软水装置处理流量：70t/h 软化水箱容积：80m³（1h） 新增补给水泵 1 台 流量：40t/h 扬程：120mH ₂ O 电功率：5.4kW	新增 1 套
3	高温储热罐	总体积：1.18 万 m³	

5.2.4 电气专业方案

5.2.4.1 强电设计

（1）设计依据

- 1) 《供配电系统设计规范》GB50052-2009
- 2) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）
- 3) 《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024
- 4) 《3~110KV 高压配电装置设计规范》GB50060-2008
- 5) 《35kV-110KV 变电站设计规范》GB50059-2011
- 6) 《20kV 及以下变电所设计规范》GB50053-2013
- 7) 《低压配电设计规范》GB50054-2011
- 8) 《通用用电设备配电设计规范》GB50055-2011
- 9) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- 10) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 11) 《电力工程电缆设计标准》GB50217-2018
- 12) 《智能建筑设计标准》GB/T50314-2015
- 13) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012
- 14) 《安全防范工程技术标准》GB50348-2018
- 15) 《民用建筑设计通则》GB50352-2019
- 16) 《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014
- 17) 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- 18) 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019
- 19) 《建筑电气与智能化通用规范》GB55024-2022
- 20) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
- 21) 《民用建筑电气防火设计规程》XJJ068-2014
- 22) 《消防设施通用规范》GB50036-2022
- 23) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022
- 24) 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）
- 25) 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011
- 26) 《综合布线系统工程设计规范》GB50311-2016

27) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008

28) 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021

29) 《安全防范工程通用规范》GB55029-2022

30) 《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 版

（2）设计范围

①本设计包括建设红线内的以下内容：

- 1) 110KV/10kV 配电系统
- 2) 10KV/0.4kV 配电系统
- 3) 动力配电系统
- 4) 正常照明与应急照明系统
- 5) 建筑物防雷、接地系统安全措施

②电源设计分界

电源分界点为本工程配电室低压配电柜进线处。

（3）35kV/10kV 配电系统

本工程设备安装容量为 40.2MW，根据《城市电力规划规范》GB/T 50293-2014 中城市供电设施要求，采用 110kV 线路供电(本工程设备机组为化工企业配套市政设施，同时系数按 1 考虑)；计划分两期建设(两期时间间隔计划 5 年)，为避免后期增容导致不必要的浪费，本次供电线路及设备型号按两期用电总容量进行选型。本次设计暂不考虑新能源（光伏）绿电接入(光伏电站-高新园绿电直供专线建设期待定)。

本工程由 110kV 化 1 变引两路 110kV 线路，满足一级负荷供电要求，110kV/10kV 配电系统由专业电力设计院深化设计。供配电网架图、配电系统单线图如下图所示。

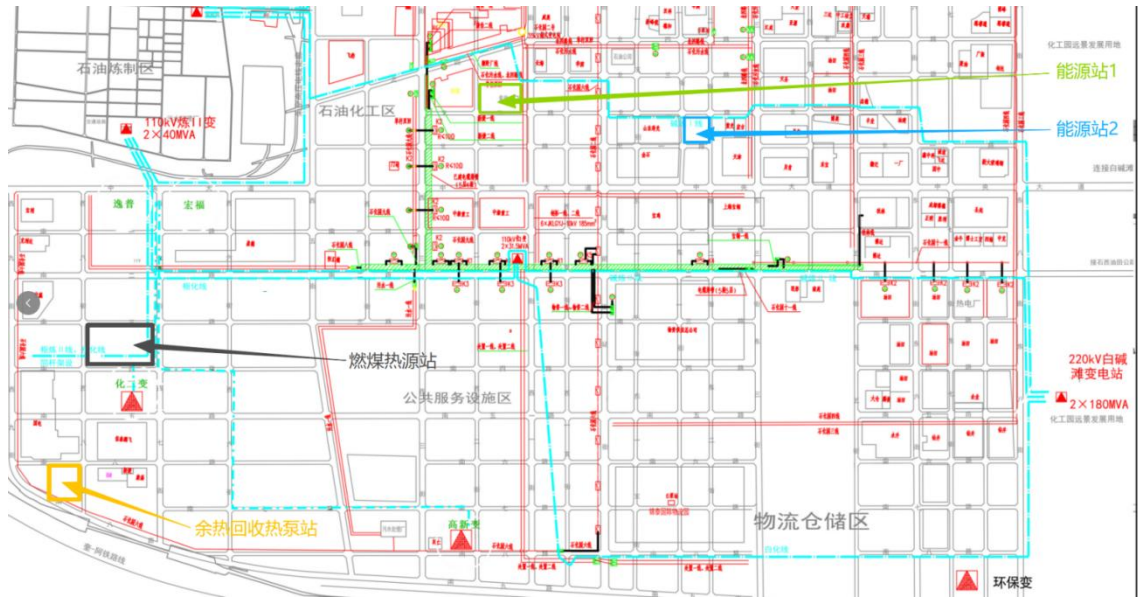


图 5-1 配电网架图

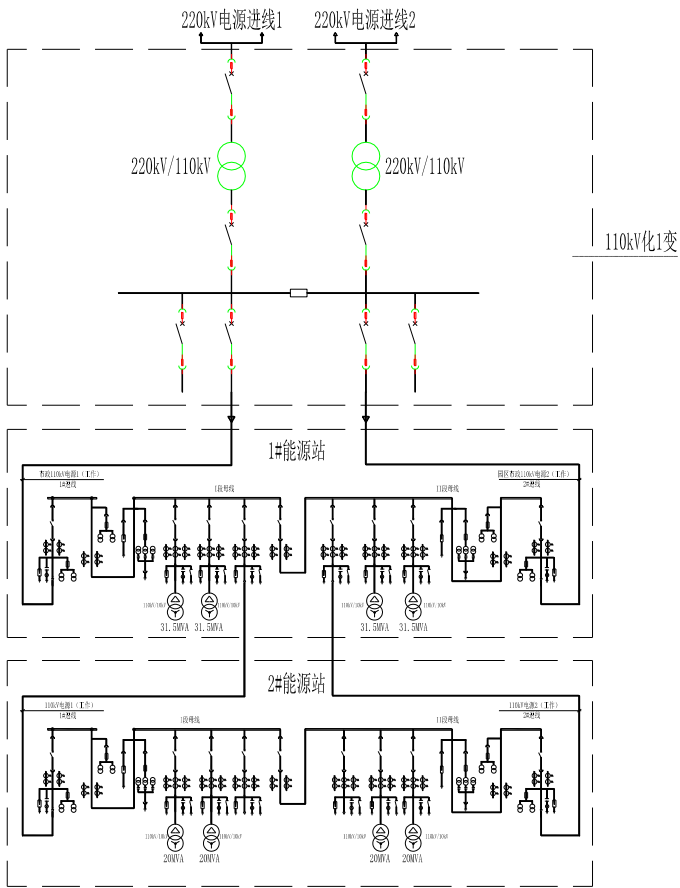


图 5-2 配电系统单线图

(4) 10kV/0.4kV 配电系统

① 负荷等级

本工程为一级负荷用电单位，其中火灾自动报警、消防设备及应急照明等的用电负荷为一级消防负荷，蒸汽制备机组、软水处理及供应装置为一级非消防负荷；除上述负荷以外的其他一般照明及其他电力负荷均为三级负荷。

② 负荷容量

1) 1#能源站负荷如下：

表 5-8 1#能源站负荷

分期	项目名称	工作电压	单位用电指标	设备用电量 Pe (kW)	Kx	计算容量 Pjs
1 期建设	蒸汽制备机组 1	10kV	/	5900	1	Pjs=5900kWx1=5900kW
2 期建设	蒸汽制备机组 2	10kV	/	15600	1	Pjs=15600kWx1=15600kW
1 期建设	辅助用电	400V	/	100	1	Pjs=100kWx1=100kW
	本工程计划申请用电					
	一期用电负荷容量：6000x1/0.9=6666.7(kVA)，二期用电负荷容量：15600x1/0.9=17333.3(kVA)， 总用电负荷容量：21600x1/0.9=24000(kVA)， 计划低压供电：本工程计划申请用电：24000kVA					

2) 2#能源站负荷如下：

表 5-9 2#能源站负荷

分期	项目名称	工作电压	单位用电指标	设备用电量 Pe (kW)	Kx	计算容量 Pjs
2 期建设	蒸汽制备机组 1	10kV	/	9400	1	Pjs=9400kWx1=9400kW

2 期建设	蒸汽制备机组 1	10kV	/	9400	1	Pjs=9400kWx1=9400kW
2 期建设	辅助用电	400V	/	100	1	Pjs=100kWx1=100kW
	本工程计划申请用电					
	总用电负荷容量：18800x1/0.9=20888.9(kVA) 计划低压供电：本工程计划申请用电：20888.9kVA					

- 110kV/10kV 变配电系统由专业电力设计院深化设计。
- 10kV 配电装置室：本工程拟在首层设高低压配电室。计算机系统等用电按要求另自备 UPS 电源。
- ③供电电源及电压等级
- 本工程供电本工程由 110kV 化 1 变引两路 110kV 线路（满足一级负荷供电需求）至本工程 110KV/10kV 高低压变配电室。
- ④10kV 配电系统
- 1）本工程 1#、2#能源站分别设置两台 SCB14-NX2-10/0.4kV-250KVA（互为备用）变压器，为普通低压设备供电，用电 10kV 配电系统为单母线分段系统。
- 2）10kV 配电系统进线采用隔离单元，变压器出线采用真空断路器，配置氧化锌避雷器作为操作过电压保护。10kV 配电柜采用 KYN28 金属铠装中置式手车配电柜。
- 3）变压器采用 SCB14-NX2 型干式变压器，设强制风冷系统，接线组别为 D,Yn11，保护罩防护等级为 IP30。
- 4）10kV 继电保护及信号设置：变压器出线设置过流、速断、零序保护；设置变压器高温报警、超高温跳闸保护。
- 5）10kV 断路器采用永磁操作机构，操作电源采用 220V 直流电源。
- 6）10kV 电缆采用 ZR-YJV22-8.7/15kV 电缆埋地套管引入。
- 7）10kV 配电系统设置高压计量装置。

⑤0.4kV 配电系统

- 1）本工程低压配电系统采用单母线分段系统。
- 2）低压断路器要求运行开断能力在 65kA 以上，部分回路设置分励脱扣器与消防系统联动。
- 3）低压主进断路器设置过载长延时、短路短延时脱扣器，馈线断路器设置过载长延时和瞬时脱扣器。框架断路器采用电子脱扣器，塑壳断路器采用热磁断路器。
- 4）低压配电柜采用 GCS 型抽屉式配电柜。
- 5）低压配电系统根据建设单位要求分区、分功能设置电能管理平台，为建筑能源管理提供基础数据。
- 6）低压配电系统设置集中无功功率补偿方式，采用自动补偿装置，要求功率因数值不小于 0.95。

⑥动力配电系统

- 1）对于容量较大的负荷或重要负荷采用放射式配电，对于一般设备采用放射式与树干式结合的混合方式配电。
- 2）消防动力干线采用专用线路供电，末端互投；干线电缆采用 NG-A 隔离型（柔性）矿物绝缘耐火电缆，支线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘阻燃耐火导线 WDZN-BJY。
- 3）非消防动力干线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃电缆 WDZ+-YJE，支线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘阻燃导线 WDZ-BYJ，阻燃等级不低于 B 级。二级非消防负荷在适合位置设置双电源互投。
- 4）低压电缆由配变电室沿电缆槽盒敷设至用电点或电气竖井。
- 5）本工程消防动力设备小于 15kW 的电动机采用直接启动方式；15kW 以上电机采用降压启动方式。消防动力在消防控制室设置手动控制起停，控制电压为直流 24V。消防控制设备的控制箱（柜）设置“消防”标志，并符合消防规范要求。潜水泵的启停由液位计自动控制，并设置声光报警。
- 6）消防动力配电采用末端切换，非消防二级负荷配电在合适位置采用双电源转换装置。
- 7）大型设备控制采用控制柜落地安装，公共场所安装配电设备距地不小于 1.5 米，电气设备间或电气管井内明装顶距地不大于 2.1 米。

5.2.4.2 照明系统

- （1）灯具选型
- 灯具是透光、分配和改变光源光分布的器具，包括除光源外所有用于固定和保护光源所需的

全部零、部件及与电源连接所必需的线路附件。照明灯具可以按照使用光源、安装方式、使用环境及使用功能等进行分类。

1) 根据使用的光源分类，主要有荧光灯灯具、高强气体放电灯灯具、LED 灯具等，其分类和选型见下表：

表 5-10 灯具按光源分类对比

比较项目	灯具类型		
	荧光灯灯具	高强气体放电灯灯具	LED 灯具
配光控制	难	较易	较难
眩光控制	易	较难	较难
调光	较难	难	易

2) 根据灯具的安装方式分类，主要有吊灯、吸顶灯、壁灯、嵌入式灯具、槽灯、发光顶棚等，其分类和选型见下表：

表 5-11 灯具按安装方式分类对比

安装方式	吸顶式灯具	嵌入式灯具	悬吊式灯具	壁式灯具
特征	(1) 顶棚较亮； (2) 房间明亮； (3) 眩光可控制； (4) 光利用率高； (5) 易于安装和维护； (6) 费用低	(1) 与吊顶系统组合在一起； (2) 眩光可控制； (3) 光利用率比吸顶式低； (4) 顶棚与灯具的亮度对比大，顶棚暗； (5) 费用高	(1) 光利用率高； (2) 易于安装和维护； (3) 费用低； (4) 顶棚有时出现暗区	(1) 服亮壁面； (2) 易于安装和维护； (3) 安装高度低 (4) 易形成眩光
适用场所	适用于低顶棚照明场所	适用于低顶棚但要求眩光小的照明场所	适用于顶棚较高的照明场所	适用于装饰照明兼作加强照明和辅助照明

				用
--	--	--	--	---

3) 根据灯具其特殊场所使用环境，可以分为多潮湿、腐蚀、火灾危险的场所使用的灯具，其分类和选型见下表：

表 5-12 灯具按使用环境分类对比

场所	环境特点	对灯具选型的要求	适用场所
潮湿场所	相对湿度大，常有冷凝水出现，降低绝缘性能，容易产生漏电或短路，增加触电危险	(1) 采用防护等级为 IP44 或 IPX4 的防水型灯具； (2) 灯具的引入线处严格密封； (3) 采用带瓷质灯头的开启式灯具	厨房、泵房
腐蚀性场所	有大量腐蚀介质气体或在大气中有大量盐雾、二氧化硫气体场所，对灯具的金属部件有腐蚀作用	(1) 腐蚀性严重的场所采用密闭防腐灯外壳由抗腐蚀的材料制成； (2) 对灯具内部易受腐蚀的部件实行密封隔离； (3) 应符合 GB 7000.1-2015《灯具第 1 部分：一般要求与试验》中 4.18 及录 L 的要求	如散发腐蚀性气体的化学房间等
火灾危险场所	有大量可燃物或发生火灾后极易蔓延的场所	(1) 灯具安装位置远离可燃物质； 火灾危险场所 有大量可燃物或发生火灾后极易蔓延的场所 (2) 防止灯泡火花或热点成为火源而引起火灾； (3) 固定安装的灯具，使用防护等级不低于 IP4X 的灯具；有可燃粉尘或纤维的场所，使用防护等级不低于 IPSX 的灯具；有导电性粉尘的场所，使用保护等级不低于 IP6X 的灯具	如图书、资料

综上，根据本工程灯具的使用环境、使用功能及适宜的安装方式，各主要房间采用如下灯具形式：

表 5-13 各主要房间采用灯具

房间或场所	安装方式	防护等级
办公室	嵌入式灯具	IP40
设备间	吸顶式灯具	IP55 防潮型灯具

（2）光源选型

电光源按照其发光物质分类，可分为固态光源和气体放电光源 2 类，常见分类分别有弧光放电、低气压荧光灯、固态光源半导体发光二极管（LED）。

1）荧光灯

荧光灯是应用最广泛、用量最大的气体放电光源。它具有结构简单、光效高、发光柔和、寿命长等优点。荧光灯的发热效率是白炽灯的 4~5 倍，寿命是白炽灯的 10-15 倍，是高效节能光源。荧光灯按其外形又可分为双端荧光灯和单端荧光灯。双端荧光灯绝大多数是直管形，两端各有一个灯头。单端荧光灯外形众多，如形、U 形、双 U 形、环形、球形、螺旋形等灯头均在一端。

2）LED 灯

半导体发光二极管（LED），利用固体半导体芯片作为发光材料，当两端加上正向电压时，半导体中的载流子发生复合放出过剩的能量，从而引起光子发射产生光。

LED 光源发光效率高。整灯光效目前达到 60~120lm/W。同样照度水平的情况下，理论上不到白炽灯 10%的能耗，LED 灯与荧光灯相比也可以达到 30%~50%的节能效果。使用寿命长，体积小，质量轻，环氧树脂封装，寿命可达 25000~50000h，可以大大降低灯具的维护费用。安全可靠，发热量低，无热辐射，属冷光源。有利于环保，为全固体发光体，不含汞。响应时间短，起点快捷可靠。防潮、耐低温、抗震动。调光方便，可结合控制技术、通信技术实现自动调光，满足节能和调节照（亮）度功能的需要。LED 光源尺寸小，为定向发光，便于灯具配套和提高灯具效率。

荧光灯多用于家庭、学校、研究所、工业、商业、办公室、控制室、设计室、医院、图书馆等照明；LED 多用于电子显示屏、交通信号灯、疏散标志灯、建筑物夜景照明、装饰性照明、需要调光的场所的照明以及不易检修和更换灯具的场所等；

随着近年来节能要求的不断提升及 LED 技术的不断发展，基于节能、经济性、维护、应用灵活、环保健康，在职业院校常规使用环境中，LED 光源已逐步取代荧光灯，得到了大规模的应用和

推广。本工程基于以上分析比较，确认照明光源采用 LED 光源。

（3）光源、灯具要求

- 1）一般场所采用 LED 照明灯具，色指数 Ra≥80，色温应在 4000K~5300K 之间。
- 2）开水间、卫浴间等潮湿场所，宜采用防潮型灯具。
- 3）门厅、等候区的统一眩光值（UGR）不应大于 19。
- 4）LED 灯具谐波含量应符合国家相关要求。
- 5）有精装修要求的场所视装修要求确定。光源显色指数 Ra≥80 色温应在 3300K~5300K 之间。

6）餐厅厨房采用专用的紫外线消毒灯具，其紫外线灯具开关应设置在厨房专间外，并设置明显标识，防止误开。

（4）照明设计

- 1）人员密集场所内照明回路采用两路不同电源供电。
- 2）走道、楼梯、等候区等公共场所的照明开关设置在值班室、服务台等处集中控制，并根据自然采光和使用情况分组、分区控制。
- 3）专用标识照明由专业单位完成设计。
- 4）照明功率密度值满足《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求。

（5）照度标准

按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求执行，标准如下：

表 5-14 照度标准

房间或场所	照度值（lx）	功率密度值（W/ m²）
设备间	200	4.0
办公室	300	6.5

（6）建筑物景观照明

本工程预留亮化照明用电负荷。

（7）照明配电系统

1）一般照明采用无卤低烟阻燃型电缆（WDZ-YJY-1kV），敷设于金属线槽内以放射式配电。走道照明、应急照明及疏散指示照明均采用两路电源以树干式配电并在末端互投。其中走道照明干线采用无卤低烟阻燃型电缆（WDZ-YJY-1kV）敷设于非消防线路防火金属线槽内，应急照明及疏散指示照明干线采用 NG-A 隔离型（柔性）矿物绝缘耐火电缆，敷设于消防线路防火金属线槽内。

2）照明、插座分别由不同的支路供电，除注明外照明支线 WDZ-BYJ-3x2.5mm² 穿 SC20 管敷设；插座支线 WDZ-BYJ-3x4mm² 穿 SC20 管敷设。

3）各插座支路均设置漏电保护装置。各层干线配电箱设置防火漏电保护报警设备，并与消防系统联动控制，确保用电设备安全可靠运行。

4）所有 I 类灯具及安装高度低于 2.4m 的灯具，均设置与相线同截面的 PE 线。

（8）智能照明控制系统

- 1）公共走道等面积较大的活动场所设置智能照明装置。
- 2）智能照明控制系统实现就地场景、时段、人工即时控制，后台统一控制，自动程序控制等功能。
- 3）现场控制器安装在就地照明配电箱内，采用总线控制技术。

（9） 配电室备用照明应不低于正常照明照度标准，餐厅公共区域的照度标准应不低于正常照明的 1/10，补充厨房专间的备用照明，其照度应不低于正常照明的 1/5。

（10）应急照明详消防专篇

5.2.4.3 供电电缆

（1）敷设方案比选

1）桥架敷设：适用于各类大型建筑、工业厂房及对电缆线路后期维护、扩容需求较高的场所。桥架在建筑物吊顶内、电气竖井、设备层等空间安装便捷，能充分利用建筑的立体空间，对电缆走向布局灵活，可有效避开其他管线干扰，方便电缆的整理、固定与检查，且散热条件相对较好，利于延长电缆使用寿命。

桥架选型依电缆数量、重量、外径等确定，槽式桥架密封性好，防灰尘、防干扰，常用于对防护要求高的弱电线路；梯式桥架通风散热优，适合大截面、数量多的强电电缆敷设。在跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处，需设置伸缩节，防止因建筑变形损坏桥架与电缆。

2）电缆井敷设：高层建筑（如公寓、办公楼）垂直供电的常用方式，利用建筑设计预留的电缆

竖井，将电缆集中、有序地上下贯穿各楼层，节省空间且线路规整，对建筑整体美观影响小。电缆井相对封闭，可一定程度上屏蔽外界干扰，保障供电稳定性；与楼层配电箱衔接紧密，方便电力分配与管控。

3）建筑内暗敷设：广泛应用于住宅、酒店客房、精装办公区域等对室内美观要求极高场所。电缆暗敷于墙、地面、楼板内的预埋管或线槽中，不外露，保持室内空间整洁、美观，与装修配合紧密，提升整体空间品质；因有建筑结构保护，电缆安全性较高，受外力破坏几率小。在客房装修中，照明、插座等线路暗敷于墙内，配合墙面装饰材料施工，仅留插座、开关面板，营造高档舒适居住环境。

4）组合敷设方案：在大型综合性建筑（如医院、体育馆）中，不同功能区域用电需求多样、复杂，常采用组合敷设。例如，从配电室至强电竖井采用桥架敷设，保障大容量、集中供电及线路维护便利性；竖井内用电缆井敷设垂直分配电力；各楼层办公区等末端用电采用暗敷设满足美观与使用安全要求，充分发挥各敷设方式优势，优化整体供电系统。

综上，本工程房间功能丰富，水平向及竖向电缆密集，且使用人员多，需兼顾考虑检修维护、美观等因素，使用组合敷设方案能较好的满足建筑使用需求，故电缆敷设选择组合敷设方案。

（2）室内电缆材质和型号方案比选设计

1）材质比选

铜芯电缆

优势：导电性极佳，电导率仅次于银，相同截面下铜芯电缆载流量比铝芯高约 30%，电能损耗低，能有效提升供电效率；柔韧性好，便于弯曲、敷设安装，机械强度较高，耐腐蚀性强，使用寿命长，适用于对供电可靠性、稳定性要求严苛的关键设备、精密仪器供电，像医院手术室、金融数据机房等场所。

劣势：成本高，铜材价格较贵，使得铜芯电缆整体造价大幅高于铝芯电缆，在大规模、长距离敷设且对成本敏感项目中需谨慎权衡。

铝芯电缆

优势：成本低，资源丰富，价格约为铜材 1/3 - 1/2，在长距离输电、大型工业厂房等大电量输送且预算有限场景具成本优势；重量轻，便于搬运、敷设施工，减轻建筑结构承载负担（尤其高层敷设）。

劣势：电导率低导致载流量受限，需增大截面满足相同载流需求；铝化学性质活泼，易氧化，

尤其在接头处形成氧化铝膜增大接触电阻，影响供电稳定性，需特殊处理（如采用铜铝过渡接头），且机械强度低于铜芯，抗疲劳、抗拉伸性能欠佳。

2) 型号比选

聚氯乙烯绝缘电缆（VV、VLV）

特点与适用：绝缘层采用聚氯乙烯材料，耐酸、碱、盐等化学腐蚀，防潮、防水性能良好，生产工艺成熟、成本适中，广泛应用于一般工业与民用建筑室内常温环境下照明、动力配电。如普通住宅、学校教室照明线路常用 VV 型铜芯聚氯乙烯绝缘电缆，VLV 型铝芯则用于对载流要求不超常规且预算有限区域。

局限：聚氯乙烯在高温下会释放有毒气体，长期过载或遇火灾时对人员安全、环境有潜在危害，阻燃性一般，不适用于人员密集、火灾危险性高场所核心供电线路。

交联聚乙烯绝缘电缆（YJV、YJLV）

特点与适用：绝缘层由交联聚乙烯制成，具有优异电气性能，绝缘电阻高、介质损耗小，载流量比聚氯乙烯绝缘电缆同规格提升约 20% - 30%；耐热性好，长期允许工作温度达 90℃，远超聚氯乙烯 70℃，短路耐受温度高，且阻燃、环保性能佳，燃烧时低烟、无毒，广泛用于高层、地下建筑、人员密集场所（商场、影院）等对安全、供电性能要求高区域强电、弱电供电。

局限：生产工艺复杂，成本高于聚氯乙烯绝缘电缆，对敷设环境要求稍高，在阳光直射、酸碱腐蚀性强户外环境需特殊防护。

阻燃、耐火电缆（ZR - YJV、NH - YJV 等系列）

特点与适用：在交联聚乙烯绝缘基础上，ZR - YJV 型添加阻燃剂，火灾时能有效阻止火焰蔓延、降低烟雾毒性，保障人员疏散逃生时间，用于消防电梯、应急照明、消防泵等消防设备供电；NH - YJV 型具备耐火特性，在火灾高温下保持一定时间（如 90 分钟、180 分钟）正常通电，确保消防救援、关键控制指挥系统运行，是医院、数据中心、高层建筑避难层等防火重点区域必备电缆。

局限：因特殊性能要求，成本高，且生产、安装、维护需严格遵循规范，对施工工艺、接头处理精细度要求高，确保耐火、阻燃实效。

综上所述，考虑本工程使用功能丰富、使用人员密集、电负荷用量波动大，从安全性、经济性等方面综合考虑，非消防用电设备使用无卤低烟阻燃交联聚乙烯铜芯绝缘电缆，消防负荷使用矿物质绝缘电缆及无卤低烟阻燃耐火交联聚乙烯铜芯绝缘电缆。

5.2.4.4 防雷保护、安全措施及接地系统

（1）防雷保护

1) 本工程最高建筑年预计雷击次数为 0.038 次/a；按第二类防雷措施设防，电子信息系统雷电防护等级为 D 级。

2) 在楼屋顶设接闪带或利用建筑构筑物设置接闪杆作防直击雷的接闪器。接闪带设置在外墙外表面或屋檐的垂直面上，防雷网格不大于 10m×10m 或 12m×8m。屋顶所有金属构架、设备金属外壳均与屋顶接闪器可靠连接。

3) 防雷引下线利用建筑物结构柱、剪力墙内的直径大于 16 的两根主筋绑扎上下连通接至地下室接地网。

4) 建筑物内钢构架和钢筋混凝土的钢筋互相连接，结构圈梁钢筋每三层连成闭合回路，并与防雷引下线连接。外墙内外敷设的金属管道和金属物的顶端、底端，均与防雷装置连接。

5) 接地网利用结构基础内钢筋网做自然接地体，预埋接地端子板作为引出接地装置预留。

6) 防止闪电电涌侵入，电缆进出线在进出端将电缆的金属外皮、钢管等与电气设备金属、接地网可靠相连。

7) 本工程设置三级电涌保护器。变压器高压侧设置避雷器，低压配电母线安装 I 级试验的电涌保护器，电子用电设备末端配电箱设置电涌保护器。电子信息系统室外线路为金属线或光缆时，在线路引入终端箱处分别设置 D1 类或 B2 类电涌保护器。

（2）接地系统

1) 本工程设置分配变电室的单体低压配电系统采用 TN-C-S 接地系统；其余单体低压配电系统采用 TN-C-S 接地系统，电缆进线的中性线（N）和接地保护线（PE）在总配电柜后严格分开不再相连。所有配电箱内 PE、N 线接地端子均分开设置。

2) 本工程防雷接地、配电系统接地、电气设备的保护接地、电梯机房、消防值班室、综合布线机房等的接地共用接地系统，要求接地电阻不大于 1 欧姆，实测不满足要求时，增设人工接地极。

3) 消防值班室等弱电设备用房的接地利用共用联合接地装置，独立设引下线，采用 BV-1x25 PVC25 引下与接地装置联结。安防控制室、建筑设备监控室、网络机房接地采用 BV-1x50 PVC32 引下与接地装置联结。

4) 建筑物内的电气装置做等电位联结（总等电位联结 MEB 及局部等电位联结 LEB）。电

气装置内的 PE 保护线与接地干线，各种金属管路及建筑物的金属结构等互相联结。在强电竖井、弱电竖井内分别设一条-50x5 扁铜作接地干线，在各层平面设接地端子箱。在各实验室内设接地端子盒.将室内高度在 2.5m 以下的配电箱 PE 母排、电气装置的金属外壳及其他金属管道、金属窗框金属框架等均进行等电位联结。

- (3) 安全措施
- 1) 本工程配电室内设置总等电位联结装置，建筑物内保护干线、设备进线总管、建筑物金属构件进行联结，在浴室、卫生间、泵房等处，等各房间内设置辅助等电位端子箱 SEB。
- 2) 凡正常不带电而当绝缘破坏有可能呈现电压的一切电气设备金属外壳均应可靠接地。
- 3) 地下室利用所有结构基础梁、柱主筋，互相连通为基地网格，降低地下室地面或一层地面接触电压和跨步电压。防雷引下线在建筑主要出入口处设置防止跨步电压措施。
- 4) 强、弱电竖井内设专用接地铜排-40x4 并与接地装置可靠连接，竖井内每层设接地端子板。
- 5) 总电源进线应设置剩余电流动作保护，当剩余电流超过 300mA,电缆温度超过 70℃时报警。
- 1.8 米及以下插座均应采用安全性，插座应设置漏电安全防护措施，剩余电流保护动作值为 30mA。

- (4) 建筑物防雷击电磁脉冲设计
- 1) 本工程电子信息系统雷电防护等级为 D 级。
- 2) 网络电源系统、有线电视引入端、电信引入端均设过电压保护装置。

5.2.4.5 电气机电抗震设计

- (1) 开关柜、配电及控制柜（屏）、直流屏等电气设备采取防柜（屏）内电器松动、滑动、倾倒、震脱等抗震措施。
- (2) 电气设备及装置安装采用的金属螺栓、预埋件和焊接强度满足抗震要求。
- (3) 电气设备安装满足以下要求：

1) 变压器等装置宜拆除滚轮，并采用地脚螺栓等方法固定在基础上，当采用滚轮及轨道时，其轨道型钢应设固定卡具。

2) 成列开关柜、配电及控制柜（屏）之间，应在重心位置以上采用螺栓连接成整体。

3) 柜（屏）间连接的硬母线、接地线等，在通过建筑物防震缝、沉降缝处，加设软连接。

4) 电气设备的支架应有足够的刚度和承载力。
- (4) 照明灯具的安装满足以下要求：

1) 吊灯不应采用软电线自身吊装；

- 2) 大于 0. 5kg 的灯具采用吊链安装时，软电线宜编叉在吊链内，电线不应受力；
- 3) 灯具重量大于 3kg 时，应固定在螺栓或预埋吊钩上；
- 4) 高大空间学生活动场所的壁灯及吊灯宜设防护网或防护玻璃罩；
- 5) 吸顶和嵌入吊顶的灯具，可采用钢管作杆件固定在楼板上，且钢管内径不应小于 10mm，钢管厚度不应小于 1. 5mm。

- (5) 内径不小于 60mm 的电气配管及重力不小于 150N / m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽均进行抗震设防。
- (6) 配电导体、线路安装满足以下要求：

1) 采用硬母线敷设且直线段长度大于 80m 时，应每 50m 设置伸缩节；

2) 在电缆桥架、电缆槽盒内敷设的缆线在引进、引出和转弯处，应在长度上留有余量；

3) 在进口处应采用挠性线管或采取其他抗震措施，进户套管与引入管之间的间隙应采用柔性防腐、防水材料密封；

4) 电缆梯架、电缆槽盒、母线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节，抗震缝的两端应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接；

5) 当金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵，并应在贯穿部位附近设置抗震支撑；金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔 30m 应设置伸缩节；

5.2.4.6 室外管网工程

随着建设的发展，新区建设正迅速进行，伴随着新区的开发建设，城市配电线路网络需要配套建设，以满足城市建设发展的需要，电缆线路一次性投资较多，施工周期也较架空线路长，但可以在同一路径上一次建成多回路电缆、光缆通道，节约用地，提高总体供电容量，且不影响景观，因此在建设中电缆、光缆线路已经越来越多的被采用，尤其是在线路通道受限制的地方，电缆线路的优越性更能得到体现；电缆敷设的方式很多，如直埋敷设、排管敷设 、电缆沟敷设等。

- (1) 方案比选
- 1) 直埋敷设
- 直埋敷设施工简单，建造成本低，但存在电缆无法更换，电缆易受外力破坏，且敷设数量较少等负面因素；
- 2) 排管敷设

排管敷设可以一次建成多路电缆、光缆通道，投资相比较电缆直埋高，比电缆管沟低，比较适合城市 10KV 配网线路、主干光缆线路敷设；

3）排管敷设

电缆沟敷设，可以一次性建成多通道，方便后期增容及维护，投资相对较高；

（2）方案确定

本次电力线路为 0.4KV 配网线路及运营商光缆，在本工程地下管网 0.4kV 线路采用 C30 混凝土包封 C-PVC-DN160 排管敷设方式，通讯线路采用 C30 混凝土包封 C-PVC110+七孔梅花管敷设方式。

5.2.4.7 室外道路照明

详市政专业文本中电气内容。

5.2.4.8 电气节能环保

（1）设计依据

- 1）《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325-2020
- 2）《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 版）

（2）电气

1）材料环保

2）电缆及导线选择：电缆及导线选用阻燃或耐火低烟无卤型，具有低烟、无卤、阻燃和耐高温的技术特性。

3）弱电工程全部线缆均采用低烟无卤的材料；低烟无卤材料不产生有害气体，燃烧时发热量少，不含重金属，不污染土壤，抗老化性能好。

4）高低压开关柜等配电设备选用环保型。

5）噪音环保

6）变配电设备选择：变压器选用 SCB14 系列干式变压器；高低压开关柜等配电设备选用环保型。

7）配变电室采取减噪措施，减小设备噪音对周围影响。

8）电磁敷设环保

①变压器采用 IP20 金属外壳，并作良好接地；配变电所结构构造钢筋网均应可靠连接，并接

地，内部采用金属网格或金属板敷设，形成电磁屏蔽层。

②水平电缆桥架分段做电气跨接，两端做可靠接地。垂直桥架在电气小间内敷设，电气小间内设局部等电位联结板，与电缆桥架、钢管、结构钢筋网可靠连接，增强电磁防护；所有配电设备均采用金属外壳可靠接地。

③弱电工程中，对于传输链路上的产品及机房产品采取屏蔽措施，降低设备受外界及外界设备受本系统的干扰。

④减小通信设备如天线等设备辐射强度，达到环境及人体能接受的指标。

9）光环保

室内公共场所灯具采用防格栅高效灯具，根据选用光源的平均亮度，确定灯具应具有遮光角，防止眩光。

室外照明灯具采用半截光灯具，灯具安装高度不低于 3m，并合理配置灯杆位置、光源、灯具和照明方式，符合 CIE/TC5-12 相关标准。

（3）配电设备

1）配变电设备选择：变压器、高低压开关柜等变配电设备选用节能型产品。三相配电变压器应选用 D，yn11 结线组别的干式变压器，并应选用节能环保型、低损耗、低噪声、自带强迫通风装置的节能产品。

2）电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。

3）设计中合理选用高效电动机、交流变频调速装置、软启动器装置，节电型低压电器等节能电气设备。

4）合理设计供配电系统及线路，低压配电供电距离小于 150 米，减少系统及线路上的电能损耗。

5）供电进线处功率因数不应低于 0.95，在负荷侧设无功补偿装置，无功补偿装置具过零自动投切的功能，并有抑制谐波和抑制涌流的功能。10kV 侧功率因数不小于 0.9。

（4）照明

1)各类房间或场所的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定的目标值。建筑室内照度、统一眩光值、一般显色指数等指标符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《建

筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的规定。

2) 照明光源采用 T5 直管型三基色荧光灯、LED 灯、紧凑型节能灯、金卤灯等为。T5 荧光灯、紧凑型节能灯采用高品质电子镇流器，提高功率因数，降低能耗。金卤灯采用节能型电感镇流器，带功率因数补偿装置，功率因数应达到 0.95 以上，镇流器应符合国家相关能效标准。

3) 选用直射光通比列高、控光性能合理，反射或投射系数高，配光特性稳定的高效灯具，灯具效率大于 60%。

照明控制根据功能要求采用分组、分区开关控制方式，控制方式与窗平行。楼梯间采用节能自熄开关。走道照明采用智能照明控制系统，按照时段和场景进行自动控制。

顶层采用光导照明系统。

4) 设置能耗监测系统，满足分类、分项计量的要求，并将监测数据上传至上一级数据中心。对电、燃气、水等建筑能耗进行分类计量；对照明、电梯、空调、给水排水等系统的用电能耗进行分项、分区计量。

5) 根据现行国家《智能建筑设计标准》GB50314 和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中所列举的各功能建筑的智能化基本配置要求，并从项目的实际情况出发，设有建筑智能化系统。

5.2.4.9 主要设备材料表及室外电气管网工程量表

表 5-15 主要设备材料表

序号	项目名称	单位	工程量	技术规格	参考选型	备注
1	10kV 高压配电柜	台	20	KYN-28-12		暂定
2	变压器	台	4	SCB14-NX2	2x250kVA	暂定
3	低压配电柜	台	24	GCS		暂定
4	动力配电箱	台	5	GBL		暂定
5	双电源配电箱	台	11			暂定
6	照明配电箱	台	5			暂定

7	应急照明分配电装置	套	3			暂定
8	35kV 高压配电柜	台	20	KYN-28-40.5		暂定
9	变压器	台	4	SCB14-NX2	2*31.5MVA+2*24MVA	暂定

表 5-16 室外电气管网工程量表

电气	项目	规格	长度（米）	材质
35kV	高压电杆	φ190-18M	40	混凝土预制
	高压架空线	2 × LGJ-300/40	4000.00	
弱电	弱电	C-PVC110+七孔梅花管	500	C-PVC
消防系统	消防系统	C-PVC110+七孔梅花管	500	C-PVC

5.2.4.10 弱电部分

本工程在主要出入口等位置设置视频监控系统，视频监控系统监控主机设置在设备间内。

本系统由摄像机，镜头，云台，防护罩，监视器，录像机多画面分割器，同步信号发生器，解码器组成。系统功能如下：

- （1）像分辨率不低于 200 万（1920x1080）像素，图像帧率不低于 60Hz： 30fps。
- （2）具备动态捕捉、逆光补偿、夜视、联网传输及断网重连功能。
- （3）具备协议字符叠加功能。
- （4）支持 H.264、H.265、Smart264、Smart265 等视频压标准。
- （5）摄像头供电采用交换机 POE 供电。
- （6）视频存储时间应满足当地安防部门的要求。

5.2.4.11 电气消防

- （1）设计依据

国家现行的有关规范、规程及相关行业标准及设计规范：

- 1) 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019

- 2) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014 (2018 版)
- 3) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 4) 《消防应急照明及疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- 5) 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017
- 6) 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014
- 7) 《民用建筑电气防火设计规程》XJJ068-2014
- 8) 《消防设施通用规范》GB 50036-2022
- 9) 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022

(2) 火灾自动报警及联动控制系统

① 消防系统的组成

- 1) 火灾自动报警系统；
- 2) 消防联动控制系统；
- 3) 紧急广播系统；
- 4) 应急照明系统；
- 5) 电气火灾监控系统；
- 6) 消防电源监测系统
- 7) 可燃气体探测报警系统
- 8) 消防直通对讲电话系统

注：火灾自动报警系统应与校区原有各系统兼容联动

② 消防控制室

本工程消防控制室设在一层。消防控制室有直接通往室外的出口。消防控制室的报警控制设备由火灾自动报警控制主机、联动控制台、CRT 显示器、打印机、紧急广播设备、消防直通对讲电话设备、电梯监控盘及电源设备等组成。

消防系统（含消防控制室内的火灾自动报警及控制设备、消火栓泵、喷淋泵、排烟风机、加压送风机等）、应急及疏散照明等按一级负荷进行消防配电，采用双路电源末端互投的方式配电。

消防系统利用单体综合接地装置作为其接地极，设独立引下线（BV-1x35mm²-PC40），要求接地电阻不大于 1 欧姆。

③ 火灾自动报警系统

本工程采用集中报警系统。

除面积小于 5m²的厕所、卫生间外，其他各房间均设置火灾探测器。在大厅、走道、消防电梯前室、配变电室、电缆竖井、消防监控室、办公室等场所内设置数码地址式感烟探测器；柴油发电机房设置感温探测器。

消防中心可接收感烟、感温、气体探测器的火灾报警信号，水流指示器、检修阀、压力报警阀、手动报警按钮、消火栓按钮的动作信号。

在每层电梯前室附近设置楼层显示复示盘。

④消防联动控制系统

1) 在消防控制室设置联动控制台，控制方式分为自动控制和手动控制两种。通过联动控制台，可以实现对消火栓、自动喷洒灭火系统、消防接力泵、防排烟风机、加压送风系统的监视和控制，火灾发生时自动切断相关区域一般照明及空调机组、通风机、动力电源。

2) 消火栓灭火系统：在消火栓箱内设置破玻璃报警按钮。当火灾发生时，可按下破玻璃报警按钮，启动消火栓泵，屋顶稳压泵自动停泵。并发出报警信号至消防控制室，同时消火栓泵运行信号反馈至消火栓处。

3) 喷洒灭火系统：自动喷洒灭火系统采用临时高压系统，在地下一层设置湿式报警阀，各层均设有水流指示器，当火灾发生，喷淋装置喷洒时，水流指示器动作，其动作信号馈送至消防中心，在联控盘及火灾复示盘上显示。同时，喷淋泵前的湿式报警阀开启，湿式报警阀后的压力开关动作，向消防主机报警。经消防主机确认即可启动喷淋泵。在消防控制室及水泵房均可以自动/手动控制喷洒泵的启、停，消防中心具有优先权。喷洒泵的运行状态及故障信号送至消防控制室，并在联控台上显示。喷洒泵启动时，屋顶稳压泵自动停泵。消防水池的最低水位报警信号送至消防控制室，在联控台上显示。

4) 防排烟系统：当发生火灾时，探测器报警信号送至消防中心，经确认后，可自动或在消防中心手动打开对应的排烟风机；当排烟系统温度超过 280℃ 时，排烟风道上的防火阀熔断，关闭排烟口，同时联动停止排烟风机，并将信号返回至消防中心；系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动。在消防中心能直接控制风机的启停。

5) 防火卷帘门：本工程卷帘门作防火分隔用，当卷帘门两侧的感烟探测器都报警时，防火卷帘门直接下降到底。在卷帘门的两侧应有警报装置，卷帘门应设熔片装置及断电后的手动装置。

⑤消防紧急广播系统

1) 在消防控制室设置一套火灾应急广播设备, 机组采用定压式输出。其他各单体建筑内设置消防广播功放设备。

2) 在每层的公共场所设置火灾应急广播扬声器, 消防控制室收到火灾报警信号后, 强行停止公共广播, 启动应急广播, 其控制程序为: 火灾发生时同时向全楼进行广播, 指挥疏散。

⑥消防直通对讲电话系统

在主要出入口、车库车道内、走廊内设置带火灾专用电话插口的手动报警按钮, 并在重要机房如电梯机房、变电所、柴油发电机房、通风空调机房、弱电各机房、排烟风机房、消防水泵房等处设消防专用电话分机(直通式)。消防中心联动控制台上设 119 火警专用电话机, 以便与城市消防部门报警联系用。在消火栓箱内设消火栓报警按钮。

⑦电梯控制

消防控制室在确认火灾后, 联动控制柜通过控制模块将信号送到客用电梯控制柜, 自动或手动强制客用电梯全部停于首层。消防电梯则自动转入消防状态, 供消防人员专用。

⑧消防应急照明系统

设置集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统

所有楼梯间及前室的照明以及变电所、消防中心、消防水泵房、防排烟机房、弱电各机房等场所均设置备用照明, 备用照明照度水平不低于正常照明的照度。其他公共场所应急备用照明按正常照明的 10%设置。

在大空间用房、走廊、楼梯间及其前室、电梯间及其前室、主要出入口等场所设置疏散应急照明, 采用集中控制型独立电源式智能应急疏散系统。选择 A 型节能光源的灯具, 光源色温不应低于 2700K。

标志灯的规格应符合下列规定:

- 1) 室内高度大于 4.5m 的场所, 应选择特大型或大型标志灯;
- 2) 室内高度为 3.5m~4.5m 的场所, 应选择大型或中型标志灯;
- 3) 室内高度小于 3.5m 的场所, 应选择中型或小型标志灯。

长度超过 20 米的内走道、疏散楼梯间、疏散通道、消防电梯厅及其前室、合用前室设置疏散照明; 疏散走道照度≥10lx, 楼梯间照度≥10lx; 切换时间≤5s, 持续供电时间≥90min。公共建筑主要出入口等人员密集场所应设疏散照明, 照度≥5lx, 持续供电时间≥90min。其中非火灾状态下, 系统主电源断电后持续工作时间不应超过 30min, 应急状态下, 持续工作时间不小于 60min。集中电源

的蓄电池组和灯具自带蓄电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间满足规范规定的持续供电时间≥90min。公共场所及楼梯间设置的应急照明及疏散指示照明系统事故时能强制点亮。

⑨防火门监控系统

防火门应由防烟分区内的两只独立的火灾报警探测器或一只火灾报警探测器及一个手动报警探测器的报警信号作为触发信号。

确认火灾后, 联动控制信号应由消防联动系统发出, 并由防火门监控器联动控制常闭防火门关闭。常开防火门仅反馈防火门的状态信号。

疏散通道上各防火门的开启、关闭及故障反馈信号均应反馈到防火门监控器上。

⑩电气火灾监控系统及消防电源监测系统

在配电室及末端配电箱设置多路模块和防火漏电探测器, 由防火漏电通讯总线引至消防控制室防火漏电监控主机。

在消防设备的供电线路末端配电箱内装设消防电源监控探测器及通讯模块, 由系统通讯总线将信号引至消防控制室消防电源监控主机。

⑪配电消防设计

1) 配电部分

本工程电源由中心变配电室内不同母线段提供两路 10kV 电源, 由分变配电室内不同变压器提供两路 0.4kV 电源至低压电源供电单体。

当市电无法满足一级负荷供电需求时, 本工程设置自备应急发电机作为应急电源, 当市电故障时, 发电机自动启动, 15 秒内达到供电状态。

所有消防用电设备, 包括排烟风机、火灾应急照明、疏散指示照明、火灾自动报警系统电源等, 均设双电源供电, 并在末端自动切换。

消防配电系统配电干线及分支干线选用 NG-A 隔离型矿物绝缘耐火铜芯电力电缆, 支线采用 WDZN-BJYA 类铜芯低烟无卤耐火交联聚乙烯绝缘阻燃耐火电线, WDZBN-YJY 沿电缆桥架敷设, 电缆桥架外应涂防火涂料, 分支线采用 WDZBN-BJY 型阻燃耐火塑料绝缘铜芯线穿金属管暗敷, 保护层厚度不小于 30mm, 明敷时, 采用金属管保护, 外涂防火涂料。

消防设备配电、报警、联动管线穿越防火分区时, 应设置防火封堵, 防火封堵的耐火时限应等同于结构材料。

2) 火灾自动报警系统接地

消防值班室接地利用共用联合接地装置，独立设引下线，采用 BV-1x25PVC25 引下与接地装置联结。

接地电阻不大于 1 欧姆。

3) 火灾自动报警系统布线

火灾自动报警系统的传输线路和 50V 以下供电的控制线路采用 300V/500V 的铜芯绝缘导线或电缆。

传输线路采用金属管或金属封闭线槽保护。

火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路、报警总线、消防应急广播、消防电话等线路采用耐火电线电缆。

暗敷线路敷设在非燃烧体的结构层内，保护层厚度不小于 30mm；明敷时，采用金属管或金属封闭线槽保护，表面做防火保护。

不同电压等级的线缆不应穿入同一保护管内，当合用同一线槽时，线槽内应有防火隔板分隔。

除报警总线外，不同防火分区的线路不穿入同一管内。

⑫气体（泡沫）灭火系统

1) 消防控制中心显示气体灭火控制系统的手动、自动工作状态。联动信号

2) 设置专用气体灭火报警控制器，联动控制关闭防护区域内的送排风阀门，停止通风和空调系统，关闭防火阀；启动声光报警装置；延时不大于 30 秒启动气体灭火装置。

3) 气体灭火防护区出口外上方设置火灾声光报警器，手动启动和停止按钮。

⑬可燃气体探测报警系统

1) 可燃气体探测报警系统应有可燃气体报警控制器、可燃气体探测器和火灾声光警报器等组成。

2) 可燃气体探测报警系统应独立组成，可燃气体探测器不应接入火灾报警控制器的探测器回路。

3) 设置可燃气体探测器，当探测器动作后，联动关闭燃气主管道速断阀（该部分由燃气公司负责实施），并开启事故风机排风。

4) 燃气计量等爆炸危险性场所内，所有电气线路及开关设备均按防爆做法设计做法详见国家标准图集《12D401-3》第 2-1~10 页。

5.2.5 通风与空气调节

5.2.5.1 设计依据

(1) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012

(2) 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017

(3) 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015

(4) 《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014

(5) 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014

(6) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

(7) 《消防设施通用规范》GB55036-2022

(8) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022

5.2.5.2 能源站通风

能源站属于工业制蒸汽长期运行，因此能源站考虑机械通风，换气次数按 6 次/计算。

5.2.5.3 电气配电室通风

厂区内的低压配电室、变频器室设有散热量较大的高压开关柜或干式变压器、变频器，设置机械排风设施，以满足室内设计温度不高于 40℃和换气次数不少于 6 次/h 的要求。

5.2.5.4 水处理间循环水泵房通风

化水车间设置自然进风，轴流风机机械排风系统，以排出室内有害气体，通风量按 12 次/h 换气计算。通风系统的电动机和通风机均为直联式、耐腐蚀结构和防爆型。

循环水泵房设置自然进风，轴流风机机械排风系统，通风量按 6 次/h 换气计

5.2.5.5 控制室与电子设备间通风

控制室和电子设备间设置自然进风，轴流风机机械排风系统，以排出室内余热，通风量按 12 次/h 换气计算。以满足室内设计温度和换气次数不少于 12 次/h 的要求。

5.2.5.6 其他建筑通风

其它凡有余热、余湿及有害气体产生的场所，均设置通风系统，通风量满足《小型火力发电厂设计规范》（GB50049—2011）的要求。

5.2.5.7 控制室、电子设备间空调

集中控制室、电子设备间采用分体式柜式空调机。

5.2.5.8 电气配电室空调

厂内所有设有干式变压器或高压变频器的配电装置房间全部设置分体式柜机空调。空调机选用单冷型，以保证配电室温度夏季不超过 35℃。

5.2.5.9 其他房间空调

其他凡对温度有要求的房间，均根据要求设置空调，空调装置采用风冷分体式空调机。

5.2.5.10 通风系统的设置部位及换气次数

（1）本项目内所有设备间、大焓差机组间及辅机间设置独立的排风系统，排风系统为平时通风及事故后排风，排风量按照换气 6 次/h 或 12 次/h，机械补风，补风量为排风量的 80%。

（2）配电室设置独立的排风系统，排风系统为平时通风及事故后排风，排风量按照换气 12 次/h，自然补风。

（3）风道穿过防火墙和楼板处采取封堵措施，供暖热水管穿过处设固定卡。

（4）风道穿越防火墙、机房、变配电等重要房间及垂直风道与每层水平风道交接处设置防火阀，其他通风空调风管防火阀关闭温度为 70℃。

（5）防火板封包局部进入防火邻区的通风管道上设 70℃关闭的防火阀。

送排风管道采用镀锌钢板风管，法兰连接。竖向设置的送风管道在独立的土建管井。

5.2.6 采暖

分布式制汽能源站采用热水供管网为热源，通过换热器为能源站采暖。

5.2.6.1 设计依据

（1）《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）

（2）《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012

（3）《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017

（4）《城镇供热管网设计标准》（CJJ/T34-2022）

（5）《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015

（6）《城镇供热直埋热水管道技术规程》（CJJ/T81-2013）

（7）《城镇供热系统安全运行技术规程》（CJJ88-2014）

（8）《热计量技术规程》JGJ173-2009

（9）《建筑机电工程抗震设计规范》 GB50981-2014

（10）《绿色建筑评价标准》 GB/T50378-2014

（11）《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

（12）《消防设施通用规范》GB55036-2022

（13）《建筑防火通用规范》GB55037-2022

主要气象资料：

采暖室外计算温度：－22.7℃；采暖室外平均温度：－5.9℃；全年采暖天数：158d。

5.2.6.2 主厂房采暖

散热供回水温度为 75/50℃。

（1）设计原则：主厂房采暖，按室内 5℃计算围护结构热负荷，计算时不考虑设备、管道的散热量。

（2）采暖热媒为 75℃/50℃的热水，由主厂房内换热机组接出。

（3）采暖设备选型、管材及连接方式：

①采暖设备

散热器选用成品散热器：GZSD-600 型，每片标准散热量（Δt=64.5℃）155W，每片实际散热量（Δt=44.5℃）96W，工作压力 1.0MPa。

②管材及连接方式：

散热器供暖系统干管及立管，热风幕供热系统管材，均采用热镀锌钢管，当管径 DN≥80，时连接方式为法兰连接；当 DN<80 时为丝扣连接。

③保温材料选择：

敷设在地下室、管沟的采暖管道刷防锈漆，保温材料采用：FGB 复合硅酸盐履带式管壳制品保温。保温厚度应按新 12N3-09 页，介质温度 80℃，燃气行选取。

④采暖支架采用抗震支架，符合《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 的要求。

（3）采暖计量和控制方式：

①本项目在锅炉房内设置热表计量。

②循环水泵采用变频水泵，可根据系统流量变化，进行变频调速，节约电能。

（4）采暖系统管材选择：

供暖供回水干、立管及明装供暖管道管道管径小于 DN100 采用内外壁热镀锌钢管丝扣连接，管径大于等于 DN100 采用无缝钢管焊接连接;室外直埋供暖管道采用高密度聚乙烯外保护管聚氨酯泡沫塑料预制保温管（内部无缝钢管无缝钢管）,焊接连接。供暖系统最高点设铜质自动排气阀，系统最低点应设泄水闸阀或丝堵。管径 DN50 及以上的阀门采用铸钢蝶阀材质；管径小于 DN50 的采用铜质球阀阀件。

（5）试压冲洗：

盘管隐蔽前必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。系统安装完毕后应进行压力试验，试验方法及控制标准参见《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242-2002 第 8.6.1 条相关规定。

5.2.6.3 其余建筑采暖

其余车辅助及附属生产建筑均根据规范要求设置相应的热水采暖系统，采暖系统的散热器选用美观、耐压易于清扫的钢管三柱型散热器。

5.2.6.4 厂区采暖热网

厂区采暖热网供热范围为本期各生产建筑、生产辅助及附属建筑。热水采暖管道的敷设方式采用枝状无补偿直埋，热水采暖直埋管道采用外保护层为高密度聚乙烯的聚氨酯预制保温管。

（1）供热管道管为直埋敷设，从本项目锅炉间直埋至单体内。

（2）供热管道管材均采用预制保温管，管道接口为焊接。管径≥DN219 采用螺旋焊接钢管；管径 D32-159 采用无缝钢管；管材公称压力为 1.6MPa。

（3）管道保温选用聚氨脂泡沫保温层，保护壳采用高密度聚乙烯。

保温层厚度及质量要求如下：

①高密度聚乙烯塑料外壳：密度：940～965kg/m；脆化温度<-50℃断裂伸长率：35%；耐环境温度开裂 F50≥200h；纵向回缩率：≤3%。

②聚氨脂硬质泡沫塑料：密度：60～80kg/m；抗拉：>200KPa 抗压强度：≥200KPa；导热系数：≤0.027W/（m.℃）；耐热性：120℃，同心度偏差：<±3mm；吸水性：<0.2kg/m；接头外观平整,树脂饱满。

（4）直埋管连接接口处保温应在管道安装完毕及强度试验合格后进行。管道接口使用聚氨脂发

泡时环境温度不低于 10℃。管道温度不超过 50℃。对 D219 以上不宜采用手工发泡。

（5）配件：热压制弯头最小弯曲半径为 1.5D；热弯弯头最小弯曲半径为 3D；冷弯最小弯曲半径为 4.0D。

（6）管沟管道防腐：管道除锈→刷防锈漆→包扎珍珠岩瓦块→镀锌铁丝→沥青油毡防潮层→外包镀锌铁皮保护层→刷面漆。

（7）基槽开挖至设计标高后应找平并对槽基进行清理，将沟中>50mm 粒径的石块等清理干净。

（8）砂垫层基础填 200 厚的中砂。除自然补偿弯管区外，直线管沟内胸腔部分可采用过筛原土回填。粒径不得大于 10mm，并分层夯实，密实度不小于 90%。管顶以上部分（200mm 以上）回填原土不得有垃圾杂物，并分层夯实，密实度不小于 95%。

（9）检查井采用钢筋混凝土结构，详国标图集 03R411-2 第 86-96 页，采用防水混凝土。

（10）检查井外壁做防腐处理，做法为刷环氧煤沥青漆面漆二道，底漆一道。

5.2.7 给排水设计

5.2.7.1 设计范围

室内、室外给排水及消防系统设计。

5.2.7.2 设计依据

- （1）《建筑给水排水设计标准》（GB50015—2019）；
- （2）《室外排水设计标准》（GB50014—2021）；
- （3）《建筑设计防火规范》（GB50016—2014（2018 年版））；
- （4）《锅炉房设计标准》（GB50041-2020；
- （5）《建筑给水排水与节水通用规范》（GB55020-2021；
- （6）《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021；
- （7）《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）；
- （8）《消防设施通用规范》（GB55036-2022）；
- （9）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140—2005）。

5.2.7.3 给水

（1）水源

本工程水源采用市政供水。

（2）用水量及水压

表 5-17 生活用水量

用水部位	用水标准	单位	数量	用水时间	变化系数	用水量（立方米）		
						最大日	最大时	平均时
车间工人生活用水	40.00	L/人·班	100	8.0	2.00	4.00	1.00	0.50
未预见水	按本表以上项目的 10%计					0.4	0.1	0.05
合计						4.4	1.1	0.55

（3）系统设置

本工程给水系统不分区，由生活给水管道直接供水。系统采用下行上给式的给水方式。

（4）管材及阀门

管材：给水干管、立管及支管给水管道均采用βPSP钢塑复合压力管（塑料层材质为βPP-R），管件为钢塑复合管件（要求内衬整体铜环或不锈钢环），连接方式采用电磁感应双热熔连接，要求压力管道压力等级达到2.0Mp，塑料给水管与热水器或热水炉直接连接时应有不小于0.4m金属管段过渡。

阀门：生活给水系统上在DN≤50mm者采用全铜质的截止阀，螺纹连接.DN>50mm者采用闸阀或蝶阀，法兰连接，工作压力为1.00MPa。

5.2.7.4 排水、雨水

（1）排水体制：室外合流、室内分流制

屋面排水为有组织排放，雨水经屋面汇流后经室内雨水管排至室外雨水管网中；室外场地雨、雪水就近排入绿化带内渗入地下补充地下水源；建筑内生活污水、废水通过排水管道系统排入院区室外排水管网，经化汇集后排入市政排水管道中。

（2）室内排水采用柔性接口机制铸铁管，承插连接。

5.3 电厂余热回收热泵站建设

5.3.1 建筑专业方案

5.3.1.1 概述

近期建设1座电厂余热回收热泵站，站内设置1台余热回收量7.0MW的吸收式热泵，通过电厂余热回收可以降低电厂供应热水的成本，此外还是保障供暖期电厂供热出力的必要手段。

本工程总建筑面积1521.4 m²，其中地上1521.4 m²，地下0 m²。地上1层（局部2层），地下0层，建筑总高度16.65m。

本项目在华电克拉玛依热电厂的东南侧、陆峰工贸有限公司旁建设1座电厂余热回收热泵站。具体电厂余热回收热泵站布置及各类热力输配管线路由见下图。



图 5-3 热泵站布置及各类热力输配管线路由

5.3.1.2 总平面设计

建筑在建筑布局、空间处理、建筑造型、立面和色彩上结合当地气候条件及建筑风格做到总体规划，屋面优先采用平屋面。在适用、经济的同时，创造统一、协调的建筑群体，以反映城市的精神面貌。

平面布局、空间处理、建筑造型、立面和色彩基调的统一考虑，使不同空间构成的厂区既分工明确，又不失相互联系；既有围合，又有相互穿插；既照顾到单体本身的功能要求，又兼顾其

外部环境的有机结合。做到动静分区明确，功能布局合理，空间处理上有收有放、有分有合、人流、车流组织有序。在平面布局及竖向层数上顾及到不同方位、不同角度的视线感觉。

建筑节能设计：根据《民用建筑热工设计规范》和气候条件，本工程处于严寒地区。主要满足冬季保温要求，根据地方节能标准按公共建筑类标准与暖通专业配合进行建筑节能设计。建筑物的设计与建造应依据国家、省、市有关规律、行政法规的有关规定采用节能型的建筑结构、材料、器具、产品和标准图纸。需要节能设计的建筑物均采用有效的隔热保温措施，各处门窗采用节能型且密封好的品牌产品，门窗玻璃采用真空隔热玻璃，尽量减少建筑能耗，改善建筑的热环境。外墙采用加气混凝土砌块，混凝土屋面。外窗采用单框两玻中空塑钢窗，建筑物热桥部位、外门窗口、雨篷均做 30 厚保温。

防火设计：消防设计贯彻“预防为主、防消结合”的方针。在总平面布置方面，严格执行《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014（2018 年版））规定的有关厂区内各生产、辅助、附属建筑物和构筑物的防火间距，厂区内各建筑物和构筑物之间设有行车道路和消防道路，形成环形路网（通道），便于消防车辆顺利到达各建构筑物。各建筑物根据其生产特点采取相应的耐火结构和防火措施。

场区绿化：场区内绿化需要满足以下几个方面
生态环保：吸附粉尘、净化空气、调节区域小气候。

安全美观：在满足安全生产要求的前提下，美化厂区环境，塑造现代化、整洁化的城市面貌。
功能实用：通过绿化进行区域划分引导人流与车流，并起到一定的隔离与防护作用。

经济易维护：选择适应性强、防病虫害本地植物，降低后期养护成本。

场区竖向设计：确保场地排水顺畅，无积水隐患，保障建筑基础、管沟及道路的安全满足消防车道对坡度的严格要求。确保与厂区外部道路、管线顺畅衔接。以创造最佳的场地排水组织为核心，合理确定场地的坡度、坡向和标高。结合自然地形和现状标高，尽量减少土方工程量，争取填挖方平衡降低工程成本整体协调，经济合理：与厂区整体的竖向规划相协调在满足功能和安全的前提下，力求设计经济合理，便于施工。

5.3.1.3 主厂房建筑设计

- （1）建筑设计执行标准
建筑设计应严格执行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版），妥善解决防火、防水、防尘、保温、防爆泄压及采光与通风等问题。
- （2）建筑物火灾危险性分类

根据《建筑设计防火规范》确定生产的火灾危险性为戊类。

- （3）建筑物耐火等级的确定
本设计依据《建筑设计防火规范》第 3.2.5 条确定耐火等级为二级，建筑物构件燃烧性能和耐火等级均应满足现行国家标准及规范的有关要求。

- （4）建筑结构安全等级
建筑结构的安全等级为二级，结构的设计工作年限为 50 年。

- （5）主厂房平面布置
主厂房由热网循环泵间、配电室、热泵间等组成。余热回收热泵站平面布置见附图。

- （6）主厂房内交通
主厂房内布置有纵向通道，可用于车辆进入及人员的通行。主厂房内任何工作点到最近安全出口的距离控制在 50m 内。

主厂房纵横与垂直的交通相互疏通，形成便利的交通网络，满足人员生产及安全疏散的要求。

- （7）主厂房通风与采光
主厂房通过厂房的高低侧窗自然通风与采光。仅有少量局部为人工照明。以自然采光为主，人工采光为辅。

- （8）主厂房防水
主厂房屋面均为有组织排水。

- （9）主厂房建筑立面
主厂房外墙主导颜色为乳白色，在绿地环绕的厂区内给人视觉以清新、和谐之感。立面造型要求能够满足工艺、结构等专业的需要，力求外观简洁明快。

- （10）主厂房建筑装修
主厂房运转层为细石混凝土楼面，配电室、控制室采用防静电楼面，其他无特殊说明楼地面为细石混凝土楼地面。内墙采用耐擦洗涂料，外墙喷涂料。

- （11）主厂房消防
 - 1）本工程属于戊类厂房，采用自然排烟，设置消火栓及灭火器，并设置火灾报警系统。消防控制室设置在首层（控制室兼消防控制室），并直接通向室外，面积 52.39 m²。
 - 2）防火、防烟分区及楼、电梯设置
本工程无地下层，地上部分设 1 个防火分区，防火分区面积为 961.4 m²，首层设 8 个安全出

口，局部二层（面积）。每个安全出口直通室外。所有房间均有直接采光通风；设 1 部封闭检修楼梯，靠外墙布置。

3）安全疏散及疏散距离

本建筑首层疏散宽度 14.8m，戊类厂房疏散距离不受限制。

4）建筑配件及构造

本工程防火隔墙采用 200 厚加气块，耐火极限≥3h，相邻的防火分区在防火隔墙上联系处采用甲级防火门或防火卷帘门，封闭楼梯间采用乙级防火门。

消防水泵房、空调机房、消防控制室及设备设甲级防火门。

（13）主厂房安全卫生

厂房内在楼面的所有洞口处、楼梯平台以及不伸至墙壁的楼板及平台四周均设置 100mm 高踢脚板的栏杆，以保证安全，在检修孔及起吊孔四周设置活动或固定栏杆，所有栏杆高度均不低于 1050mm。所有出口门上均设有出口标志，走道有标志导向出口。

5.3.2 结构专业方案

（1）设计依据

- 1）《工程结构通用规范》（GB55001-2021）
- 2）《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）
- 3）《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）
- 4）《钢结构通用规范》（GB55006-2021）
- 5）《砌体结构通用规范》（GB55007-2021）
- 6）《混凝土结构通用规范》（GB55008-2021）
- 7）《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB50068—2018）8）《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223—2008）
- 9）《建筑结构荷载规范》（GB50009—2012）
- 10）《建筑地基基础设计规范》（GB50007—2002）
- 11）《建筑抗震设计标准》（2024 年版）（GB/T50011—2010）
- 12）《混凝土结构设计标准》（2024 年版）（GB/T50010—2010）
- 13）《钢结构设计标准》（GB50017—2017）

14）《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）

15）《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107-2016）

16）《建筑轻质条板隔墙技术规程》（JGJ/T157-2014）

17）《蒸压加气混凝土墙板应用技术规程》（XJJ099-2018）

18）《砌体结构设计规范》（GB50003—2011）

19）《新疆维吾尔自治区实施国家 2010（建筑结构）系列规范细则》（XJJ012-2016）

20）国家现行的其他有关规范及规程

（2）主要技术数据

1）建筑物耐火等级二级

2）建筑结构的安全等级二级

3）结构设计使用年限 50 年

4）基本风压值 0.90KN/m²

5）基本雪压值 0.30KN/m²

6）季节性冻土标准冻结深度：1.8m。

（3）主要结构材料

混凝土：垫层 C20，其余 C30。

钢筋：HPB300 级，HRB400E 级。

钢材：H 型钢或焊接型钢、工字钢、角钢、槽钢等，材质 Q235B 或 Q355B；钢板 Q235B；

压型钢板为合金化镀锌板。薄壁型 C 型钢。其中支架用钢不得采用沸腾钢，并应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度、冷弯试验和硫、磷、碳含量的合格保证。

焊条：E43XX、E50XX 型。

墙体：框架填充墙标高±0.000 米以下墙体为 MU20 非黏土实心砖，标高±0.000 米以上墙体为加气混凝土砌块。

砂浆：±0.000 米以下 M10 水泥砂浆，±0.000 米以上 M7.5 混合砂浆，加气混凝土砌块用 M7.5 专用砂浆。

（4）结构方案

本工程根据工艺要求进行布置，在平立面、上下层及层高方面变化较大，规整性较差，荷载较大且分布较散，采用现浇钢筋混凝土框架结构与钢结构相结合的结构形式。楼板为钢筋混凝土

现浇楼板，大跨度屋面为单坡钢梁夹芯彩钢板屋面，其余屋面为钢筋混凝土现浇楼板。结构设计使用年限为 50 年。结构安全等级为二级。地基基础设计等级为丙级。基础形式采用独立基础。

（5）抗震措施

根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震特征周期值区划图》，克拉玛依区抗震设防烈度为 7 度，地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第三组。

5.3.3 工艺专业方案

5.3.3.1 建设原则

- （1）本项工程设计秉承高效、节能、环保的宗旨。
- （2）采用较成熟的新工艺、新技术、新材料，制定切实可行的技术方案，达到高效、节能、环保等要求。
- （3）在具体设计方案中，结合当地实际情况，采用适当的工艺系统，合理配置设备，实现自动化程度较高的运行管理模式。
- （4）依据现有资料，结合当地的规划发展，综合考虑近、远期的发展规模，为将来的发展预留充足的扩容空间。
- （5）充分利用电厂余热，合理设置吸收式热泵参数，提高热泵能效，降低运行费用。

5.3.3.2 余热回收泵站工艺设计

建设电厂余热回收热泵站，站内设置余热回收量 8.7MW 的吸收式热泵，以电厂冷再抽汽为驱动热源（12.5MW，折合 18t/h 抽汽量），利用吸收式热泵回收汽轮机乏汽（循环水）余热（8.7MW，折合 13.4t/h 乏汽量），制备热量约 21.2MW，利用现有热水管道，制备并供应 100℃/90℃热水作为制汽的基础能源。其作用有二：① 全年能够利用电厂发电后的乏汽（循环水）余热供热能力，为本项目获得更低成本的低碳热力提供重要前提；② 由于本项目承担了部分乏汽（循环水）散热冷却，相应可以减少电厂的冷却塔运行费用。

建设内容：新建电厂余热回收热泵站选址位于电厂南侧，站内设置第一类吸收式热泵（余热回收量 8.7MW）；充分利用广盛热网首站蒸汽管道，并新建蒸汽接引管道（由广盛供热首站至电厂余热回收热泵站），用于将华电克拉玛依热电厂汽轮机冷再抽汽（压力>1.0MPa）引至吸收式热泵；新建循环冷却水接引管道，用于将部分机冷塔循环水引至吸收式热泵；新建热网水接引管道（由广盛供热首站至电厂余热回收热泵站），用于将热网水引至吸收式热泵；此外，新建补充蒸汽接引管

道（由新疆克拉玛依油田电厂至电厂余热回收热泵站），用于将新疆克拉玛依油田电厂汽轮机补充抽汽（压力>1.0MPa）引至吸收式热泵。

新建电厂余热回收热泵系统流程图详见附图。

5.3.3.3 主要设备配置方案

电厂余热回收热泵站内的主要设备包括：1 台第一类吸收式热泵、1 台旋流型除污器、2 台热网增压泵、2 台循环冷却水增压泵，配套建设电气热控系统。

（1）水泵选型计算：

本工程热泵蒸发侧介质为高温热水，因此循环水泵选用清水泵，运行温度 T≤150℃，系统最高工作压力≤1.6MPa。

循环水泵的选择：

1）循环水泵的流量 G ：

$$G_h = \alpha \frac{3600Q_h}{c(t_s - t_r)}$$

式中： G_h 为采暖热负荷供热管网设计流量，t/h；

α 为管网漏损系数，取 1.15；

Q_h 为采暖热负荷，MW；

c 为水的比热容，4.1868kJ/（kg·℃）；

t_s 为热网供水温度

t_r 为热网回水温度

2）循环水泵的扬程 H ：

$$H = K_2 \cdot (H_1 + H_2 + H_3) + (30 \sim 50) \text{ kPa}$$

式中： K_2 为富裕系数，一般取 $K_2 = 1.15 \sim 1.20$ ；

H_1 为换热站换热系统内部的压力损失（包括换热器、除污器及管道等阻力），kPa；

H_2 为热力管网最不利环路的压力损失，kPa；

H_3 为最不利环路连接的用户内部系统的压力损失，kPa；

30~50 为计算附加裕量，kPa。

3）循环水泵，根据循环流量设置至少 2 台循环水泵，其中一台备用。循环水泵安装在热网

的回水侧。

水泵选型计算如下：

表 5-18 水泵选型

名称	符号	公式	数值	单位	备注
热网循环泵选型结果					
设计规模	Q 站设		40.10	MW	
循环流量	G 站循		985.14	t/h	
水泵台数	B		3.00	台	2 用 1 备
选型计算					
水泵理论流量	G 泵理	G 循/（B-1）	492.57	t/h	
水泵计算流量	G 泵计	G×1.2	591.08	t/h	
水泵计算扬程	H 泵计	板换 5 米+管路 3 米+ 热泵 5 米	13.00	mH2O	
选型结果					
水泵型号					
水泵流量	G		1302.00	m3/h	
水泵扬程	H		24.00	mH2O	
水泵功率	N		132.00	kW	
水泵承压	P		1.60	MPa	
水泵耐温	T		100	℃	

循环冷却水循环泵选型					
设计规模	Q 站设		16.50	MW	
循环流量	G 站循		2837.49	t/h	
水泵台数	B		4.00	台	3 用 1 备
选型计算					
水泵理论流量	G 泵理	G 循/（B-1）	945.83	t/h	
水泵计算流量	G 泵计	G×1.2	1135.00	t/h	
水泵计算扬程	H 泵计	热泵 10+管网	13.00	mH2O	
选型结果					
水泵型号					
水泵流量	G		1210.00	m3/h	
水泵扬程	H		42.00	mH2O	
水泵功率	N		185.00	kW	
水泵承压	P		1.00	MPa	
水泵耐温	T		100	℃	
冷凝水泵选型					
循环流量	G 站循		34.80	t/h	
水泵台数	B		2.00	台	1 用 1 备
选型计算					

水泵理论流量	G 泵理	G 循/（B-1）	34.80	t/h	
水泵计算流量	G 泵计	G×1.2	41.76	t/h	
水泵计算扬程	H 泵计	管网	13.00	mH2O	
选型结果					
水泵型号					
水泵流量	G		51.00	m3/h	
水泵扬程	H		46.00	mH2O	
水泵功率	N		11.00	kW	
水泵承压	P		1.00	MPa	
水泵耐温	T		100	℃	
凝结水箱					
名称	符号	公式	数值	单位	备注
基本数据					
凝结水量	G 软		34.80	t/h	
设备台数	B		1.00	个	
水箱理论容积			23.20	m3	按 40min 计算
选型结果		密闭型			
水箱规格		4000×3000×3000			装配式密闭水箱
水箱公称容积			36.00	m3	

水箱有效容积			30.00	m3	
--------	--	--	-------	----	--

本项目热水热网并入现状广盛一级供热管网，热网系统的补水及定压点均位于现状广盛电厂首站内，因此本项目不设置补水定压点。

（2）首站管径计算：

①计算基本参数

- 1）管道绝对粗糙度 $K=0.5\text{mm}$
- 2）设计经济比摩阻约 $30\sim70\text{Pa/m}$
- 3）冷凝侧设计供/回水温度为 $50^{\circ}\text{C}/45^{\circ}\text{C}$ （电厂运行温度）
- 4）蒸发侧（一级热网）设计供/回水温度为 $100^{\circ}\text{C}/90^{\circ}\text{C}$

②热网流量计算公式

循环水流量 G 按下式计算：

$$G_h = \alpha \frac{3.6Q}{c_p (t_2 - t_1)} t/h$$

式中：

Q 为计算热负荷，kW；

t_1 为热网回水温度，℃；

t_2 为热网供水温度，℃；

c_p 为热网水比热， $4.18\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

表 5-19 热网循环水参数

名称	热负荷	计算温差	计算流量	公称直径	管道外径	壁厚	管道内径	计算流速	摩擦系数	比摩阻
单位	kw	℃	G (t/h)	DN	dw (mm)	δ (mm)	di (mm)	v (m/s)	λ	R (Pa/m)

电厂循环水母管	16500.00	5	2838.00	800	820	8.00	804.00	1.66	0.017	28.39
一网母管	40100.00	35	985.31	500	529	7.00	515.00	1.41	0.019	35.47
冷凝水	-	-	34.80	125	133	4.50	124.00	0.86		

5.3.3.4 余热回收泵站主要设备材料表

新建电厂余热回收首站主要设备及配套材料汇总表如下：

表 5-20 新建电厂余热回收首站主要设备及配套材料汇总表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	吸收式热泵机组	制热量：17.1MW，余热量 7.0MW，电功率 30kW，额定压力 1.6MPa	台	1	成套设备
		驱动热源：180℃饱和蒸汽；机组配套抽真空装置			
		冷凝侧：110/80℃，热网供回水； 蒸发侧：50℃/45℃，电厂冷却水			
2	热网循环泵	中吸泵，Q=1810m³/h，H=200m	台	2	一用一备
		壳体承压：1.6MPa,耐温：130℃，变频			
3	冷却水循环泵	中吸泵，Q=1500m³/h，H=100m	台	3	两用一备
		壳体承压：1.0MPa,耐温：100℃，变频			
4	冷凝水回收泵	立式泵，Q=25m³/h，H=46m	台	2	一用一备
		壳体承压：2.5MPa,耐温：130℃，额定电压：380V			
5	闭式凝结水箱	装配式闭式水箱，V=36m³，	座	1	

		4000×3000×3000			
6	热网除污器	自动冲洗排污过滤器，DN500 PN16，直通式	台	1	
7	配电系统		项	1	
8	自控系统		项	1	
9	暖通及给排水		项	1	
10	站房土建	混凝土框架结构	m²	1070	
11	配套冷却水管网	预制直埋保温管 螺旋焊缝工作管 Φ820×8，聚乙烯外护管 Φ1055×9.9，聚氨酯保温	米	1500×2	
12	配套蒸汽管网	架空蒸汽管道 螺旋焊缝工作管 Φ273×7，硅酸盐保温，厚度 150mm	米	450	
13	配套一级热网	预制直埋保温管 螺旋焊缝工作管 Φ529×7，聚乙烯外护管 Φ710×7.2，聚氨酯保温	米	100×2	
序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	吸收式热泵机组	制热量：21.2MW，余热量 8.7MW，电功率 30kW，额定压力 1.6MPa	台	1	成套设备
		驱动热源：180℃饱和蒸汽；机组配套抽真空装置			
		冷凝侧：100℃/90℃，热网供回水； 蒸发侧：50℃/45℃，电厂冷却水			
2	热网循环泵	中吸泵，Q=1810m³/h，H=200m	台	2	一用一备
		壳体承压：1.6MPa,耐温：130℃，变频			
3	冷却水循环泵	中吸泵，Q=1500m³/h，H=100m	台	3	两用一备

		壳体承压：1.0MPa,耐温：100℃，变频			
4	冷凝水回收泵	立式泵，Q=25m³/h，H=46m	台	2	一用一备
		壳体承压：2.5MPa,耐温：130℃，额定电压：380V			
5	闭式凝结水箱	装配式闭式水箱，V=36m³，4000×3000×3000	座	1	
6	热网除污器	自动冲洗排污过滤器，DN500 PN16，直通式	台	1	
7	配电系统		项	1	
8	自控系统		项	1	
9	暖通及给排水		项	1	
10	站房土建	混凝土框架结构	m²	1070	
11	配套冷却水管网	预制直埋保温管 螺旋焊缝工作管 Φ820×8，聚乙烯外护管 Φ1055×9.9，聚氨酯保温	米	1500×2	
12	配套蒸汽管网	架空蒸汽管道 螺旋焊缝工作管 Φ273×7，硅酸盐保温，厚度 150mm	米	450	
13	配套一级热网	预制直埋保温管 螺旋焊缝工作管 Φ529×7，聚乙烯外护管 Φ710×7.2，聚氨酯保温	米	100×2	

5.3.4 电气专业方案

5.3.4.1 强电设计

- （1）设计依据
- 1）《供配电系统设计规范》GB50052-2009
- 2）《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）

- 3）《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024
- 4）《3~110KV 高压配电装置设计规范》GB50060-2008
- 5）《35kV-110KV 变电站设计规范》GB50059-2011
- 6）《20kV 及以下变电所设计规范》GB50053-2013
- 7）《低压配电设计规范》GB50054-2011
- 8）《通用用电设备配电设计规范》GB50055-2011
- 9）《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- 10）《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 11）《电力工程电缆设计标准》GB50217-2018
- 12）《智能建筑设计标准》GB/T50314-2015
- 13）《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012
- 14）《安全防范工程技术标准》GB50348-2018
- 15）《民用建筑设计通则》GB50352-2019
- 16）《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014
- 17）《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- 18）《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019
- 19）《建筑电气与智能化通用规范》GB55024-2022
- 20）《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
- 21）《民用建筑电气防火设计规程》XJJ068-2014
- 22）《消防设施通用规范》GB50036-2022
- 23）《建筑防火通用规范》GB55037-2022
- 24）《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019（2024 版）
- 25）《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011
- 26）《综合布线系统工程设计规范》GB50311-2016
- 27）《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008
- 28）《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021
- 29）《安全防范工程通用规范》GB55029-2022
- 30）《建筑工程设计文件编制深度规定》2016 版

(2) 设计范围

①本设计包括建设红线内的以下内容：

- 1) 10KV/0.4kV 配电系统
- 2) 动力配电系统
- 3) 正常照明与应急照明系统
- 4) 建筑物防雷、接地系统及安全措施

②电源设计分界

电源分界点为本工程配电室低压配电柜进线处。(10KV 电源由 110kV 炼 II 变引来)

(3) 配电系统单线图

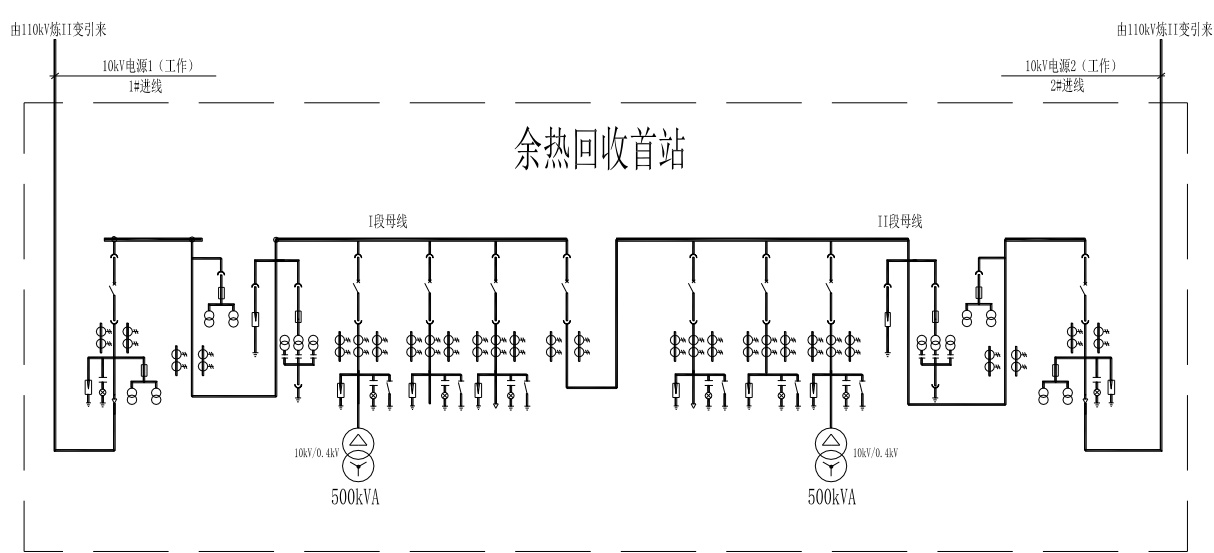


图 5-4 配电系统单线图

(4) 10kV/0.4kV 配电系统

①负荷等级

本工程为二级负荷用电单位，其中火灾自动报警、消防设备及应急照明等的用电负荷为二级消防负荷，吸收式热泵机组、热网循环泵、冷却水循环泵为二级非消防负荷；除上述负荷以外的其他一般照明及其他电力负荷均为三级负荷。

②负荷容量

余热回收首站负荷如下：

表 5-21 余热回收首站负荷

TM1#变压器负荷：							
干线序号	工作组名称	安装容量 Pe(kW)	需用系数 Kx	有功负荷 Pjs(kW)	功率因数 cosφ	tagφ	无功负荷 Qjs(kVar)
WPM3	冷却水循环泵 1	250.00	1.00	250.00	0.80	0.75	187.50
WPM4	冷却水循环泵 2	250.00	1.00	250.00	0.80	0.75	187.50
WPM6	冷凝水回收泵	6.00	1.00	6.00	0.80	0.75	4.50
WPM7	采暖换热机组	6.00	1.00	6.00	0.80	0.75	4.50
	合计	512.00		512.00	0.82	0.71	384.00
	同时系数			1.00			1.00
				512.00	0.80	0.75	384.00
	功率因数补偿						240.00
进线	低压侧合计	512.00	0.90	512.00	0.96	0.28	144.00
	变压器选择(kVA)	800					
	变压器利用率	0.66					
TM2#变压器负荷：							
干线序号	工作组名称	安装容量 Pe(kW)	需用系数 Kx	有功负荷 Pjs(kW)	功率因数 cosφ	tagφ	无功负荷 Qjs(kVar)
WPM1	热泵机组	30.00	1.00	30.00	0.80	0.75	22.50
WPM2	热网循环泵	90.00	1.00	90.00	0.80	0.75	67.50
WPM5	冷却水循环泵 3	250.00	1.00	250.00	0.80	0.75	187.50

WLM1	设备间照明	55.00	1.00	55.00	0.85	0.62	34.09
WLM2	设备间排风机	55.00	1.00	55.00	0.85	0.62	34.09
WLM3	锅炉控制室	15.00	1.00	15.00	0.85	0.62	9.30
WLM4	控制室	15.00	1.00	15.00	0.85	0.62	9.30
WLM5	电子设备间	15.00	1.00	15.00	0.85	0.62	9.30
XPEM1	配电室照明	15.00	1.00	15.00	0.85	0.62	9.30
	合计	540.00		540.00	0.82	0.71	382.86
	同时系数			1.00			1.00
				540.00	0.82	0.71	382.86
	功率因数补偿						240.00
进线	低压侧合计	540.00	0.90	540.00	0.97	0.26	142.86
	变压器选择(kVA)	800					
	变压器利用率	0.70					

10kV 配电装置室：本工程拟在首层设高低压配电室。计算机系统用电按要求另自备 UPS 电源。

③供电电源及电压等级

本项目由市政引来双回 10kV 电源，双回电源同时工作，互为备用。10kV 电缆采用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套金属铠装电力电缆，穿管埋地引入至本工程配变电室。

④10kV 配电系统

- 1) 本工程普通用电 10kV 配电系统为单母线分段系统。
- 2) 10kV 配电系统进线采用隔离单元，变压器出线采用真空断路器，配置氧化锌避雷器作为操作过电压保护。10kV 配电柜采用 KYN28 金属铠装中置式手车配电柜。
- 3) 变压器采用 SCB14-NX2 型干式变压器，设强制风冷系统，接线组别为 D,Yn11，保护罩防

护等级为 IP30。

- 4) 10kV 继电保护及信号设置：变压器出线设置过流、速断、零序保护；设置变压器高温报警、超高温跳闸保护。
- 5) 10kV 断路器采用永磁操作机构，操作电源采用 220V 直流电源。
- 6) 10kV 电缆采用 ZR-YJV22-8.7/15kV 电缆埋地套管引入。
- 7) 10kV 配电系统设置高压计量装置。

⑤0.4kV 配电系统

- 1) 本工程低压配电系统采用单母线分段系统。
- 2) 低压断路器要求运行开断能力在 65kA 以上，部分回路设置分励脱扣器与消防系统联动。
- 3) 低压主进断路器设置过载长延时、短路短延时脱扣器，馈线断路器设置过载长延时和瞬时脱扣器。框架断路器采用电子脱扣器，塑壳断路器采用热磁断路器。
- 4) 低压配电柜采用 GCS 型抽屉式配电柜。
- 5) 低压配电系统根据建设单位要求分区、分功能设置电能管理平台，为建筑能源管理提供基础数据。

- 6) 低压配电系统设置集中无功功率补偿方式，采用自动补偿装置，要求功率因数不小于 0.95。

⑥动力配电系统

- 1) 对于容量较大的负荷或重要负荷采用放射式配电，对于一般设备采用放射式与树干式结合的混合方式配电。
- 2) 消防动力干线采用专用线路供电，末端互投；干线电缆采用 NG-A 隔离型（柔性）矿物绝缘耐火电缆，支线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘阻燃耐火导线 WDZN-BJY。
- 3) 非消防动力干线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃电缆 WDZ+-YJE，支线采用低烟无卤交联聚乙烯绝缘阻燃导线 WDZ-BYJ，阻燃等级不低于 B 级。二级非消防负荷在适合位置设置双电源互投。
- 4) 低压电缆由配变电室沿电缆槽盒敷设至用电点或电气竖井。
- 5) 本工程消防动力设备小于 15kW 的电动机采用直接启动方式；15kW 以上电机采用降压启动方式。消防动力在消防控制室设置手动控制起停，控制电压为直流 24V。消防控制设备的控制箱（柜）设置“消防”标志，并符合消防规范要求。潜水泵的启停由液位计自动控制，并设置声

光报警。

- 6) 消防动力配电采用末端切换，非消防二级负荷配电在合适位置采用双电源转换装置。
- 7) 大型设备控制采用控制柜落地安装，公共场所安装配电设备距地不小于 1.5 米，电气设备间或电气管井内明装顶距地不大于 2.1 米。

5.3.4.2 照明系统

(1) 灯具选型

灯具是透光、分配和改变光源光分布的器具，包括除光源外所有用于固定和保护光源所需的全部零、部件及与电源连接所必需的线路附件。照明灯具可以按照使用光源、安装方式、使用环境及使用功能等进行分类。

1) 根据使用的光源分类，主要有荧光灯灯具、高强气体放电灯灯具、LED 灯具等，其分类和选型见下表：

表 5-22 灯具按光源分类对比

比较项目	灯具类型		
	荧光灯灯具	高强气体放电灯灯具	LED 灯具
配光控制	难	较易	较难
眩光控制	易	较难	较难
调光	较难	难	易

2) 根据灯具的安装方式分类，主要有吊灯、吸顶灯、壁灯、嵌入式灯具、槽灯、发光顶棚等，其分类和选型见下表：

表 5-23 灯具按安装方式分类对比

安装方式	吸顶式灯具	嵌入式灯具	悬吊式灯具	壁式灯具
特征	(1) 顶棚较亮； (2) 房间明亮； (3) 眩光可控制；	(1) 与吊顶系统组合在一起； (2) 眩光可控制；	(1) 光利用率高； (2) 易于安装	(1) 服亮壁面； (2) 易于安装和维护；

	(4) 光利用率高； (5) 易于安装和维护； (6) 费用低	(3) 光利用率比吸顶式低； (4) 顶棚与灯具的亮度对比大，顶棚暗； (5) 费用高	和维护： (3) 费用低； (4) 顶棚有时出现暗区	(3) 安装高度低 (4) 易形成眩光
适用场所	适用于低顶棚照明场所	适用于低顶棚但要求眩光小的照明场所	适用于顶棚较高的照明场所	适用于装饰照明兼作加强照明和辅助照明用

2) 根据灯具其特殊场所使用环境，可以分为多潮湿、腐蚀、火灾危险的场所使用的灯具，其分类和选型见下表：

表 5-24 灯具按使用环境分类对比

场所	环境特点	对灯具选型的要求	适用场所
潮湿场所	相对湿度大，常有冷凝水出现，降低绝缘性能，容易产生漏电或短路，增加触电危险	(1) 采用防护等级为 IP44 或 IPX4 的防水型灯具； (2) 灯具的引入线处严格密封； (3) 采用带瓷质灯头的开启式灯具	厨房、泵房
腐蚀性场所	有大量腐蚀介质气体或在大气中有大量盐雾、二氧化硫气体场所，对灯具的金属部件有腐蚀作用	(1) 腐蚀性严重的场所采用密闭防腐灯外壳由抗腐蚀的材料制成； (2) 对灯具内部易受腐蚀的部件实行密封隔离； (3) 应符合 GB 7000.1-2015《灯具第 1 部分：一般要求与试验》中 4.18 及录 L 的要求	如散发腐蚀性气体的化学房间等
火灾危险场所	有大量可燃物或发生火灾后极易蔓延的场所	(1) 灯具安装位置远离可燃物质； 火灾危险场所 有大量可燃物或发生火灾后极易蔓延的场所 (2) 防止灯泡火花或热点成为火源而引起火灾； (3) 固定安装的灯具，使用防护等级不低	如图书、资料

		于 IP4X 的灯具；有可燃粉尘或纤维的场所，使用防护等级不低于 IPSX 的灯具；有导电性粉尘的场所，使用保护等级不低于 IP6X 的灯具	
--	--	--	--

综上，根据本工程灯具的使用环境、使用功能及适宜的安装方式，各主要房间采用如下灯具形式：

表 5-25 各主要房间采用灯具

房间或场所	安装方式	防护等级
办公室	嵌入式灯具	IP40
设备间	吸顶式灯具	IP55 防潮型灯具

（2）光源选型

电光源按照其发光物质分类，可分为固态光源和气体放电光源 2 类，常见分类分别有弧光放电低气压荧光灯、固态光源半导体发光二极管（LED）。

1）荧光灯

荧光灯是应用最广泛、用量最大的气体放电光源。它具有结构简单、光效高、发光柔和、寿命长等优点。荧光灯的发热效率是白炽灯的 4~5 倍，寿命是白炽灯的 10-15 倍，是高效节能光源。荧光灯按其外形又可分为双端荧光灯和单端荧光灯。双端荧光灯绝大多数是直管形，两端各有一个灯头。单端荧光灯外形众多，如形、U 形、双 U 形、环形、球形、螺旋形等灯头均在一端。

2）LED 灯

半导体发光二极管（LED），利用固体半导体芯片作为发光材料，当两端加上正向电压时，半导体中的载流子发生复合放出过剩的能量，从而引起光子发射产生光。

LED 光源发光效率高。整灯光效目前达到 60~120lm/W。同样照度水平的情况下，理论上不到白炽灯 10%的能耗，LED 灯与荧光灯相比也可以达到 30%~50%的节能效果。使用寿命长，体积小，质量轻，环氧树脂封装，寿命可达 25000~50000h，可以大大降低灯具的维护费用。安全可靠，发热量低，无热辐射，属冷光源。有利于环保，为全固体发光体，不含汞。响应时间短，起点快捷可靠。防潮、耐低温、抗震动。调光方便，可结合控制技术、通信技术实现自动调光，满足节能和调节照（亮）度功能的需要。LED 光源尺寸小，为定向发光，便于灯具配套和提高灯具效

率。

荧光灯多用于家庭、学校、研究所、工业、商业、办公室、控制室、设计室、医院、图书馆等照明；LED 多用于电子显示屏、交通信号灯、疏散标志灯、建筑物夜景照明、装饰性照明、需要调光的场所的照明以及不易检修和更换灯具的场所等；

随着近年来节能要求的不断提升及 LED 技术的不断发展，基于节能、经济性、维护、应用灵活、环保健康，在职业院校常规使用环境中，LED 光源已逐步取代荧光灯，得到了大规模的应用和推广。本工程基于以上分析比较，确认照明光源采用 LED 光源。

（3）光源、灯具要求

1）一般场所采用 LED 照明灯具，色指数 Ra≥80，色温应在 4000K~5300K 之间。

2）开水间、卫浴间等潮湿场所，宜采用防潮型灯具。

3）门厅、等候区的统一眩光值（UGR）不应大于 19。

4）LED 灯具谐波含量应符合国家相关要求。

5）有精装修要求的场所视装修要求确定。光源显色指数 Ra≥80 色温应在 3300K~5300K 之间。

6）餐厅厨房采用专用的紫外线消毒灯具，其紫外线灯具开关应设置在厨房专间外，并设置明显标识，防止误开。

（4）照明设计

1）人员密集场所内照明回路采用两路不同电源供电。

2）走道、楼梯、等候区等公共场所的照明开关设置在值班室、服务台等处集中控制，并根据自然采光和使用情况分组、分区控制。

3）专用标识照明由专业单位完成设计。

4）照明功率密度值满足《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求。

（5）照度标准

按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求执行，标准如下：

表 5-26 照度标准

房间或场所	照度值（lx）	功率密度值（W/ m²）
设备间	200	4.0
办公室	300	6.5

（6）建筑物景观照明

本工程预留亮化照明用电负荷。

（7）照明配电系统

1）一般照明采用无卤低烟阻燃型电缆（WDZ-YJY-1kV），敷设于金属线槽内以放射式配电。走道照明、应急照明及疏散指示照明均采用两路电源以树干式配电并在末端互投。其中走道照明干线采用无卤低烟阻燃型电缆（WDZ-YJY-1kV）敷设于非消防线路防火金属线槽内，应急照明及疏散指示照明干线采用 NG-A 隔离型（柔性）矿物绝缘耐火电缆，敷设于消防线路防火金属线槽内。

2）照明、插座分别由不同的支路供电，除注明外照明支线 WDZ-BYJ-3x2.5mm² 穿 SC20 管敷设；插座支线 WDZ-BYJ-3x4mm² 穿 SC20 管敷设。

3）各插座支路均设置漏电保护装置。各层干线配电箱设置防火漏电保护报警设备，并与消防系统联动控制，确保用电设备安全可靠运行。

4）所有 I 类灯具及安装高度低于 2.4m 的灯具，均设置与相线同截面的 PE 线。

（8）智能照明控制系统

- 1）公共走道等面积较大的活动场所设置智能照明装置。
- 2）智能照明控制系统实现就地场景、时段、人工即时控制，后台统一控制，自动程序控制等功能。
- 3）现场控制器安装在就地照明配电箱内，采用总线控制技术。

（9） 配电室备用照明应不低于正常照明照度标准，餐厅公共区域的照度标准应不低于正常照明的 1/10，补充厨房专间的备用照明，其照度应不低于正常照明的 1/5。

（10）应急照明详消防专篇

5.3.4.3 供电电缆

（1）敷设方案比选

1）桥架敷设：适用于各类大型建筑、工业厂房及对电缆线路后期维护、扩容需求较高的场所。桥架在建筑物吊顶内、电气竖井、设备层等空间安装便捷，能充分利用建筑的立体空间，对电缆走向布局灵活，可有效避开其他管线干扰，方便电缆的整理、固定与检查，且散热条件相对较好，利于延长电缆使用寿命。

桥架选型依电缆数量、重量、外径等确定，槽式桥架密封性好，防灰尘、防干扰，常用于对防护要求高的弱电线路；梯式桥架通风散热优，适合大截面、数量多的强电电缆敷设。在跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处，需设置伸缩节，防止因建筑变形损坏桥架与电缆。

2）电缆井敷设：高层建筑（如公寓、办公楼）垂直供电的常用方式，利用建筑设计预留的电缆竖井，将电缆集中、有序地上下贯穿各楼层，节省空间且线路规整，对建筑整体美观影响小。电缆井相对封闭，可一定程度上屏蔽外界干扰，保障供电稳定性；与楼层配电箱衔接紧密，方便电力分配与管控。

3）建筑内暗敷设：广泛应用于住宅、酒店客房、精装办公区域等对室内美观要求极高场所。电缆暗敷于墙、地面、楼板内的预埋管或线槽中，不外露，保持室内空间整洁、美观，与装修配合紧密，提升整体空间品质；因有建筑结构保护，电缆安全性较高，受外力破坏几率小。在客房装修中，照明、插座等线路暗敷于墙内，配合墙面装饰材料施工，仅留插座、开关面板，营造高档舒适居住环境。

4）组合敷设方案：在大型综合性建筑（如医院、体育馆）中，不同功能区域用电需求多样、复杂，常采用组合敷设。例如，从配电室至强电竖井采用桥架敷设，保障大容量、集中供电及线路维护便利性；竖井内用电缆井敷设垂直分配电力；各楼层办公区等末端用电采用暗敷设满足美观与使用安全要求，充分发挥各敷设方式优势，优化整体供电系统。

综上，本工程房间功能丰富，水平向及竖向电缆密集，且使用人员多，需兼顾考虑检修维护、美观等因素，使用组合敷设方案能较好的满足建筑使用需求，故电缆敷设选择组合敷设方案。

（2）室内电缆材质和型号方案比选设计

1）材质比选

铜芯电缆

优势：导电性极佳，电导率仅次于银，相同截面下铜芯电缆载流量比铝芯高约 30%，电能损耗低，能有效提升供电效率；柔韧性好，便于弯曲、敷设安装，机械强度较高，耐腐蚀性强，使用寿命长，适用于对供电可靠性、稳定性要求严苛的关键设备、精密仪器供电，像医院手术室、

金融数据机房等场所。

劣势：成本高，铜材价格较贵，使得铜芯电缆整体造价大幅高于铝芯电缆，在大规模、长距离敷设且对成本敏感项目中需谨慎权衡。

铝芯电缆

优势：成本低，资源丰富，价格约为铜材 1/3 - 1/2，在长距离输电、大型工业厂房等大电量输送且预算有限场景具成本优势；重量轻，便于搬运、敷设施工，减轻建筑结构承载负担（尤其高层敷设）。

劣势：电导率低导致载流量受限，需增大截面满足相同载流需求；铝化学性质活泼，易氧化，尤其在接头处形成氧化铝膜增大接触电阻，影响供电稳定性，需特殊处理（如采用铜铝过渡接头），且机械强度低于铜芯，抗疲劳、抗拉伸性能欠佳。

2）型号比选

聚氯乙烯绝缘电缆（VV、VLV）

特点与适用：绝缘层采用聚氯乙烯材料，耐酸、碱、盐等化学腐蚀，防潮、防水性能良好，生产工艺成熟、成本适中，广泛应用于一般工业与民用建筑室内常温环境下照明、动力配电。如普通住宅、学校教室照明线路常用 VV 型铜芯聚氯乙烯绝缘电缆，VLV 型铝芯则用于对载流要求不超常规且预算有限区域。

局限：聚氯乙烯在高温下会释放有毒气体，长期过载或遇火灾时对人员安全、环境有潜在危害，阻燃性一般，不适用于人员密集、火灾危险性高场所核心供电线路。

交联聚乙烯绝缘电缆（YJV、YJLV）

特点与适用：绝缘层由交联聚乙烯制成，具有优异电气性能，绝缘电阻高、介质损耗小，载流量比聚氯乙烯绝缘电缆同规格提升约 20% - 30%；耐热性好，长期允许工作温度达 90℃，远超聚氯乙烯 70℃，短路耐受温度高，且阻燃、环保性能佳，燃烧时低烟、无毒，广泛用于高层、地下建筑、人员密集场所（商场、影院）等对安全、供电性能要求高区域强电、弱电供电。

局限：生产工艺复杂，成本高于聚氯乙烯绝缘电缆，对敷设环境要求稍高，在阳光直射、酸碱腐蚀性强户外环境需特殊防护。

阻燃、耐火电缆（ZR - YJV、NH - YJV 等系列）

特点与适用：在交联聚乙烯绝缘基础上，ZR - YJV 型添加阻燃剂，火灾时能有效阻止火焰蔓延、降低烟雾毒性，保障人员疏散逃生时间，用于消防电梯、应急照明、消防泵等消防设备供电；

NH - YJV 型具备耐火特性，在火灾高温下保持一定时间（如 90 分钟、180 分钟）正常通电，确保消防救援、关键控制指挥系统运行，是医院、数据中心、高层建筑避难层等防火重点区域必备电缆。

局限：因特殊性能要求，成本高，且生产、安装、维护需严格遵循规范，对施工工艺、接头处理精细度要求高，确保耐火、阻燃实效。

综上所述，考虑本工程使用功能丰富、使用人员密集、电负荷用量波动大，从安全性、经济性等方面综合考虑，非消防用电设备使用无卤低烟阻燃交联聚乙烯铜芯绝缘电缆，消防负荷使用矿物质绝缘电缆及无卤低烟阻燃耐火交联聚乙烯铜芯绝缘电缆。

5.3.4.4 防雷保护、安全措施及接地系统

（1）防雷保护

1）本工程最高建筑年预计雷击次数为 0.038 次/a；按第二类防雷措施设防，电子信息系统雷电防护等级为 D 级。

2）在楼屋顶设接闪带或利用建筑构筑物设置接闪杆作防直击雷的接闪器。接闪带设置在外墙外表面或屋檐的垂直面上，防雷网格不大于 10m×10m 或 12m×8m。屋顶所有金属构架、设备金属外壳均与屋顶接闪器可靠连接。

3）防雷引下线利用建筑物结构柱、剪力墙内的直径大于 16 的两根主筋绑扎上下连连接至地下室接地网。

4）建筑物内钢构架和钢筋混凝土的钢筋互相连接，结构圈梁钢筋每三层连成闭合回路，并与防雷引下线连接。外墙内外敷设的金属管道和金属物的顶端、底端，均与防雷装置连接。

5）接地网利用结构基础内钢筋网做自然接地体，预埋接地端子板作为引出接地装置预留。

6）防止闪电电涌侵入，电缆进出线在进出端将电缆的金属外皮、钢管等与电气设备金属、接地网可靠相连。

7）本工程设置三级电涌保护器。变压器高压侧设置避雷器，低压配电母线安装 I 级试验的电涌保护器，电子用电设备末端配电箱设置电涌保护器。电子信息系统室外线路为金属线或光缆时，在线路引入终端箱处分别设置 D1 类或 B2 类电涌保护器。

（2）接地系统

1）本工程设置分配变电室的单体低压配电系统采用 TN-C-S 接地系统；其余单体低压配电系统采用 TN-C-S 接地系统，电缆进线的中性线（N）和接地保护线（PE）在总配电柜后严格分

开不再相连。所有配电箱内 PE、N 线接地端子均分开设置。

2) 本工程防雷接地、配电系统接地、电气设备的保护接地、电梯机房、消防值班室、综合布线机房等的接地共用接地系统，要求接地电阻不大于 1 欧姆，实测不满足要求时，增设人工接地极。

3) 消防值班室等弱电设备用房的接地利用共用联合接地装置，独立设引下线，采用 BV-1x25 PVC25 引下与接地装置联结。安防控制室、建筑设备监控室、网络机房接地采用 BV-1x50 PVC32 引下与接地装置联结。

4) 建筑物内的电气装置做等电位联结（总等电位联结 MEB 及局部等电位联结 LEB）。电气装置内的 PE 保护线与接地干线，各种金属管路及建筑物的金属结构等互相联结。在强电竖井、弱电竖井内分别设一条-50x5 扁铜作接地干线，在各层平面设接地端子箱。在各实验室内设接地端子盒。将室内高度在 2.5m 以下的配电箱 PE 母排、电气装置的金属外壳及其他金属管道、金属窗框金属框架等均进行等电位联结。

（3）安全措施

1) 本工程配电室内设置总等电位联结装置，建筑物内保护干线、设备进线总管、建筑物金属构件进行联结，在浴室、卫生间、泵房等处，等各房间内设置辅助等电位端子箱 SEB。

2) 凡正常不带电而当绝缘破坏有可能呈现电压的一切电气设备金属外壳均应可靠接地。

3) 地下室利用所有结构基础梁、柱主筋，互相连通为基地网格，降低地下室地面或一层地面接触电压和跨步电压。防雷引下线在建筑主要出入口处设置防止跨步电压措施。

4) 强、弱电竖井内设专用接地铜排-40x4 并与接地装置可靠连接，竖井内每层设接地端子板。

5) 总电源进线应设置剩余电流动作保护，当剩余电流超过 300mA,电缆温度超过 70℃时报警。1.8 米及以下插座均应采用安全性，插座应设置漏电安全防护措施，剩余电流保护动作值为 30mA。

（4）建筑物防雷击电磁脉冲设计

1) 本工程电子信息系统雷电防护等级为 D 级。

2) 网络电源系统、有线电视引入端、电信引入端均设过电压保护装置。

5.3.4.5 电气机电抗震设计

（1）开关柜、配电及控制柜（屏）、直流屏等电气设备采取防柜（屏）内电器松动、滑动、倾倒、震脱等抗震措施。

（2）电气设备及装置安装采用的金属螺栓、预埋件和焊接强度满足抗震要求。

（3）电气设备安装满足以下要求：

1) 变压器等装置宜拆除滚轮，并采用地脚螺栓等方法固定在基础上，当采用滚轮及轨道时，其轨道型钢应设固定卡具。

2) 成列开关柜、配电及控制柜（屏）之间，应在重心位置以上采用螺栓连接成整体。

3) 柜（屏）间连接的硬母线、接地线等，在通过建筑物防震缝、沉降缝处，加设软连接。

4) 电气设备的支架应有足够的刚度和承载力。

（4）照明灯具的安装满足以下要求：

1) 吊灯不应采用软电线自身吊装；

2) 大于 0.5kg 的灯具采用吊链安装时，软电线宜编叉在吊链内，电线不应受力；

3) 灯具重量大于 3kg 时，应固定在螺栓或预埋吊钩上；

4) 高大空间学生活动场所的壁灯及吊灯宜设防护网或防护玻璃罩；

5) 吸顶和嵌入吊顶的灯具，可采用钢管作杆件固定在楼板上，且钢管内径不应小于 10mm，钢管厚度不应小于 1.5mm。

（5）内径不小于 60mm 的电气配管及重力不小于 150N / m 的电缆梯架、电缆槽盒、母线槽均进行抗震设防。

（6）配电导体、线路安装满足以下要求：

1) 采用硬母线敷设且直线段长度大于 80m 时，应每 50m 设置伸缩节；

2) 在电缆桥架、电缆槽盒内敷设的缆线在引进、引出和转弯处，应在长度上留有余量；

3) 在进口处应采用挠性线管或采取其他抗震措施，进户套管与引入管之间的间隙应采用柔性防腐、防水材料密封；

4) 电缆梯架、电缆槽盒、母线槽在抗震缝两侧应设置伸缩节，抗震缝的两端应设置抗震支撑节点并与结构可靠连接；

5) 当金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，其缝隙应采用柔性防火封堵材料封堵，并应在贯穿部位附近设置抗震支撑；金属导管、刚性塑料导管的直线段部分每隔 30m 应设置伸缩节；

5.3.4.6 室外线缆工程

随着建设的发展，新区建设正迅速进行，伴随着新区的开发建设，城市配电线路网络需要配套建设，以满足城市建设发展的需要，电缆线路一次性投资较多，施工周期也较架空线路长，但可以在同一路径上一次建成多回路电缆、光缆通道，节约用地，提高总体供电容量，且不影响景

观，因此在建设中电缆、光缆线路已经越来越多的被采用，尤其是在线路通道受限制的地方，电缆线路的优越性更能得到体现；电缆敷设的方式很多，如直埋敷设、排管敷设、电缆沟敷设等。

（1）方案比选

1）直埋敷设

直埋敷设施工简单，建造成本低，但存在电缆无法更换，电缆易受外力破坏，且敷设数量较少等负面因素；

2）排管敷设

排管敷设可以一次建成多路电缆、光缆通道，投资相比较电缆直埋高，比电缆管沟低，比较适合城市 10KV 配网线路、主干光缆线路敷设；

3）排管敷设

电缆沟敷设，可以一次性建成多通道，方便后期增容及维护，投资相对较高；

（2）方案确定

本次电力线路为 0.4KV 配网线路及运营商光缆，在本工程地下管网 0.4kV 线路采用 C30 混凝土包封 C-PVC-DN160 排管敷设方式，通讯线路采用 C30 混凝土包封 C-PVC110+七孔梅花管敷设方式。

5.3.4.7 室外道路照明

详市政专业文本中电气内容。

5.3.4.8 电气节能环保

（1）设计依据

- 1）《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325-2020
- 2）《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 版）

（2）电气

1）材料环保

2）电缆及导线选择：电缆及导线选用阻燃或耐火低烟无卤型，具有低烟、无卤、阻燃和耐高温的技术特性。

3）弱电工程全部线缆均采用低烟无卤的材料；低烟无卤材料不产生有害气体，燃烧时发热量少，不含重金属，不污染土壤，抗老化性能好。

4）高低压开关柜等配电设备选用环保型。

5）噪音环保

6）变配电设备选择：变压器选用 SCB14 系列干式变压器；高低压开关柜等配电设备选用环保型。

7）配变电室采取减噪措施，减小设备噪音对周围影响。

8）电磁敷设环保

①变压器采用 IP20 金属外壳，并作良好接地；配变电所结构构造钢筋网均应可靠连接，并接地，内部采用金属网格或金属板敷设，形成电磁屏蔽层。

②水平电缆桥架分段做电气跨接，两端做可靠接地。垂直桥架在电气小间内敷设，电气小间内设局部等电位联结板，与电缆桥架、钢管、结构钢筋网可靠连接，增强电磁防护；所有配电设备均采用金属外壳可靠接地。

③弱电工程中，对于传输链路上的产品及机房产品采取屏蔽措施，降低设备受外界及外界设备受本系统的干扰。

④减小通信设备如天线等设备辐射强度，达到环境及人体能接受的指标。

9）光环保

室内公共场所灯具采用防格栅高效灯具，根据选用光源的平均亮度，确定灯具应具有遮光角，防止眩光。

室外照明灯具采用半截光灯具，灯具安装高度不低于 3m，并合理配置灯杆位置、光源、灯具和照明方式，符合 CIE/TC5-12 相关标准。

（3）配电设备

1）配变电设备选择：变压器、高低压开关柜等变配电设备选用节能型产品。三相配电变压器应选用 D，yn11 结线组别的干式变压器，并应选用节能环保型、低损耗、低噪声、自带强迫通风装置的节能产品。

2）电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。

3）设计中合理选用高效电动机、交流变频调速装置、软启动器装置，节电型低压电器等节能电气设备。

4）合理设计供配电系统及线路，低压配电供电距离小于 150 米，减少系统及线路上的电能

损耗。

5) 供电进线处功率因数不应低于 0.95，在负荷侧设无功补偿装置，无功补偿装置具过零自动投切的功能，并有抑制谐波和抑制涌流的功能。10kV 侧功率因数不小于 0.9。

(4) 照明

1) 各类房间或场所的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 规定的目标值。 建筑室内照度、统一眩光值、一般显色指数等指标符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的规定。

2) 照明光源采用 T5 直管型三基色荧光灯、LED 灯、紧凑型节能灯、金卤灯等为。T5 荧光灯、紧凑型节能灯采用高品质电子镇流器，提高功率因数，降低能耗。金卤灯采用节能型电感镇流器，带功率因数补偿装置，功率因数应达到 0.95 以上，镇流器应符合国家相关能效标准。

3) 选用直射光通比列高、控光性能合理，反射或投射系数高，配光特性稳定的高效灯具，灯具效率大于 60%。

照明控制根据功能要求采用分组、分区开关控制方式，控制方式与窗平行。楼梯间采用节能自熄开关。走道照明采用智能照明控制系统，按照时段和场景进行自动控制。

顶层采用光导照明系统。

4) 设置能耗监测系统，满足分类、分项计量的要求，并将监测数据上传至上一级数据中心。对电、燃气、水等建筑能耗进行分类计量；对照明、电梯、空调、给水排水等系统的用电能耗进行分项、分区计量。

5) 根据现行国家《智能建筑设计标准》GB50314 和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中所列举的各功能建筑的智能化基本配置要求，并从项目的实际情况出发，设有建筑智能化系统。

5.3.4.9 主要设备材料表及室外电气管网工程量表

表 5-27 主要设备材料表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	10kV 开关柜	KYN-28	台	10	
2	变压器	SCB14-800kVA-NX2，	台	2	

		10kV/0.4kV，Uk=6.0%， ±2x2.5%，D/Yn-11，IP2X			
3	低压开关柜	GCS	台	13	
4	低压变频器	250kW、45kW、2.2kW	只	7	
5	动力配电箱	XGL	台	1	
6	照明配电箱	XLM301	米	4	
7	应急照明箱	(A 型)消防应急照明集中电源	米	1	
8	室外 10kV 电缆	ZR-YJV22-8.7/15kV-3x120	米	200	暂估
9	室内 0.4kV 电缆	WDZ-YJY-0.6/1kV-4x185+95	米	150	
10	室内 0.4kV 电缆	WDZ-YJY-0.6/1kV-4x120+70	米	50	
11	室内 0.4kV 电缆	WDZ-YJY-0.6/1kV-4x35+16	米	50	
12	室内 0.4kV 电缆	WDZ-YJY-0.6/1kV-5x16	米	300	

5.3.4.10 弱电部分

本工程在主要出入口等位置设置视频监控系统，视频监控系统监控主机设置在设备间内。

本系统由摄像机，镜头，云台，防护罩，监视器，录像机多画面分割器，同步信号发生器，解码器组成。系统功能如下：

- (1) 像分辨率不低于 200 万（1920x1080）像素，图像帧率不低于 60Hz：30fps。
- (2) 具备动态捕捉、逆光补偿、夜视、联网传输及断网重连功能。
- (3) 具备协议字符叠加功能。
- (4) 支持 H.264、H.265、Smart264、Smart265 等视频压标准。
- (5) 摄像头供电采用交换机 POE 供电。
- (6) 视频存储时间应满足当地安防部门的要求。

5.3.4.11 电气消防

- (1) 设计依据

国家现行的有关规范、规程及相关行业标准及设计规范：

- 1) 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019
- 2) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）
- 3) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- 4) 《消防应急照明及疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- 5) 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017
- 6) 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014
- 7) 《民用建筑电气防火设计规程》XJJ068-2014
- 8) 《消防设施通用规范》GB 50036-2022
- 9) 《建筑防火通用规范》GB 55037-2022

（2）火灾自动报警及联动控制系统

①消防系统的组成

- 1) 火灾自动报警系统；
- 2) 消防联动控制系统；
- 3) 紧急广播系统；
- 4) 应急照明系统；
- 5) 电气火灾监控系统；
- 6) 消防电源监测系统
- 7) 可燃气体探测报警系统
- 8) 消防直通对讲电话系统

注：火灾自动报警系统应与校区原有各系统兼容联动

②消防控制室本工程消防控制室设一层。消防控制室有直接通往室外的出口。消防控制室的报警控制设备由火灾自动报警控制主机、联动控制台、CRT 显示器、打印机、紧急广播设备、消防直通对讲电话设备、电梯监控盘及电源设备等组成。

消防系统（含消防控制室内的火灾自动报警及控制设备、消火栓泵、喷淋泵、排烟风机、加压送风机等）、应急及疏散照明等按一级负荷进行消防配电，采用双路电源末端互投的方式配电。

消防系统利用单体综合接地装置作为其接地极，设独立引下线（BV-1x35mm²-PC40），要求接地电阻不大于 1 欧姆。

③火灾自动报警系统

本工程采用集中报警系统。

除面积小于 5m²的厕所、卫生间外，其他各房间均设置火灾探测器。在大厅、走道、消防电梯前室、配变电室、电缆竖井、消防监控室、办公室等场所内设置数码地址式感烟探测器；柴油发电机房设置感温探测器。

消防中心可接收感烟、感温、气体探测器的火灾报警信号，水流指示器、检修阀、压力报警阀、手动报警按钮、消火栓按钮的动作信号。

在每层设置楼层显示复示盘。

④消防联动控制系统

1) 在消防控制室设置联动控制台，控制方式分为自动控制和手动控制两种。通过联动控制台，可以实现对消火栓、自动喷洒灭火系统、消防接力泵、防排烟风机、加压送风系统的监视和控制，火灾发生时自动切断相关区域一般照明及空调机组、通风机、动力电源。

2) 消火栓灭火系统：在消火栓箱内设置破玻璃报警按钮。当火灾发生时，可按下破玻璃报警按钮，启动消火栓泵，屋顶稳压泵自动停泵。并发出报警信号至消防控制室，同时消火栓泵运行信号反馈至消火栓处。

3) 喷洒灭火系统：自动喷洒灭火系统采用临时高压系统，在地下一层设置湿式报警阀，各层均设有水流指示器，当火灾发生，喷淋装置喷洒时，水流指示器动作，其动作信号馈送至消防中心，在联控盘及火灾复示盘上显示。同时，喷淋泵前的湿式报警阀开启，湿式报警阀后的压力开关动作，向消防主机报警。经消防主机确认即可启动喷淋泵。在消防控制室及水泵房均可以自动/手动控制喷洒泵的启、停，消防中心具有优先权。喷洒泵的运行状态及故障信号送至消防控制室，并在联控台上显示。喷洒泵启动时，屋顶稳压泵自动停泵。消防水池的最低水位报警信号送至消防控制室，在联控台上显示。

4) 防排烟系统：当发生火灾时，探测器报警信号送至消防中心，经确认后，可自动或在消防中心手动打开对应的排烟风机；当排烟系统温度超过 280℃ 时，排烟风道上的防火阀熔断，关闭排烟口，同时联动停止排烟风机，并将信号返回至消防中心；系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动。在消防中心能直接控制风机的启停。

5) 加压送风系统：在每层疏散楼梯间、电梯前室设置火灾时加压送风系统；在地下车库部分等地方设置火灾时补风系统。在封闭楼梯间、电梯前室设常开风口，当火灾报警后通过消防主

机打开电动风阀，并联动启动风机，当风温超过 70℃ 时，送风机风道上的防火阀熔断，关闭电动风阀，同时联动停止送风机，并将信号返回至消防中心，在消防中心能直接控制风机的启停。系统中任一常闭加压送风口开启时，加压风机、排烟风机、补风机自动启动。

6) 防火卷帘门：本工程卷帘门作防火分隔用，当卷帘门两侧的感烟探测器都报警时，防火卷帘门直接下降到底。在卷帘门的两侧应有警报装置，卷帘门应设熔片装置及断电后的手动装置。

⑤消防紧急广播系统

1) 在消防控制室设置一套火灾应急广播设备，机组采用定压式输出。其他各单体建筑内设置消防广播功放设备。

2) 在每层的公共场所设置火灾应急广播扬声器，消防控制室收到火灾报警信号后，强行停止公共广播，启动应急广播，其控制程序为：火灾发生时同时向全楼进行广播，指挥疏散。

⑥消防直通对讲电话系统

在主要出入口、车库车道内、走廊内设置带火灾专用电话插口的手动报警按钮，并在重要机房如电梯机房、变电所、柴油发电机房、通风空调机房、弱电各机房、排烟风机房、消防水泵房等处设消防专用电话分机（直通式）。消防中心联动控制台上设 119 火警专用电话机，以便与城市消防部门报警联系用。在消火栓箱内设消火栓报警按钮。

⑦电梯控制

消防控制室在确认火灾后，联动控制柜通过控制模块将信号送到客用电梯控制柜，自动或手动强制客用电梯全部停于首层。消防电梯则自动转入消防状态，供消防人员专用。

⑧消防应急照明系统

设置集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统

所有楼梯间及前室的照明以及变电所、消防中心、消防水泵房、防排烟机房、弱电各机房等场所均设置备用照明，备用照明照度水平不低于正常照明的照度。其他公共场所应急备用照明按正常照明的 10%设置。

在大空间用房、走廊、楼梯间及其前室、电梯间及其前室、主要出入口等场所设置疏散应急照明，采用集中控制型独立电源式智能应急疏散系统。选择 A 型节能光源的灯具，光源色温不应低于 2700K。

标志灯的规格应符合下列规定：

1) 室内高度大于 4.5m 的场所，应选择特大型或大型标志灯；

2) 室内高度为 3.5m～4.5m 的场所，应选择大型或中型标志灯；

3) 室内高度小于 3.5m 的场所，应选择中型或小型标志灯。

长度超过 20 米的内走道、疏散楼梯间、疏散通道、消防电梯厅及其前室、合用前室设置疏散照明；疏散走道照度≥10lx，楼梯间照度≥10lx；切换时间≤5s，持续供电时间≥90min。公共建筑主要出入口等人员密集场所应设疏散照明，照度≥5lx，持续供电时间≥90min。其中非火灾状态下，系统主电源断电后持续工作时间不应超过 30min，应急状态下，持续工作时间不小于 60min。集中电源的蓄电池组和灯具自带蓄电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间满足规范规定的持续供电时间≥90min。公共场所及楼梯间设置的应急照明及疏散指示照明系统事故时能强制点亮。

⑨防火门监控系统

防火门应由防烟分区内的两只独立的火灾报警探测器或一只火灾报警探测器及一个手动报警探测器的报警信号作为触发信号。

确认火灾后，联动控制信号应由消防联动系统发出，并由防火门监控器联动控制常闭防火门关闭。常开防火门仅反馈防火门的状态信号。

疏散通道上各防火门的开启、关闭及故障反馈信号均应反馈到防火门监控器上。

⑩电气火灾监控系统及消防电源监测系统

在配电室及末端配电箱设置多路模块和防火漏电探测器，由防火漏电通讯总线引至消防控制室防火漏电监控主机。

在消防设备的供电线路末端配电箱内装设消防电源监控探测器及通讯模块，由系统通讯总线将信号引至消防控制室消防电源监控主机。

⑪配电消防设计

1) 配电部分

本工程电源由中心变配电室内不同母线段提供两路 10kV 电源，由分变配电室内不同变压器提供两路 0.4kV 电源至低压电源供电单体。

当市电无法满足一级负荷供电需求时，本工程设置自备应急发电机作为应急电源，当市电故障时，发电机自动启动，15 秒内达到供电状态。

所有消防用电设备，包括排烟风机、火灾应急照明、疏散指示照明、火灾自动报警系统电源等，均设双电源供电，并在末端自动切换。

消防配电系统配电干线及分支干线选用 NG-A 隔离型矿物绝缘耐火铜芯电力电缆，支线采用 WDN-BJYA 类铜芯低烟无卤耐火交联聚乙烯绝缘阻燃耐火电线，WDZBN-YJY 沿电缆桥架敷设，电缆桥架外应涂防火涂料，分支线采用 WDZBN-BJY 型阻燃耐火塑料绝缘铜芯线穿金属管暗敷，保护层厚度不小于 30mm，明敷时，采用金属管保护，外涂防火涂料。

消防设备配电、报警、联动管线穿越防火分区时，应设置防火封堵，防火封堵的耐火时限应等同于结构材料。

2) 火灾自动报警系统接地
消防值班室接地利用共用联合接地装置，独立设引下线，采用 BV-1x25PVC25 引下与接地装置联结。

接地电阻不大于 1 欧姆。
3) 火灾自动报警系统布线
火灾自动报警系统的传输线路和 50V 以下供电的控制线路采用 300V/500V 的铜芯绝缘导线或电缆。

传输线路采用金属管或金属封闭线槽保护。
火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路、报警总线、消防应急广播、消防电话等线路采用耐火电线电路。

暗敷线路敷设在非燃烧体的结构层内，保护层厚度不小于 30mm；明敷时，采用金属管或金属封闭线槽保护，表面做防火保护。

不同电压等级的线缆不应穿入同一保护管内，当合用同一线槽时，线槽内应有防火隔板分隔。除报警总线外，不同防火分区的线路不穿入同一管内。

- ⑫气体（泡沫）灭火系统
- 1) 消防控制中心显示气体灭火控制系统的手动、自动工作状态。联动信号
 - 2) 设置专用气体灭火报警控制器，联动控制关闭防护区域内的送排风阀门，停止通风和空调系统，关闭防火阀；启动声光报警装置；延时不大于 30 秒启动气体灭火装置。
 - 3) 气体灭火防护区出口外上方设置火灾声光报警器，手动启动和停止按钮。

- ⑬可燃气体探测报警系统
- 1) 可燃气体探测报警系统应有可燃气体报警控制器、可燃气体探测器和火灾声光警报器等组成。

- 2) 可燃气体探测报警系统应独立组成，可燃气体探测器不应接入火灾报警控制器的探测器回路。

- 3) 设置可燃气体探测器，当探测器动作后，联动关闭燃气主管道速断阀（该部分由燃气公司负责实施），并开启事故风机排风。

- 4) 燃气计量等爆炸危险性场所内，所有电气线路及开关设备均按防爆做法设计做法详见国家标准图集《12D401-3》第 2-1~10 页。

5.3.5 通风与空气调节

5.3.5.1 设计依据

- (1) 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012
- (2) 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017
- (3) 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015
- (4) 《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014
- (5) 《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2014
- (6) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
- (7) 《消防设施通用规范》GB55036-2022
- (8) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022

5.3.5.2 能源站通风

余热回收热泵站考虑机械通风，换气次数按 6 次/计算。

5.3.5.3 电气配电室通风

厂区内的高低压配电室、变频器室设有散热量较大的高压开关柜或干式变压器、变频器，设置机械排风设施，以满足室内设计温度不高于 40℃和换气次数不少于 6 次/h 的要求。

5.3.5.4 水处理间循环水泵房通风

化水车间设置自然进风，轴流风机机械排风系统，以排出室内有害气体，通风量按 12 次/h 换气计算。通风系统的电动机和通风机均为直联式、耐腐蚀结构和防爆型。

循环水泵房设置自然进风，轴流风机机械排风系统，通风量按 6 次/h 换气计

5.3.5.5 控制室与电子设备间通风

控制室和电子设备间设置自然进风，轴流风机机械排风系统，以排出室内余热，通风量按 12 次/h 换气计算。以满足室内设计温度和换气次数不少于 12 次/h 的要求。

5.3.5.6 其他建筑通风

其它凡有余热、余湿及有害气体产生的场所，均设置通风系统，通风量满足《小型火力发电厂设计规范》（GB50049—2011）的要求。

5.3.5.7 控制室、电子设备间空调

集中控制室、电子设备间采用分体式柜式空调机。

5.3.5.8 电气配电室空调

厂内所有设有干式变压器或高压变频器的配电装置房间全部设置分体式柜机空调。空调机选用单冷型，以保证配电室温度夏季不超过 35℃。

5.3.5.9 其他房间空调

其他凡对温度有要求的房间，均根据要求设置空调，空调装置采用风冷分体式空调机。

5.3.5.10 通风系统的设置部位及换气次数

（1）本项目内所有设备间、热泵间及辅机间设置独立的排风系统，排风系统为平时通风及事故后排风，排风量按照换气 6 次/h 或 12 次/h，机械补风，补风量为排风量的 80%。

（2）配电室设置独立的排风系统，排风系统为平时通风及事故后排风，排风量按照换气 12 次/h，自然补风。

（3）风道穿过防火墙和楼板处采取封堵措施，供暖热水管穿过处设固定卡。

（4）风道穿越防火墙、机房、变配电等重要房间及垂直风道与每层水平风道交接处设置防火阀，其他通风空调风管防火阀关闭温度为 70℃。

（5）防火板封包局部进入防火邻区的通风管道上设 70℃关闭的防火阀。

送排风管道采用镀锌钢板风管，法兰连接。竖向设置的送风管道在独立的土建管井。

5.3.6 采暖

余热回收热泵间采用热水供管网为热源，通过换热器为能源站采暖。

5.3.6.1 设计依据

- （1）《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）
- （2）《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012
- （3）《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017
- （4）《城镇供热管网设计标准》（CJJ/T34-2022）
- （5）《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015
- （6）《城镇供热直埋热水管道技术规程》（CJJ/T81-2013）
- （7）《城镇供热系统安全运行技术规程》（CJJ88-2014）
- （8）《热计量技术规程》JGJ173-2009
- （9）《建筑机电工程抗震设计规范》 GB50981-2014
- （10）《绿色建筑评价标准》 GB/T50378-2014
- （11）《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
- （12）《消防设施通用规范》GB55036-2022
- （13）《建筑防火通用规范》GB55037-2022

主要气象资料：

采暖室外计算温度：－22.7℃；采暖室外平均温度：－5.9℃；全年采暖天数：158d。

5.3.6.2 主厂房采暖

散热供回水温度为 75/50℃。

（1）设计原则：主厂房采暖，按室内 5℃计算围护结构热负荷，计算时不考虑设备、管道的散热量。

（2）采暖热媒为 75℃/50℃的热水，由主厂房内换热机组接出。

（3）采暖设备选型、管材及连接方式：

①采暖设备

散热器选用成品散热器：GZSD-600 型，每片标准散热量（Δt=64.5℃）155W，每片实际散热量（Δt=44.5℃）96W，工作压力 1.0MPa。

②管材及连接方式：

散热器供暖系统干管及立管，热风幕供热系统管材，均采用热镀锌钢管，当管径 DN≥80，时连接方式为法兰连接；当 DN<80 时为丝扣连接。

③保温材料选择：

敷设在地下室、管沟的采暖管道刷防锈漆，保温材料采用：FGB 复合硅酸盐履带式管壳制品保温。保温厚度应按新 12N3-09 页，介质温度 80℃，燃气行选取。

④采暖支架采用抗震支架，符合《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 的要求。

（3）采暖计量和控制方式：

①本项目在锅炉房内设置热表计量。

②循环水泵采用变频水泵，可根据系统流量变化，进行变频调速，节约电能。

（4）采暖系统管材选择：

供暖供回水干、立管及明装供暖管道管道管径小于 DN100 采用内外壁热镀锌钢管丝扣连接，管径大于等于 DN100 采用无缝钢管焊接连接;室外直埋供暖管道采用高密度聚乙烯外保护管聚氨酯泡沫塑料预制保温管（内部无缝钢管无缝钢管）,焊接连接。供暖系统最高点设铜质自动排气阀，系统最低点应设泄水闸阀或丝堵。管径 DN50 及以上的阀门采用铸钢蝶阀材质；管径小于 DN50 的采用铜质球阀阀件。

（5）试压冲洗：

盘管隐蔽前必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。系统安装完毕后应进行压力试验，试验方法及控制标准参见《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242-2002 第 8.6.1 条相关规定。

5.3.6.3 其余建筑采暖

其余车辅助及附属生产建筑均根据规范要求设置相应的热水采暖系统，采暖系统的散热器选用美观、耐压易于清扫的钢管三柱型散热器。

5.3.6.4 厂区采暖热网

厂区采暖热网供热范围为本期各生产建筑、生产辅助及附属建筑。热水采暖管道的敷设方式采用枝状无补偿直埋，热水采暖直埋管道采用外保护层为高密度聚乙烯的聚氨酯预制保温管。

（1）供热管道管为直埋敷设，从本项目锅炉间直埋至单体内。

（2）供热管道管材均采用预制保温管，管道接口为焊接。管径≥DN219 采用螺旋焊接钢管；管径 D32-159 采用无缝钢管；管材公称压力为 1.6MPa。

（3）管道保温选用聚氨脂泡沫保温层，保护壳采用高密度聚乙烯。

保温层厚度及质量要求如下：

①高密度聚乙烯塑料外壳：密度：940～965kg/m；脆化温度<-50℃断裂伸长率：35%；耐环境温度开裂 F50≥200h；纵向回缩率：≤3%。

②聚氨脂硬质泡沫塑料：密度：60～80kg/m；抗拉：>200KPa 抗压强度：≥200KPa；导热系数：≤0.027W/（m·℃）；耐热性：120℃，同心度偏差：<±3mm；吸水性：<0.2kg/m；接头外观平整,树脂饱满。

（4）直埋管连接口处保温应在管道安装完毕及强度试验合格后进行。管道接口使用聚氨脂发泡时环境温度不低于 10℃。管道温度不超过 50℃。对 D219 以上不宜采用手工发泡。

（5）配件：热压制弯头最小弯曲半径为 1.5D；热弯弯头最小弯曲半径为 3D；冷弯最小弯曲半径为 4.0D。

（6）管沟管道防腐：管道除锈→刷防锈漆→包扎珍珠岩瓦块→镀锌铁丝→沥青油毡防潮层→外包镀锌铁皮保护层→刷面漆。

（7）基槽开挖至设计标高后应找平并对槽基进行清理，将沟中>50mm 粒径的石块等清理干净。

（8）砂垫层基础填 200 厚的中砂。除自然补偿弯管区外，直线管沟内胸腔部分可采用过筛原土回填。粒径不得大于 10mm，并分层夯实，密实度不小于 90%。管顶以上部分（200mm 以上）回填原土不得有垃圾杂物，并分层夯实，密实度不小于 95%。

（9）检查井采用钢筋混凝土结构，详国标图集 03R411-2 第 86-96 页，采用防水混凝土。

（10）检查井外壁做防腐处理，做法为刷环氧煤沥青漆面漆二道，底漆一道。

5.3.7 给排水设计

5.3.7.1 设计范围

室内、室外给排水及消防系统设计。

5.3.7.2 设计依据

- （1）《建筑给水排水设计标准》（GB50015—2019）；
- （2）《室外排水设计标准》（GB50014—2021）；
- （3）《建筑设计防火规范》（GB50016—2014（2018 年版））；
- （4）《锅炉房设计标准》（GB50041-2020；
- （5）《建筑给水排水与节水通用规范》（GB55020-2021；

- (6) 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）；
- (7) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）；
- (8) 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）；
- (9) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140—2005）。

5.3.7.3 给水

(1) 水源

本工程水源采用市政供水。

(2) 用水量及水压

表 5-28 生活用水量

用水部位	用水标准	单位	数量	用水时间	变化系数	用水量（立方米）		
						最大日	最大时	平均时
车间工人生活用水	40.00	L/人·班	100	8.0	2.00	4.00	1.00	0.50
未预见水	按本表以上项目的 10%计					0.4	0.1	0.05
合计						4.4	1.1	0.55

(3) 系统设置

本工程给水系统不分区，由生活给水管道直接供水。系统采用下行上给式的给水方式。

(4) 管材及阀门

管材：给水干管、立管及支管给水管道均采用 βPSP 钢塑复合压力管（塑料层材质为 βPP-R），管件为钢塑复合管件（要求内衬整体铜环或不锈钢环），连接方式采用电磁感应双热熔连接，要求压力管道压力等级达到 2.0Mp，塑料给水管与热水器或热水炉直接连接时应有不小于 0.4m 金属管段过渡。

阀门：生活给水系统上在 DN≤50mm 者采用全铜质的截止阀，螺纹连接.DN>50mm 者采用闸阀或蝶阀，法兰连接，工作压力为 1.00MPa。

5.3.7.4 排水、雨水

(1) 排水体制：室外合流、室内分流制

屋面排水为有组织排放，雨水经屋面汇流后经室内雨水管排至室外雨水管网中；室外场地雨、雪水就近排入绿化带内渗入地下补充地下水源；建筑内生活污水、废水通过排水管道系统排入院区室外排水管网，经化汇集后排入市政排水管道中。

(3) 室内排水采用柔性接口机制铸铁管，承插连接。

5.4 蒸汽管网供蒸汽方案设计

本项目建设内容为：新建 DN300-DN250 蒸汽管道 8.68km（中石油克拉玛依石化有限责任公司至各用汽企业）。及广盛供热至余热回收首站蒸汽管线。

建设原则遵循行业标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 以及 以下原则，以保证技术安全可靠，经济合理，维修方便。

- 1、本项目要与工业园区建设相结合，与生态保护和环境保护相结合， 建成功能齐全、安全卫生、环境友好的生产生活环境；
- 2、在条件具备的前提下，管线尽可能穿过负荷中心，并在满足使用 要求的同时尽量缩短管线长度，减少投资和运行费用；
- 3、尽量减少地上、地下建筑物的拆迁，以减少投资，加快工程进度；
- 4、近期和远期相结合，布局合理；
- 5、管网敷设应力求施工方便，工程量小；
- 6、最大化利用现状管网，减少热网投资建设费用，降低能耗，提高 管网输送效率；
- 7、消除隐患、确保安全运行。

5.4.1 供热型式

由于热负荷主要为生产热负荷，兼有少量的采暖负荷，故为满足生产由克石化热直供至各用汽企业。采暖用热负荷用热水管线输送至各用热企业。

5.4.2 供热介质

根据《供热工程项目规范》（GB55010-2021）、《城镇供热管网设计标准》（CJJ/T34-2022）、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）、《动力管道设计手册》、《建筑地基基础涉及规范》

(GB50007)等相关规范及用热企业生产所需蒸汽的温度压力，确定供热介质：过热蒸汽和低温热水；蒸汽管网设计温度为 350℃，设计压力为 2.5MPa。

5.4.3 管线敷设方案

本项目主要为高新区内各企业提供生产用蒸汽，建设地点位于工业园区，因此本工程确定供热管道敷设方式采用架空敷设及地埋敷设的方式：

- （1）神火电厂用地红线范围内：采用高架空及地埋方式，不影响厂区的交通及景观，便于检修；
- （2）市政红线范围内：采用低架空敷设，方便维修，投资小，过路采用直埋方式，不影响特种车辆进出。

5.4.4 蒸汽管道架空敷设

地面以上统称架空敷设，是工业生产装置管道敷设的主要方式具有便于施工，操作、检查、维修及经济等优点。

地上架空敷设按照支架高度不同，可分为三种：低支架、中支架及高支架。

- （1）低支架敷设
在山区建厂时，应尽量采用低支架敷设。管道可沿山脚、田埂、围墙等不妨碍交通和不影响工厂扩建的地段进行敷设。低支架敷设的管道保温层外表面至地面的净距一般不宜小于 0.3m。
低支架敷设时，当管道跨越铁路、公路时，可采用竖向几形管道高支架敷设，几形管道可兼作管道补偿器，并且在管道最高处设置弹簧支架和放气装置。低支架的材料有砖、钢筋混凝土等。低支架敷设是最经济的一种敷设方法。

- （2）中支架敷设
在人行交通频繁地段宜采用中支架敷设。中支架敷设时，管道保温层外表面至地面的距离一般不宜小于 2.5m。当管道跨越铁路或公路时，应采用形管道高支架敷设。

中支架的材料一般为钢材、钢筋混凝土、毛石和砖等，其中以砖砌和毛石结构最为经济。

- （3）高支架敷设
一般在交通要道和管道跨铁路、公路时，都应采用高支架敷设。高支架敷设时，管道保温层外表面至地面的净距一般为 5.0m 以上，距铁路轨顶净高为 5.5m 以上。

本项目架空敷设方式采用低架空敷设。

5.4.5 补偿方式

本工程新建管廊架部分优先采用方形补偿敷设方式，其优点是制造方便方形补偿器由管子煨制而成，尺寸较小的可用一根管子煨制，大尺寸的可用两根或三根管子煨制，加工工艺简单，不需要复杂的专用设备。相比于自然补偿（L 形、Z 形），方形补偿器能提供更大的热变形补偿量，适用于温差较大、管线较长的工况。方形补偿器在工作时对管道固定支架产生的轴向推力较小，降低了管道支架的承载要求，有利于管道系统的安全稳定运行。方形补偿器属于无活动部件的补偿结构，不像填料式补偿器那样存在填料磨损、泄漏等问题，因此运行可靠性高，不易发生故障。结构简单，无需更换填料等易损件，日常维护工作量小，维修成本低。与波纹补偿器等相比，方形补偿器造价低廉，经济性好。不存在泄漏风险，使用寿命长，安全性能优异，特别适用于对密封性要求高的管道系统。直埋敷设部分需要补偿处采用波纹管补偿器。

5.4.6 管材

本项目为新建蒸汽管道，蒸汽管网设计温度为 350℃，设计压力 2.5MPa，管网等级为 GC2 类，管网设计按照《压力管道规范—工业管道》（GB/T20801-2020）及《工业金属管道设计规范》GB50316-2000（2008 年版）执行。

- 1、管网管材的选用
管网管材的选用参照《石油化工管道设计器材选用规范》SH/T 3059-2012（2017 年复审版）及《压力管道规范—工业管道》（GB/T20801-2025）确定管道采用无缝钢管，材质为 20 钢。
- 2、弯头、大小头、三通和封头
管件材料的化学成分和机械性能应符合《钢制对焊管件技术规范》GB/T 13401-2017，牌号为：CF415。
弯管各项材质及加工质量要求与直管相同。
弯管应采用热煨弯管或压制弯管，不得采用斜切方法加工的煨制弯管。
弯管角度的偏差应补大于±0.5°。
弯管任何部位的壁厚应不小于直管公称壁厚。
保温弯管的设计、制造和检验必须符合《钢制对焊管件技术规范》GB/T 13401-2017 中的有

关规定。

弯头、大小头的设计、制造和检验必须符合《钢制对焊管件技术规范》GB/T 13401-2017 的规定。

弯头：一般采用压制对焊弯头,弯曲半径为 1.5D~10.0D,弯头成型后的壁厚应不小于直管壁厚。

大小头：采用钢制对焊无缝或钢板焊制大小头。大小头的材质应与管道管材一致。所有直埋敷设的大小头应为预制保温管件且管径变化应在两级以内。

3、管材壁厚的选择

由于本工程管网设计的承压能力等级为 2.5MPa，管径分别为 DN300、DN250、DN125、DN50，考虑架空敷设，其计算结果及壁厚选用如下表：

表 5-29 DN300 蒸汽管道壁厚计算表

DN	300.00	mm	公称直径
D0	325	mm	钢管外径
P	2.50	MPa	设计压力
[σ]t	101.00	MPa	基本许用应力
Ej	0.85		接头焊接系数
Y	0.40		系数
ts	3.98	mm	直管计算壁厚
C	2.45	mm	后附附加量之和
C1	1.20	mm	厚度减薄附加量
C2	1.25	mm	腐蚀或磨蚀附加量
tsd	5.86	mm	直管设计壁厚
t	8.00	mm	直管选用壁厚

表 5-30 管道壁厚选用表

序号	管径	工作压力	钢管材质	壁厚	备注
1	DN300	2.5MPa	20#	8.0mm	
2	DN250	2.5MPa	20#	7.0mm	
3	DN125	2.5MPa	20#	4.5mm	

5.4.7 管道附件、保温及防腐

1、阀门

为了保证管网中任何一处热用户户线、支线和支干线管发生故障需要维修时，降低对相邻的管线正常供热的影响，同时为减少管网检修时的泄水损失以及缩短补水时间，迅速恢复供热，在支干线、支线及各户线入口处均设置阀门。管网的总阀门设在热源厂内。

根据《城镇供热管网设计标准》（CJJ/T34-2022）规定：热水、蒸汽管网干线、支干线、支线线的起点应装设关断阀门；热水输送干线分段阀门的间距宜为 2000～3000 米；输配干线分段阀门间距宜为 1000～1500 米。

供热管网的关断阀和分段阀均应采用双向密封阀门。

阀门设置原则为：本项目为保证项目经济性、阀门开关严密性及阀门使用寿命，热网管径≤DN250 采用焊接闸阀。

2、疏水器

在蒸汽管道上必须设置疏水器，其作用是自动防止蒸汽泄漏而且迅速排出用热设备及管道中的冷凝水，保持蒸汽干燥，提高蒸汽利用效率。蒸汽管道疏水器设置位置：1.管道的最低点；2.被阀门切断的各管段的最低点；3.垂直升高的管道最低点。一般顺坡情况下每隔 400-500 米，逆坡时每隔 200-300 米设置启动疏水和经常疏水装置。

疏水器选型需注意事项：

- 1) 选择符合使用条件的形式。
- 3) 疏水阀前后压力之差，疏水阀必须在这种压差下打开。
- 4) 疏水阀能承受系统最高工作压力和最高工作温度，由此来确定疏水阀壳体的材质。

- 5) 为了符合使用条件，蒸汽疏水阀的安装方式要正确。
- 6) 疏水器选用热静力型疏水器，过冷度高，节能效果显著。

疏水器的选型和设置需根据实际的地形图及管线布置进行具体设计。

3、排气阀

在管道高点设置排气阀，排气阀从管道最高处接口，管径为 DN20，阀门选用截止阀，放空管配合蒸汽管道的放空。

2、管道保温及防腐

蒸汽管道保温必须符合国家标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）。保温材料的性能应符合设计要求，有产品合格证和检测单位签章的测定数据。蒸汽管道保温采用多层保温，且在蒸汽管道保温层外部应使用镀锌铁皮做保护层。本设计蒸汽管道保温材料选用硅酸铝纤维毡。

管道所有焊缝及现场保温管段，必须除锈清理污垢并做防腐处理后再做保温。

保温材料必须要妥善保管，禁止露天堆放，严防受潮。如果没有良好的防雨措施，室外的保温工程不得在雨天施工。保温层施工过程中未加保护层前，应考虑临时防潮和防雨淋。

保温应在管道强度试验或气密性试验合格后方能进行，在特殊情况下，管道保温允许在未经强度及气密性试验前进行，但应留出全部焊缝，并在焊缝两侧各留出一块保温块的长度(最小 250mm)，端面做防水处理，留出的保温段应在管道强度及气密性试验合格后及时施工。

管道在保温前均应做除锈处理，再刷 3 层防锈漆，采用环氧煤沥青涂料。

管道保温直线段大于 6m，应每隔 5~7m 留一条膨胀缝，间隙宽度 10~20mm，间隙之间填塞与所选主管保温厚度相同的岩棉。

所有热网管道及附件，应刷涂耐热、耐温、防腐性能良好的涂料，本工程选用环氧煤沥青管道防腐涂料。

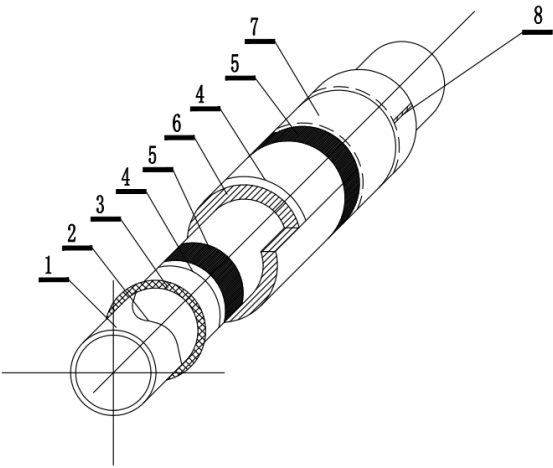


图 5-5 架空蒸汽道保温结构图

表 5-31 管道支架

序号	大分类		小分类	
	名称	用途	名称	用途
1	承重管架	承受管道荷载（包括管道自身荷载、隔热或隔声结构荷载和介质荷载等）	（1）刚性架	用于无垂直位移的场合
			（2）可调刚性架	用于无垂直位移，但要求安装误差严格的场合
			（3）可变弹簧架	用于有少量垂直位移的场合
			（4）恒力弹簧支架	用于垂直位移较大或要求支吊点的荷载变化不能太大的场合
2	限制性管架	用于限制、控制和约束管道在任一方向的变形	（5）固定架	用于固定点处不允许有线位移和角位移的场合
			（6）限位架	用于限制管道任一方向线位移的场合
			（7）轴向限位架	用于限位点处需要限制管道轴向线位移的场合

			(8) 导向架	用于允许有管道轴向位移，但不允许有横向位移的场合
3	减振架	用于限制或缓和往复式机泵进出口管道和由地震、风压、水击、安全阀排出反力等引起的管道振动	(9) 一般减振架	用于需要减振的场合
			(10) 弹簧减振器	用于需要弹簧减振的场合
			(11) 油压减振器	用于需要油压减振器减振的场合

1、管道滑动支座选用高效隔热滑动管托。导向支座选用高效隔热导向管托。固定支座选用高效隔热固定管托，弹簧支座选用高效隔热固定管托。支座管卡内相应位置的保温材料应为硬质保温材料。

2、固定支架与土建结构必须整体结合牢固，土建结构与土体结合牢固，当固定支架的混凝土强度没有达到设计强度等级时，不得与管道固定。

3、施工前先对地形高程进行实地测量，根据实际地形复核支架高度，管道坡度不得小于 0.003，且保证汽水同向流动。

4、所有外露钢构件除锈后刷两遍防锈漆。

5.4.8 管道试压、冲洗及质量验收标准

1、验收标准

- (1) 《工业金属管道工程施工规范》（GB 50235-2010）
- (2) 《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB 50184-2011）
- (3) 《压力管道规范 工业管道 检验与试验》（GB/T 20801.5）
- (4) 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》（GB 50236-2011）
- (5) 《工业设备及管道绝热工程施工规范》（GB50459-2008）

及其他相关法律法规。

2、蒸汽管道强度试验为水压试验，应在设备安装及管道接口保温前进行。
 $P_T=1.5P[\sigma]_T/[\sigma]_k=2.76MPa$ 强度试验压力 2.76MPa。试验时环境温度应≥5℃。应缓慢升压，待达到试验压力后，稳压 10min 再将试验压力降至设计压力，稳压 30min，应检查压力表无压降，管道所有部位无渗漏。强度试验应在设备安装及管道接口保温前进行。

2、蒸汽管道的冲洗应在试压合格后试运行前进行，采用蒸汽进行冲洗，并应符合以下要求：

- (1) 吹洗前，管道内应缓慢升温，恒温 1 小时后进行吹洗。
- (2) 吹洗用蒸汽的压力不大于管道工作压力的 75%。
- (3) 吹洗次数为两次，间隔时间为 2~4 小时。
- (4) 蒸汽管道的排污管、放气管在清洗结束前，应打开阀门用水清洗。
- (5) 管网清洗合格后，对可能存有脏污部位及沉积脏污的装置用人工加以清除。

4、试运行应在单位工程验收合格，管网试压合格，管网清洗合格后进行。试运行前，应编制运行方案，对试运行各个阶段的任务、方法、步骤、各方面的协调配合以及应急措施等均应作细致安排。在环境温度低于 5℃进行试运行时，应制定可靠的防冻措施。

5、无损检测

1) 焊接质量检验：管道焊接前应将管中的杂物清理干净，管道切口应与主轴垂直，偏差不得大于 5°，焊接表面不得有裂纹、气孔、夹渣及熔合性飞溅等缺陷，不得有漏焊、欠焊。

2) 焊口、焊缝探伤：焊接工艺应符合《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》（GB50236-2015）。管道手工焊缝应符合《承压设备无损检测第 2 部分：射线检测》（NB/T47013.2-2015）的规定，合格等级为 II 级。管道焊缝应按《压力管道工业管道第 5 部分：检验与试验》（GB/T 20801.5-2020）进行≥20%抽样比例进行无损检测，且不得少于 1 个环向对接接头。主管道检测要求详《压力管道技术特性及参数表》。管道射线检测技术等级为 AB 级。

5.4.9 蒸汽管道保温计算

表 5-32 蒸汽管道保温计算表

保温层厚度计算（控制外表面温度）		
管道外径(裸管外径)m	Do	0.325
设备或管道外表面温度℃	T	350
环境温度℃	Ta	25
假设保温层外表面温度℃	Ts	50

保温层内外表面平均温度℃	Tm	175
保温材料制品热导率 W/mk	λ	0.056
管道外的风速 m/s	ω	0
保温层外表面向大气的表面传热系数 W/m² k	α	11.63
	D1/Do×ln(D1/Do)=	0.20
	D1/DO	1.565
保温层外径 m	D1	0.66669
保温层厚度 m	δ	0.120345

经计算，DN300 蒸汽管道保温层厚度应≥160mm，本项目蒸汽管道厚度取值为 160mm，满足要求。

5.4.10 管道跨距计算

表 5-33 蒸汽管道跨距计算

DN	325	mm	公称直径
DW	0.95	m	钢管外径
B	0.0035	m	钢管壁厚
Dc	0.475	m	保温管外径
Bc	0.0005	m	保温外壳厚
q =	747.4147574	Kg/m	每米总重
q1=	81.135873	Kg	每米钢管重
q2=	31.78158065	Kg	每米保温重

q3=	698.060465	Kg	每米水重
δt=	95.1	MPa	管材在设计温度下的许用应力值
Et=	160000	MPa	管材在设计温度下的弹性模数
I=	116486.4738	cm4	管道的断面惯性矩
W=	2452.346817	cm3	管道断面抗弯矩
	刚度条件		
L'=	18.72640135	m	允许挠度 i=3.8cm(装置外)
L=	15.54644641	m	允许挠度 i=1.6cm(装置内)
	强度条件		
L=	12.48877331	m	δ=0.5*6t 的前提下

综上计算结果，本项目支架最大跨距选用为 12 米。

5.4.11 供热管道采暖方案设计

本工程管道采用直埋敷设，DN500 以下采用/补偿为主的冷安装方式、DN500 及以上采用/补偿为主的电预热安装方式，局部采用波纹管补偿器补偿，管道管顶埋深不小于 1.4m。

5.4.12 系统设计方案

通过对供热范围内目前及规划热负荷分析、热源供热参数、供热能力平衡分析、热网水力计算、运行工况分析、控制投资、减少运行热损失，运行安全可靠性等方面综合分析比较后，推荐系统总体方案设计为：

供热系统采用三级换热系统、远期多热源联网运行、枝状管网布置。

供热系统为双管闭式循环高温水供热系统。该系统主要由以下三部分组成，热源（新荣新热电厂、新建热源厂）、热力管网、隔压换热站、用户热力站。

根据热网水力计算分析,在一级网设计压力不高于 1.6MPa 的工况下,通过多热源联网运行，主热源满负荷长期运行，充分发挥能源的梯级利用，降低运行成本。供热量不足时，由大到小顺

序启动调峰热源，整个系统统一调度运行，满足区域安全可靠用热的要求。事故工况时，统一调度，均衡分配热量，满足用户要求。

5.4.13 热力网布置和敷设原则

- （1）满足规划、结合现状、综合考虑、降低投资
- 满足设计负荷的要求，热电厂作为区域供热的主热源，热源厂作为调峰热源，实现两个热源之间的联网运行。
- 充分利用 2 个热源的供热能力，统一调度联网运行，取消中间大型换热站，减少换热损失，减少投资。
- 充分利用现状管网和现有热力站的，减少改造费用，满足近、远期负荷需要，降低投资。
- （3）节能降耗，降低投资和运行成本
- 采用无补偿直埋敷设，减少补偿器和固定墩的设置，减少事故节点，减少施工周期，降低管网阻力损失，节能降耗，降低投资。
- （4）直埋敷设，关键节点，特殊设计
- 招标文件规定管网敷设采用直埋敷设方式，关键节点特殊处理。
- 直埋敷设与地沟敷设相比，具有造价低，使用寿命长，施工周期短、热损失小、维护工作量小、运行经济，虽然比架空敷设投资高，但不影响城市景观，对城市交通的影响相对较小，有利于城市规划。
- 穿越主要道路、河道及涵洞等特殊节点处，分别采用顶涵、预设管涵、架空等方式。
- 目前国内外关于热力网的敷设方式主要有四种形式：（1）架空敷设（2）地下管沟敷设（3）地下直埋敷设（4）城市综合管沟。

关于这四种敷设方式各有优缺点，针对本工程的具体特点和市规划局具体要求，通过技术经济比较，综合考虑热网的敷设方式。下面对热网的四种敷设方式作一下简要介绍。

- （1）架空敷设
- 架空敷设具有施工周期短，保温结构比较简单、维护管理方便，但架空敷设保温性能较差，外围护结构易损，因此常年维护管理费用较大，热损失较高，此外在道路两侧架空敷设，影响城市美观，不利于城市的规划发展和建设。
- （2）地下管沟敷设

管沟的敷设方式虽然能满足环保规划要求，但其防腐、保温性较差，热损失比较高，管网维护量大，运行成本高，施工周期长，施工过程对城市交通和居民日常生活影响很大。

- （3）直埋敷设
- 热水管网地下敷设时，规范规定应首先采用直埋敷设，直埋敷设与地沟及架空敷设相比，具有造价低，使用寿命长，施工周期短、热损失小、维护工作量小、运行经济，虽然比架空敷设投资高，但不影响城市景观，对城市交通的影响相对较小，有利于城市规划。近年来直埋敷设已成为国内外积极采用和日益推广的敷设方式。

- （4）城市综合管沟
- 城市综合管沟是城市建设的发展方向，有利于城市市政建设的发展，适宜地下管线的扩建，不影响交通，不破坏城市道路。但城市综合管沟对设计、施工以及日后的维护管理，要求较高，施工周期较长，且本工程管线单一，仅为供热管线，不适宜用综合管沟。

经过技术经济综合比较，本工程热网的敷设采用直埋敷设为主,局部辅以架空敷设。

热水热网用直埋保温管技术在国内已得到广泛应用，技术成熟，经分析比较，一次热网采用直埋敷设方式并采用预制直埋保温管。

一次热水管网采用直埋敷设，比管沟敷设经济，且不影响、不破坏城市整体布局和景观。对于二次热水管网主要也采用直埋敷设，对于居住区内部管网在市容允许的条件下适当考虑架空敷设，以降低二次网投资，有利于集中供热实施。

热水管网架空敷设管采用超细玻璃棉现场保温，外护镀锌铁皮，架空敷设采用有补偿敷设的方式，补偿装置采用压力平衡式波纹补偿器。

对于热水直埋管网，为减少补偿器的设置，减少泄漏点、减少地下高氯离子含量地区氯离子对波纹管补偿器造成的应力腐蚀，本工程热水管网主要采用无补偿冷安装直埋敷设方式。对直埋保温管的要求，热水预制直埋保温管道必须做到“三位一体”的结构形式，同时热水直埋管道敷设时，四周必须要有足够的土壤对管道形成束缚，以防管道竖向和侧向失稳，否则将对管网造成破坏。热水管网预制直埋管采用耐高温预制聚氨酯泡沫塑料作保温，其中三通、弯管、异径管及管道附件，应按国标 R403 图集规定预制保温层，对于预制的聚氨酯保温管及附件，必须具有出厂质量保证书和性能试验报告，应符合埋地钢质管道聚氨酯泡沫塑料防腐保温技术标准。

阀门检查井按主干管每相隔 2km 处设置一座，在主要分支处设置关断阀门井；根据地形及管网布置情况，按需要设置排气、泄、放水阀门井，大约每相隔 100~150m 左右设置一座。

直埋供热管道开槽及回填工程，应按有关规范执行。沟槽开挖的纵横断面应严格按设计要求施工。预制保温管安装前，沟底铺 200mm 厚的细砂或中砂，按设计要求平整、找坡，方可安装预制保温管。验收合格后，继续在管道四周充填中、细砂和回填土，管顶不小于 600mm，其中管顶部填砂厚度为 200mm，但不得小于 100mm。

5.4.14 间距要求

依据相关规范，直埋热水管道保温结构表面与建构筑物水平、垂直净距如下表所示。

表 5-34 直埋热水管道与建构筑物或其它管线最小距离（m）

建筑物、构筑物或管线名称		水平净距	垂直净距
建筑物基础	DN≤250	2.5	—
	DN≥300	3.0	—
铁路钢轨		钢轨外侧 3.0	轨底 1.2
电车钢轨		钢轨外侧 2.0	轨底 1.0
铁路、公路路基边坡底脚或边沟的边缘		1.0	—
通讯、照明或 10kV 以下电力线路的电杆		1.0	—
桥墩（高架桥、栈桥）边缘		2.0	—
架空管道支架基础边缘		1.5	—
高压输电线铁塔基础边缘 35kV～220kV		3.0	—
通讯电缆		1.0	0.15
电力电缆和控制电缆	35kV 以下	2.0	0.5
	110kV	2.0	1.0
燃气管道	燃气压力≤0.4MPa	1.0	0.15

建筑物、构筑物或管线名称		水平净距	垂直净距
	燃气压力≤0.8MPa	1.5	0.15
	燃气压力>0.8MPa	2.0	0.15
给排水管道		1.5	0.15
地 铁		5.0	0.8
电气铁路接触网电杆基础		3.0	—
乔、灌木（中心）		1.5	—

直埋管道埋深，按道路的性质、管道路由位置、管径和地下物探情况等条件综合考虑覆土深度。一般埋深≥1.5m。

5.4.15 热补偿方式

目前直埋热水管网采用的热补偿方式有两种：一种为有补偿方式，基本结构为设固定墩将管道分段，每段内设补偿器吸收管道的热膨胀量；另一种为无补偿敷设方式，基本原理为利用钢管本身在受力条件下具有的弹性特性和塑性变形特性来吸收管道升温后产生的热膨胀量，管道沿程不再设固定墩和补偿器。

热力管线无补偿直埋技术已应用多年，国家也已发布了相应的设计规程，该技术已日趋成熟。采用无补偿敷设，取消了补偿器，管线泄漏事故率大大降低；取消了大部分固定墩，土建工程量降低，方便施工，同时也降低了工程费用。

预热无补偿直埋方案，在管线安装过程中预热至 65℃左右固定，管道承受温差约 55℃，二次应力相对低很多，仅发生弹性变形，因此安全性较高。但对施工条件要求较高，不适宜在城市交通干道施工。

目前国内采用的管道预热方式多种多样，基本分为两大类：敞槽分段预热和设一次性补偿器整体预热。加热方式一般采用电加热或水加热。而本工程敷设在车行道下，不具备敞槽预热的条件，而一次性补偿器覆土预热需设临时热源，且预热时由于有覆土，预热效果不能得到保障，而对于本工程工期要求较短，且不具备预热所需的条件，因此不推荐采用预热方式。

为减少补偿器设置，减少泄漏点、减少地下氯离子含量高地区氯离子对波纹管补偿器造成的

应力腐蚀，本工程热水管网采用无补偿冷安装的直埋敷设方式。

对直埋保温管的要求，热水预制直埋保温管道必须做到“三位一体”的结构形式，同时热水直埋管道敷设时，四周必须要有足够的土壤对管道形成束缚，以防管道竖向和侧向失稳，否则将对管网造成破坏。特别注意当与热网管道平行敷设的其它市政管线施工开槽时，必须提醒热力管道主管部门，降压运行同时对热力网两侧采取保护措施，以防热力管道侧向失稳，免遭破坏。

综上所述，管网的安装设计应按“经济合理、安全可靠、技术先进”的原则，按应力分类法对整个系统进行分析和验算。直埋供热管道的失效方式主要包括两个方面：一是强度失效，二是稳定失效。大口径直埋供热管道只是在稳定性方面又增加了局部失稳及椭圆化变形两种失稳形式，针对这两种方式建立新的强度条件，并使之得到满足。对于直管段，进行按定性分析，主要是防止循环塑性破坏和失稳破坏；对于管网中的三通、弯头、异径管、折角等部件，主要是防止疲劳破坏。对于阀门主要是防止轴向应力过大而造成其内部结构部件的破坏。

本项目供热距离长，即使采用冷安装，也不可能实现全线无补偿，采用无补偿值埋敷设时，直管段按安定性分析，大管径管道的壁厚比标准壁厚有所增加，才能满足防止局部屈曲的强度要求。

在满足强度验算合格的情况下，优先采用无补偿安装，为保护弯头、折角、以及大的分支三通、主管网阀门等免遭疲劳破坏，适当设置补偿器。尤其是 DN1000 的超大管径，由于其使用聚乙烯作外护，其弯头的变形较大，而弯头的曲率半径受加工工艺和运输的限制，不宜过大，不能满足疲劳强度分析，必须采取保护措施，如设置固定墩和补偿器，限制其位移变形量。为减少轴向应力，在安装条件适宜时，可采用预热安装。

5.4.16 管网系统规模

运行压力≤1.6MPa，一条输送主干管线，支干成环。

多次进行现场勘查，确定主管线的布置和敷设方式。

5.4.17 直埋保温管道为三位一体的整体结构

聚氨酯直埋保温管的结构主要由以下三部分组成：工作钢管、保温层、外防护层，这三部分应为紧密地粘合在一起的整体结构，即保温管道在承受持续外载、内压和温度应力时，这三者应牢固地结合在一起，不允许发生保温材料与工作钢管之间的脱层，也不允许聚氨酯与外保护层之间脱壳，否则以下采用的设计方法将不适用。

如何实现预制直埋保温管的整体结构性能将是本项目今后重点研究和探讨的问题，在此提出我院的一些研究方法和设想。

我国目前虽然已有 DN1000、DN1200 聚氨酯预制直埋保温管安全运行多年的经验，而且实际运行的管网基本都未达到设计参数，也远未达到设计使用年限 30 年的实践检验，缺少对运行后的直埋保温管管及管件的检测。尤其是缺少大口径直埋保温管运行后的实测数据。因此本方案将对大口径高温热水直埋管道的保温结构形式进行重点研究和论证，以确保大型热网的安全、可靠运行，避免主管网发生结构性破坏。

大口径预制直埋保温管的保温层和外护管的制造工艺和加工方法，与管网运行参数、敷设方法，有着极其重要的联系，尤其是对大口径直埋保温管道无补偿敷设而言，外护层及保温层应具有承受高轴向拉压应力的强度。

5.4.18 聚氨酯发泡工艺和质量要求

为确保大口径 DN1000 直埋保温管的使用安全，首先对所使用的保温层材料——硬质聚氨酯泡沫塑料的性能提出要求。根据我国城镇建设行业标准《高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制保温管》CJ/T114-2000 标准和欧洲 EN253 标准，其抗压强度在压缩率 10%的情况下不应小于 0.3MPa，针对该数值，我们与国内知名生产保温管的制造厂家进行了沟通和交流，并进行 DN1000 直埋保温管的性能试验。对于 DN1000 直埋保温管，如想达到抗压强度不低于 0.3MPa，其保温管芯密度至少应在 60kg/m³。根据实测数据分析并推测，为保证 DN1000 直埋保温管在充满水和高参数运行情况下具有足够的强度与钢管牢固地粘合在一起不脱落，其密度≥65kg/m³，可以保证聚氨酯的抗压强度大于 0.3MPa，可达到 0.4MPa，当密度达到 70kg/m³ 聚氨酯的抗压强度达到 0.5MPa，但其密度不宜超过 75 kg/m³，否则聚氨酯硬度将增大，电镜实验表明，过高的密实度，将影响聚氨酯分子结构，分子间的结构形式将由球形结构转变为椭圆形结构，弹性减弱，强度降低。因此发泡时，应控制发泡材料的重量，并控制发泡压力。

聚氨酯在发泡前，应首先对工作钢管进行抛丸除锈处理，以增加钢管的外表面积，进而增大钢管与聚氨酯的粘接强度。抛丸处理能使钢管表层形成一层残余应力并使其表层硬化，从而提高钢材的持久极限（疲劳极限）。

此外为保证发泡均匀和保证在发泡过程中对钢管的重量应有足够强度的支撑构件，同时控制支撑件的数量，减少热桥对外护层的影响。大管径一般采用硬质木块支撑结构，该木块结构应

标准化制作，并有足够的强度，保证发泡的同心度。

其他性能指标的要求不再详述，详见下表。

表 5-35 性能指标

序号	项目	单位	参照标准	性能指标
1	芯部密度	Kg/m3	CJ/T114-2000 EN253	≥65
2	抗压强度	MPa	CJ/T114-2000 EN253	≥0.4
3	轴向剪切强度	MPa	CJ/T114-2000 EN253	≥0.6
4	闭孔率	%	CJ/T114-2000 EN253	≥88
5	高温吸水率	%	CJ/T114-2000 EN253	≤10
6	导热系数（50℃）	W/m.k	CJ/T114-2000 EN253	≤0.033
7.	长期耐温（连续运行 30 年）	℃	CJ/T114-2000 EN253	130
8.	短期耐温峰值	℃	CJ/T114-2000 EN253	150

该热网项目在采暖季将按设计供热参数 130℃长期运行，因此要求硬质聚氨酯保温材料在 130℃高温运行和停止供热，地温 10℃交变状态条件下，确保使用寿命达到 30 年。

根据计算 DN1000，保温管道长 11.5m，保温厚度 55mm 时，保温重 240kg，如此重的泡沫原料需要大型发泡设备，如果泡沫原料浇注量过小，不能在规定的时间内浇筑完成，则整体发泡质量降低，表面脆、湿老化性能、泡孔质量差，很难保证要求。过薄的保温厚度，也难以保证发泡质量，因此虽然回水管道温度低，理论计算保温厚度在 30mm，就能保证外护管的壁温不大于 50℃，但考虑聚氨酯发泡反应过程，确保发泡质量和力学性能，建议保温厚度不低于 55mm。

5.4.19 一级管网直埋保温管补口工程使用条件

- （1）一级管网直埋保温管网，工作介质为高温热水。
- （2）设计温度：130/70℃。
- （3）设计压力等级：1.6MPa。

5.4.20 执行标准

- （1）GB/T29047-2012 高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件
- （2）CJJ28-2014 城镇供热管网工程施工及验收规范
- （3）CJJ/T81-2013 城镇供热直埋热水管道技术规程
- （4）CJJ 34-2010 城镇供热管网设计规范

5.4.21 保温接头性能要求：

保温接头处保温层的材料及性能应符合 GB/T29047-2012 的规定。厚度应不低于保温管道外护管的厚度。

保温接头外护层材料及性能应符合 GB/T29047-2012 的规定。

热熔接头的外护层与保温管外护管的熔体质量流动速率的差值不应大于 0.5g/10 min（试验条件为 5kg，190℃）。热熔套的热熔丝宽度不小于 50mm。

保温接头应能整体承受管道运动时产生的剪切力和弯矩。

保温接头应能整体承受由于温度和温度变化带来的影响。

耐土壤应力性能：保温接头应进行土壤应力砂箱试验，循环往返 100 次以上应无破坏、无渗漏。

热缩套式接头所用热缩套的剥离强度不应小于 60N/cm，收缩后应能将管道外护管和接头外护层搭接处密封；热缩带收缩后，边缘处的热熔胶应均匀溢出，不应出现过烧、鼓包、翘边或局部漏烤等现象。封端盖片及发泡孔盖片应粘结严密。

电熔焊式接头应采用专用可控温塑料焊接设备，焊接后搭接熔合区试样在室温下的拉剪强度不应低于外护管母材的强度，且断裂点应位于熔焊区之外。

密封性：保温接头应密封，不得渗水。现场所有的保温接头外护层都应做气密性试验。保温接头的气密性试验应采用空气或其他类气体。试验应在接头冷却到 40℃以下后进行。试验压力应为 0.02MPa，保压 2min 后，密封处涂上肥皂水，不应有气泡产生。

5.4.22 保温接头性能要求：

- （1）、热熔安装

1）热熔安装准备：

热熔套筒组成：

带状电热熔套筒。电热熔套应符合上述要求。

附件：a)安装撑架 b)调整螺栓 c)毡垫 d)两个夹紧带 e)两个黑色锥形塞

2）打磨和清洁

为保证正确焊接，应仔细清洁、打磨外壳管。

3）检查

检查两个外壳管之间的距离：最小 420mm，最大 500mm。

4）安装撑架

5）套筒安装

将热熔套筒按要求放置在接口处，绑扎带辅助固定，然后分别安装两个夹紧带，夹紧带中心与热熔套筒环向电阻丝的中心一致，确保夹紧带的力量集中在电阻丝上。

6)套筒焊接

将发泡孔内的电线头与焊接机的连接线相接，连接时夹头一定要固定紧， 启动焊接机。

气密性检查：用 0.2bar 的空气压力和肥皂水对套筒作气密性试验。无渗漏为合格，否则重新做。

7）、手把焊接环焊缝和纵缝

检查环缝和纵缝的情况：表面要清理干净，去除浮土等。用砂纸进行打磨，由焊接技工操作。

准备焊接：用粒料作为原料，将挤出机预热到一定的温度，用专用焊接手靶接料，焊于环缝处，焊料要覆盖整个焊缝，形成表面光滑的焊道。

检验：手把焊焊道应是类似小半圆形光滑突起，手把焊料形成的焊口应覆盖热熔焊缝，焊接完成后必须对全部焊缝检验，用目测法观察焊肉与主管母材粘结是否牢固。

（2）、热缩带密封

1)热缩准备

检查所需工具是否齐全：无缝热缩套；封端片；喷灯；燃气瓶；布面砂纸（60～80 目）；棉纱或清洁布；工具刀；耐热手套。

2）热缩

在收缩以前要保持管表面干净，热缩带与套袖和保温外壳相接触的部分要用砂纸打磨，如果在热熔套袖安装阶段已经打磨，则可以省去此工序，由负责收缩的技工判断。

a、测量所需热缩带长度并进行切割。

b、将套袖外壳和供热管打磨区域用温火加热至 60℃。

c、将热缩带包卷供热管的同时，要将塑料膜随之揭下。

d、加热封端片的粘胶面，将其放置在搭接处的中间并用手拍紧。

e、收缩热缩带。

检查收缩情况

检验：热缩过程中，要检查热缩是否正确，可用手指放在套袖上按一下，如果出现皱褶并且放手后皱褶处恢复原状，则说明收缩是正确的，否则说明热缩带的热熔胶未熔融，还需加热.。热缩带收缩后边缘应有均匀的热熔胶溢出，不应出现过烧、鼓包、翘边或局部漏烤现象。

（3）、发泡

发泡前，先将一个红色的放气塞敲入套筒上的一个发泡孔中，调整好发泡机（发泡温度和发泡量），由第二个发泡孔注料。泡沫密度参照《高密度聚乙烯外护管聚氨脂泡沫塑料预制直埋保温管 CJ/T114-2000》保温层任意位置的泡沫密度不应小于 60-80Kg/m3。发泡所使用的黑料和白料都应使用拜尔公司的产品，并提供耐温 140℃的配方以证明其耐温水平。

检验：检查保温材料是否填满接头部位。

（4）、封堵

确认泡沫发满，大约 15 分钟，用专用电钻扩孔。

预热专用工具加热黑色锥形塞和已扩的孔至熔融状态，将锥形塞用专用夹子夹起用力压入孔中，使之焊接成一体。

检验：检查 PE 塞是否熔融充分，焊接牢固。

（5）、接头安装条件

1）工作坑的空间供方应与施工单位协商。

2）工作坑内要保持干燥，以保证热熔套袖热熔面、热缩带黏结面干燥、干净，进而保证接头质量。

3）用电说明：为了保证工程安装进度，工地要保证有 380V 三相四线电源可用，请保证电源和电线的安全。

（6）、总的安装要求及安全要求

1）下雨天不能进行安装，如必须施工，需要搭盖遮雨蓬。

2）安装前，连接处必须保证干净与干燥，钢管上不能有防锈漆。

- 3) 不允许在发泡液附近吸烟及使用明火。
- 4) 若不慎将发泡液与皮肤接触，立即用肥皂及大量水彻底清洗， 禁用有机溶剂。
- 5) 若不慎将发泡液与眼睛接触，马上翻开眼帘，用水彻底清洗 15 分钟，并马上请医生。

5.4.23 直埋供热管道敷设原理

《城镇直埋供热管道工程技术规程》（CJJ/T81）（以下简称“规程”）中规定直埋敷设预制直埋保温管的应力验算采用应力分类法。

关于应力的分类在《火力发电厂汽水管道应力计算技术规定》（SDJ6）有明确的规定，管道受到的应力应力分为一次应力、二次应力和峰值应力。

一次应力是由于管道在介质内压、自重、介质重等持续荷载作用下而产生的应力，如内压环向应力等。二次应力是指由于管道变形受到约束而产生的应力。其特点是：它不直接与外力平衡，具有自限性，当管道局部发生屈曲和产生小量变形时，其应力水平就能降低下来，如温升产生的轴向压应力、温降产生的轴向拉应力。峰值应力指承受一次应力和二次应力的直管段向结构不连续的管件如三通、异径管、折角、弯管等处释放变形，在该管件的开口周围产生的应力。

按照应力分类的观点，不同的荷载所产生的应力可导致不同的管件出现不同的失效方式。应采用不同的分析方法。

对一次应力采用弹性理论，即极限分析；对一次应力和二次应力共同作用下的应力采用弹塑性理论即安定性分析理论，对一次应力、二次应力峰值应力共同作用下进行疲劳分析。

所谓的安定性是指结构不发生循环塑性变形，管道在有限量塑性变形后，在留有参与应力的状态下，仍能安定在弹性状态。由于管道热胀冷缩变形受约束而产生的应力属于二次应力，当部分材料超过屈服极限时，产生了小量的塑性变形，变形协调得到满足、变形就不再继续发展，它具有自限性。因此一般认为若采用安定性分析，在直埋管道强度设计中，通过控制温度应力，对于运行温度为 85～150℃的直埋热网，在冷态安装下锚固状态的直管道已满足强度条件，预热和使用一次性补偿器是没有任何必要的，这样与传统的设置补偿器相比较，称这种安装方式为无补偿方式。

但是大多数设计人员还没有从管道系统失效的角度认识应力分类法的实质，往往将对温度应力的安定性分析看成是直埋管道设计中唯一的强度条件。我们应该看到，温度应力导致的直管破坏并不是管网的主要失效方式，在管网中还存在着多种失效方式，而且各种失效方式的起因是不同的，产生的部位也是不同的，而疲劳破坏恰恰是最主要的破坏形式。因此，仅仅对温度应力进行安定性

分析是远远不够的。管网的设计要从整个系统进行分析和验算，不能单独从直管道是否采用补偿这单一概念去理解热网的敷设问题，而要从热网系统的构造、保温管结构形式与产品质量、施工安装安全方面考虑，才能确保热网投资经济和运行安全。

此外对于大口径直埋保温管，如果按照一次应力的极限分析计算管径壁厚，往往不满足局部稳定性分析的要求，需要增大壁厚或采取其它的安装方式，而关于局部稳定性分析的方法和计算在我国现行的“规程”中，对大管径直管道防止局部屈曲的计算并没有明确规定，也正是由此，给设计人员在大型管网的设计实践中带来很多的不便，也因此引发了是否采用无补偿冷安装的争论和不同的意见。

任何一个大型热网系统均包括直管道、弯头、三通、阀门、补偿器以及配套的固定墩和井室，甚至包括架空和地沟敷设，如穿越主要路口、大型河流、高速公路和铁路等，尤其是大管径管道穿越铁路时往往需要顶涵穿越，在涵洞中需要架空敷设，而该管段与直埋管道之间的连接就需要特殊处理。即使是长直管道无补偿直埋管道，其两端必定与弯头、三通相连，所谓的长直管道也会有折点出现，而这些节点的出现，必定引起循环塑性变形，如果处理不当将会导致疲劳破坏。而按照疲劳分析，温升 $\Delta T=120^{\circ}\text{C}$ 、大管径通常条件下，如 DN1000 其常规短半径弯头一侧或两侧如不加限制，将不满足弯头的疲劳寿命，需要设置固定墩和补偿器，即使是较小管径的直埋保温管，由于弯头曲率半径选择的不同，也要采取措施限制弯头的变形量而增设固定墩或补偿器，因此说无补偿冷安装直埋敷设并不是说整个管网系统不出现有补偿管段、不设补偿器。尤其是对于大管径直埋保温管，其在高参数下运行时，无补偿管段即锚固段，所受应力巨大。如本项目 DN1000 直埋管道冷安装时锚固段所受轴向力 1630t，应力变化范围高达 292MPa。而预热安装时，所受轴向力和应力变化范围及弯管处的变形量大约只是冷安装时的 50%，安全性更高。

综上所述，所谓的无补偿冷安装只是在特定条件下，直管段不设或少设补偿器的一种敷设方法，因此直埋管道在设计过程中，应当按照“规程”规定，对管网的设计应从整体出发综合考虑，并采用应力分类法进行管道强度验算，同时对保温管结构进行受力分析和强度验算。确保保温管道在“三位一体”整体结构的情况下，才能应用无补偿设计理论。

5.4.24 直埋保温管道失效形式及应对措施

通过对热网系统的构造分析得知，直埋供热管道可能出现的失效或破坏形式主要包括强度失效（破坏）和稳定性失效（破坏）两方面，此外还有阀门破坏。

强度破坏是指无补偿管段因管道中各种应力的综合水平超过其允许的当量应力水平而产生的断裂或爆裂破坏，引起（1）强度破坏的原因有塑性流动、循环塑性变形、疲劳破坏等；（2）稳定性失效（破坏）是指无补偿管段在受压状态下发生挠曲而拱出地面，管道失稳有整体失稳和局部失稳两种形式。

5.4.25 强度失效分析和应对措施

（1）无限制塑性流动

内压在管壁中产生的轴向应力和环向应力属于一次应力，若一次应力过大，会使管壁出现无限的塑性流动，进而导致管道爆裂。

对于塑性流动，应进行极限分析，控制内压环向应力不大于基本许用应力 $[\sigma]$ ，Q235 钢 $[\sigma]=125\text{MPa}$ 。

由于本项目工作压力不大于 2.0MPa，内压引起的轴向应力和环向应力远小于其极限值，故一般不会出现这种破坏方式。

（2）循环塑性变形

管道中的循环塑性变形是位移作用和力作用共同产生的，但就直埋热力管道而言，温度起决定性作用。当较大的温度变化，而热胀变形又不能完全释放时，在加热时，管壁因轴向压应力而产生轴向压缩塑性变形；而冷却时，管壁因轴向拉应力产生轴向拉伸塑性变形，即产生了轴向循环塑性破损。

对于循环塑性破损，应对一次应力和二次应力进行安定性分析，控制一次应力和二次应力的合成应力变化范围不大于三倍的基本许用应力 375 MPa，这样可以保证管道处于安定状态。

对于循环温差较大、运行压力较高、大管径的管道，当热胀变形不能释放时，极易出现循环塑性变形。在直埋管道设计中，对于大口径直埋管道，通过技术经济比较确定是否靠提高管径壁厚或预应力安装方式来防止管道的局部失稳和循环塑性变形，其计算分析将在后面章节进行专门论证。

（3）低循环疲劳破坏

在温度变化过程中，由于管线中的弯头、三通、异径管及折角等管道结构不连续处产生的峰值应力，会引起管道的疲劳破坏。由于温度变化频率低，故也称为低循环疲劳破坏。

对峰值应力的变化范围应当进行疲劳分析，根据城市热网的温度变化规律，“规程”规定控制峰值应力幅度不大于 3 倍的基本许用应力 375MPa。但大口径直埋保温管道，在采用有限元法进行疲

劳分析时，应对弯头的变形量进行控制，否则不满足疲劳寿命道的要求。

弯头、三通、异径管及折角等处的疲劳破坏是直埋热网破坏的最主要方式，这在管网设计中是需要特别注意的，尤其是大口径直埋管道，尤为引起注意，其措施是为防止疲劳破坏常采用预应力安装以及增设补偿器或固定墩的方式。

（4）高循环疲劳破坏

车辆重量通过车轮和土壤，可作用在车行道下管道上，使管道局部截面产生椭圆化变形，相应地会产生应力集中。由于车辆荷载出现频率高，故也称为高循环疲劳破坏。

对于高循环疲劳破坏，也应进行疲劳分析，但通常通过覆土深度加以控制。对于规定的覆土深度（0.8~1.2m），一般不会出现高循环疲劳破坏；而当覆土深度不能保证时，总可以通过设置保护结构，如在车行道下设置过路套管或设置混凝土保护板，来避免高循环疲劳破坏。

由于高循环疲劳破坏仅出现在管线的个别断面上，并且总可以采取措加以解决，故在管线设计时，采取一定埋深或防护措施后，一般不考虑高循环疲劳破坏。

5.4.26 稳定性失效分析和应对措施

（1）整体失稳

直埋管道在运行工况下的轴向应力最大，由于压杆效应，可能会引起管线整体失稳。特别对温升较高的无补偿冷安装方式，温升作用全部转化为很高的轴向应力，极易出现整体失稳破坏。而管道自重、土壤作用力是阻止管道失稳的因素。特别是小口径管道埋深较浅时，极易产生整体纵向失稳；管线附近平行开沟时，极易产生整体水平失稳。在直埋管道设计中，应防止管道的整体失稳出现。

（2）局部失稳

从管道局部看，管道属于薄壁壳体，在轴向应力作用下，管壁存在受压局部失稳的问题。大量试验表明，局部失稳的可能性随管壁厚度增厚而减小，随钢管平均半径的增大而增加。因此，对于运行温度较高且管径较大的热网，应特别注意局部失稳问题，为防止局部失稳常采取预应力安装或增大管径壁厚，对于 DN500 及以下小口径管道按照《规程》或《工业金属管道设计规范》以及《火力发电厂汽管道设计规定》所选定的管径壁厚均能满足要求，但大口径直埋保温管道的壁厚，在高温情况下，如本工程供水温度 120℃、1.6MPa，无补偿安装情况下 DN800~DN1000 的管径壁厚为保证管道不发生局部失稳，其管径壁厚，均超过按以上规范计算的壁厚，因此为节

省投资，在不增加壁厚的情况下，可采用预应力安装或有补偿安装方式。

5.4.27 阀门的破坏

当直埋管网中使用阀门时，在高轴向力的作用下，由于阀门的材料及结构不同于钢管，阀门会产生不同于管道的破坏方式。此外，阀门的较大变形也可导致阀门不能正常工作，因此，阀门也是直埋热网中的一薄弱部件，

我国现暂无直埋管道中阀门的标准，阀门生产厂家一般没有给出阀门所能承受的最大轴向力数据，阀门通常按公称压力选用，经常会出现阀门被拉坏或不能关严的现象，为了防止阀门破坏或失效，在管网设计和阀门选择时，应向阀门生产商提出所选阀门应能承受最大轴向应力，否则需要设置补偿器、固定墩以保护阀门。

5.4.28 重点防止局部屈曲失稳和疲劳破坏

国内工程实践证明，DN700 以下的直埋热水管道，由于选用的壁厚较大，一般不存在局部失稳问题。当管道直径大于 DN700 时，管道局部屈曲出现的概率将大大增加，其直接因素是温差作用下管道的轴向应力增大。

（1）对于大口径直管段，主要是防止局部屈曲失稳破坏

大管径由于承受高轴向应力和轴向力，容易局部发生屈曲的现象，因此需要适当增加壁厚，以避免轴向局部屈曲失稳，而采用预应力安装如预热安装，由于锚固段轴向应力减少一倍，局部屈曲得危险性明显降低，而可以减少壁厚，锚固段最大轴向力、摩擦长度以及热位移相应降低一倍多，大大提高了管网运行的安全可靠性。

对于大口径管道，当采用冷安装条件不能满足（或不经济）时，采用预应力安装为一种优选安装方式。由于在预应力安装过程中，一部分热胀变形提前释放，使管道应力和内力水平均降低很多，所以允许无补偿管段在相当长度上无需设置补偿器（通常情况）。大口径管道的预热方式采用敞槽预热，但管道本身的自重会产生摩擦阻力，为了控制整体预应力效果，预热温度而应按所释放的热膨胀变形量控制。同时，前一个预热管道的收缩量应加到相连的后一个预热管段上。

（2）防止管件的疲劳破坏

通常对于局部突变所引起的应力集中部位，可采取加强三通，增加弯头壁厚，加大弯曲半径，而对于 DN1000 的超大口径保温管，受加工设备以及运输条件的限制，弯曲半径最大也不能过大，

由于管道锚固段轴向力高达 1600t，摩擦长度长，热位移量大，弯头处变形如不加限制，则不满足疲劳分析。而且巨大的变形量，保温弯管整体结构，包保温层和外护层均将发生破坏。

从管道系统考虑，在局部管段及个别管件附近，为保护薄弱管件及减小固定墩推力，应增设补偿器或补偿管段，以提高管道的释放变形能力，进而降低温升引起的轴向力，防止疲劳破坏。

（3）直埋保温管及管件的整体结构破坏

强调保温管的保温层与外护层结构的粘和强度和抗拉压应力，能满足无补偿直埋敷设的要求，防止整体式直埋保温管发生结构性破坏。

5.4.29 施工要点

（1）在产品制造中，工作钢管必须做抛丸处理以增强聚氨酯的粘合强度。采取模具或喷涂发泡，发泡后的保温层外表面不应含过多光滑物质，以确保聚乙烯与聚氨酯的结合强度达到规范要求和本项目无补偿安装条件下的力学性能要求。切实保证工作管、保温层、外保护壳“三位一体”的整体结构，在高应力状态和大热位移时不受损坏。

（2）供热管网工程焊缝的无损检验数量，大口径直埋管道应作 100%无损探伤检测。

（3）敞口预热安装时，应分段预热，预热段长度必须不小于 2 倍的最大摩擦长度， 0.8～1.0km 为宜。

综上所述，供热管道采用无补偿直埋敷设，其优越性是明显的。这里需要强调的是：采用冷安装是有前提的，它是以产品质量、设计技术、施工水平和运行方式做保证的。每个环节都密不可分，任一环节的失误，都将导致整个管系的失效，从而大大折减直埋管道的工作寿命，以致造成重大经济损失和不良的社会影响。

在运行上，而我国只是在采暖季运行，其温度交变次数多，影响疲劳寿命，为此，在供热调节上应避免水温频繁变化，以量调节为主。

国内外的实践已经证明，只要按科学办事，大口径供热管道采用无补偿直埋敷设是完全可行的。

表 5-36 管网主要材料表

序号	名 称	型 号 及 规 格	型号(标准代号)	材质	单 位	数量	备 注
----	-----	-----------	----------	----	-----	----	-----

1	预制直埋保温管	钢管 $\phi 720 \times 9$ 聚乙烯管 $\phi 935 \times 8.9$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	Q235B	米	2*2436	
		钢管 $\phi 529 \times 7$ 聚乙烯管 710 $\times$ 7.2	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	Q235B	米	2*972	
		钢管 $\phi 478 \times 7$ 聚乙烯管 645 $\times$ 6.7	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	Q235B	米	63	单管
		钢管 $\phi 478 \times 7$ 聚乙烯管 $\phi 645 \times 6.7$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	Q235B	米	2*516	
		钢管 $\phi 219 \times 6$ 聚乙烯管 315 $\times$ 4.1	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*348	
		钢管 $\phi 133 \times 4.5$ 聚乙烯管 $\phi 225 \times 3.4$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	96	单管
		钢管 $\phi 133 \times 4.5$ 聚乙烯管 $\phi 225 \times 3.4$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*1152	
		钢管 108 $\times$ 4 聚乙烯管 200 $\times$ 3.2	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*336	

		钢管 $\phi 89 \times 4$ 聚乙烯管 $\phi 160 \times 3$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*2352	
		钢管 76 $\times$ 4 聚乙烯管 $\phi 140 \times 3$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*2700	
		钢管 $\phi 57 \times 3.5$ 聚乙烯管 $\phi 125 \times 3.0$	GB/T8163-2018 GB/T29047-2021	20#	米	2*2172	
2	预制直埋弯头	$\phi 720 \times 1090^\circ R=1.5D$	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	6	
		$\phi 720 \times 1057^\circ R=3D$	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		$\phi 720 \times 1052^\circ R=3D$	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		$\phi 720 \times 1035^\circ R=3D$	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		$\phi 720 \times 1032^\circ R=5D$	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	

		ø720×105°R=3D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø529×890°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø529×890°R=3D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø529×890°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø478×890°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	1	
		Ø478×890°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø478×890°R=3D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø478×874°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	3	

		Ø133×5.590°R=7D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø133×5.590°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø133×5.590°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	7	
		Ø108×590°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		Ø108×590°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	8	
		Ø89×590°R=7D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø89×590°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø89×590°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	

		Ø76×590°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	6	
		Ø76×590°R=3D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø76×590°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø57×4.590°R=5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	6	
		Ø57×4.590°R=1.5D	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	20	
3	预制直埋三通	DN700/DN500	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN700/DN50	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN450/DN450	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	6	

		DN450/DN200	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN450/DN125	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	4	
		DN450/DN100	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN450/DN80	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN450/DN65	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	6	
		DN125/DN100	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN80/DN65	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		DN65/DN50	GB/T12459-2025 GB/T29047-2021	20#	个	2	

4	预制直埋变径	Ø108×5/Ø89×5	GB/T12459-2017 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø89×5/976×4	GB/T12459-2017 GB/T29047-2021	20#	个	2	
		Ø76×5/Ø57×4.5	GB/T12459-2017 GB/T29047-2021	20#	个	2	
5	滑动支架				个	393	适用 DN50
6	镀锌铁皮外护	0.5mm			平米	1820	含铆钉、铁丝等
7	井室	3500X4800X2800,适用于 DN700			个	2	详见新 22R1 第 1-18 页
		2400X3500X2400,适用于 DN500			个	1	详见新 22R1 第 1-17 页
		2400X3500X2200,适用于 DN450			个	6	详见新 22R1 第 1-17 页
		2000X2500X1800,适用于 DN200			个	1	详见新 22R1 第 1-16 页
		2000X2500X1800,适用于 DN125			个	4	详见新 22R1 第 1-15 页

		1800X2000X1800,适用于 DN100			个	3	详见新 22R1 第 1-15 页
		1600X2000X1800,适用于 DN80DN50			个	12	详见新 22R1 第 1-15 页
8	全通径焊接球阀	Q61F-25C DN50	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	10	
		Q61F-25C DN65	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	10	
		Q61F-25C DN80	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	6	
		Q61F-25C DN100	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	6	
		Q61F-25C DN125	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	7	
		Q61F-25C DN200	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	2	
		Q61F-25C DN450	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	10	
		Q61F-25C DN500	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	2	

		Q61F-25C DN70	GB/T37827-2019	阀体为碳钢	个	4	
--	--	---------------	----------------	-------	---	---	--

表 5-37 蒸汽管线部分

序号	名称及规格	材料	单位	数量	连接形式	标准
一	蒸汽管道					
1	无缝钢管					
	D325×7	20 钢	米	1337	焊接	GB/T3087-2022
	D273×7	20 钢	米	6862	焊接	GB/T3087-2022
	D159×4.5	20 钢	米	266	焊接	GB/T3087-2022
	D133×4.5	20 钢	米	607	焊接	GB/T3087-2022
	D57×3.5	20 钢	米	282	焊接	GB/T3087-2022
2	钢制三通					
	D325×7/D57×3.5	20 钢	个	1	焊接	GB/T12459-2025
	D325×7/D133×4.5	20 钢	个	1	焊接	GB/T12459-2025
	D273×7/D159×4.5	20 钢	个	1	焊接	GB/T12459-2025
	D159×4.5/D159×4.5	20 钢	个	1	焊	GB/T12459-2025

					接	
3	钢制弯头					
	90°D325×7 R=1.5D	20 钢	个	53	焊接	GB/T12459-2025
	90°D273×7 R=1.5D	20 钢	个	332	焊接	GB/T12459-2025
	13°D273×7 R=1.5D	20 钢	个	2	焊接	GB/T12459-2025
	74°D273×7 R=1.5D	20 钢	个	2	焊接	GB/T12459-2025
	90°D159×4.5 R=1.5D	20 钢	个	20	焊接	GB/T12459-2025
	90°D133×4.5 R=1.5D	20 钢	个	29	焊接	GB/T12459-2025
	90°D57×3.5 R=1.5D	20 钢	个	19	焊接	GB/T12459-2025
4	钢制截止阀					
	J41H-40C DN300	20 钢	个	3	法兰连接	GB/T12235-2007
	J41H-40C DN250	20 钢	个	14	法兰连接	GB/T12235-2007
	J41H-25C DN150	20 钢	个	3	法兰连接	GB/T12235-2007
	J41H-40C DN133	20 钢	个	3	法兰连接	GB/T12235-2007

	J41H-40C DN50	20 钢	个	2	法兰连接	GB/T12235-2007
5	架空管道保温材料					
	硅酸铝棉毡保温层	120kg/m³	m³	1780		以实际用量为准
6	镀锌铁皮	0.5mm	m²	15120		以实际用量为准
7	疏水装置		套	115		
8	排气阀 DN20		个	41		
9	固定支架		座	118		
10	滑动支架		座	893		
11	导向支架		座	228		
12	过路桁架					
	净宽 32 米，净高 6.5 米		座	1		
	净宽 9 米，净高 6.5 米		座	1		
	净宽 37 米，净高 6.5 米		座	1		
	净宽 42 米，净高 6.5 米		座	1		
	净宽 24 米，净高 6.5 米		座	3		
	净宽 12 米，净高 6.5 米		座	2		
二	冷凝水管道					
1	无缝钢管					
	D89×4.0	20 钢	米	1263	焊接	GB/T8163-2018
2	钢制弯头					

	90°D89×4.0R=1.5D	20 钢	个	60	焊接	GB/T12459-2025
3	钢制截止阀					
	J61H-25C DN80	20 钢	个	1	焊接	GB/T12235-2007
4	管道保温材料					
5	硅酸铝棉毡保温层	120kg/m	m 3	100		以实际用量为准
6	镀锌铁皮	0.5mm	m 2	1305		以实际用量为准
7	固定支架		座	5		
8	滑动支座		座	72		
9	导向支座		座	49		
10	放气阀		个	11		
11	泄水阀		个	5		

5.5 建设管理方案

5.5.1 项目建设组织机构

合理、科学地确定项目组织机构和人力资源配置，是保证项目建设和生产运营顺利进行、提高劳动生产率的重要条件。项目组织管理的宗旨是抵御或避免项目运行过程中的风险，提高市场项目应变能力和加大市场竞争力度。体制与机构是项目运行机制的保证。

项目建设单位为克拉玛依市城乡和住房建设局，为保证本项目建设工作的顺利完成，项目成立建设领导小组，负责项目建设的协调、管理、监督检查，计划编制、评审、资金运作及项目建设的阶段性总结工作。项目建设办公室负责项目实施计划方案制定，项目建设法律文件办理、工程监督等工作。

5.5.2 项目实施管理

工程设计、建设、监理等均按照国家规定的方法签订设计、建筑施工等合同，严格监督工程质量和检验设备质量，使工程保质保量按期完成

5.5.3 项目财务管理

设立项目专用账户，专款专用。做好工程预决算，做到手续齐全，收支账目相符，精打细算，节约项目投资。

5.5.4 项目的管理职责

（1）项目建设领导小组职责，按上级有关要求，积极落实各项工作；协调部门间工作关系；考察、评审、督促本项目建设方案；制定项目指导原则和项目相关政策；采取有效措施确保项目的顺利实施，实现项目目标。

（2）项目建设办公室职责

制定项目实施计划、制定和修改项目培训、项目管理、项目财务信息管理计划。根据领导小组指示，协调各方关系。组织实施管理各类项目业务会议，安排项目土建工程实施、设备采购、合同签订、财务结算。组织实施各类调查和经常性项目检查、监督，组织和安排评估和评价。

5.5.5 项目监督

项目监督与评价是保证项目顺利实施的重要手段，由项目建设领导小组负责组织实施。

（1）监督与评价组织

相关部门将按照项目所确定的目标、实施方案、实施计划、管理制度及国家有关规定进行监督与评价。

（2）监督方式：经常性监督和阶段性监督。

1）经常性监督

经常性监督即对项目活动的各个环节进行监督检查，如项目建设实施计划的落实情况，资金的到位和使用情况，建设工程施工进度及质量等，发现问题，及时纠正，以保证项目的顺利实施。

2）阶段性监督

阶段性监督即定期对项目实施情况进行监督，如项目相关政策的制定与实施，配套资金的落实，设备质量检验与安装质量验收等。对项目中的不足之处进行修改和完善。

（3）监督频率

项目监督评价管理小组对项目监督安排如下：经常性监督，每月一次；阶段性监督，每季度一次。特殊情况，随时组织监督。

（4）监督报告

项目监督评价管理小组对阶段性监督检查结果向有关部门提交监督报告。内容包括项目的阶段性进度，实施过程存在的问题及改进措施实施计划的不足之处及修改建议等。实施进度和计划完成情况以表格形式反映，表格应包括计划量、完成量和未完成的主要原因等。

5.5.6 项目监理

建设单位应选择有资质、信誉高、业绩好的单位负责现场监理；监理单位应按照监理合同，严格履行监理职责，组织项目监理班子，并派驻监理人员旁站监理，现场监理人员应有相应的资质和较高的职业素质，对工程的进度、质量、投资、安全等进行严格控制，确保工程按既定目标实现顺利竣工。

5.6 项目招标方案

5.6.1 招标依据

根据《招标投标法》、《必须招标的工程项目规定》（国家发改委令第 16 号）及地方有关规定，确定招标方案。

5.6.2 招标范围

根据《招标投标法》规定，在中华人民共和国境内进行下列建设工程项目的勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须招标：

- （1）大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公众安全的项目；
- （2）全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目；
- （5）使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

根据《必须招标的工程项目规定》（国家发改委令第 16 号）规定，必须招标的项目中，其勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购达到下列标准之一的，必须进行招标：

施工单项合同估算价在 400 万元人民币以上；

重要设备、材料等货物的采购，单项合同估算价在 200 万元人民币以上；
勘察、设计、监理等服务的采购，单项合同估算价在 100 万元人民币以上。

5.6.3 招标组织形式

根据国家有关规定，结合本项目的实际情况，本工程部分项目由建设单位委托有招标资格的单位代理公开招标。

5.6.4 招标组织方式

招标方式拟采用公开招标。通过招标，可以在较广的范围内择优选择信誉良好、技术过硬、具有专业特长及丰富经验的设计单位、监理公司、施工企业和生产供应商，以保证工程质量和降低工程造价，并能提高工程项目的社会效益与影响。

5.6.5 招标基本情况表

本项目招标的基本情况详见下表。

表 5-38 项目招标的基本情况汇总表

项目	招标范围		招标形式		招标方式		不采用招标方式	备注
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标		
勘察					√			
设计					√			
施工	√			√	√			
监理	√			√	√			
重要设备	√			√	√			
重要材料	√			√	√			

5.7项目建设进度计划

本项目建设期两年：2025 年 9 月～2027 年 9 月。

第6章 项目运营方案

6.1 运营模式选择

由于本项目为基础设施建设工程，由热力公司管理和经营，热力公司有完成的组织结构及经验丰富的管理维护人员，因此项目建成后热力公司负责管理和维护。力求采用先进的管理方法、科学的劳动组织方式，实现集中供热的全行业、全社会、全过程管理，工作重心转移到行政、监管和服务三大职能上。建立集中领导，分区负责，责权统一，精简高效的行政管理工作架构；以推进集中供热监管的政府行政体系、集中供热市场运行体系、集中供热管理的社会参与体系和集中供热突发事件的应急体系等四大体系建设为主要任务，从而构成完整、规范的城乡集中供热体系。保证项目的顺利运行并带来最好的实施效果。

6.2 运营组织方案

6.2.1 组织机构

该项目由建设单位指定项目经理，为了有利于项目管理，有利于控制目标，有利于信息沟通，下设合同管理部、计划财务部、技术工程部及综合协调部。各部门之间必须明确分工，认真履行各自职责，并相互密切配合，加强工程管理，确保工程质量，使工程按期完成。

6.2.2 各部门职责

（1）合同管理部

在建设期负责合同管理。应依法订立工程设计、施工、监理和材料采购等各类合同，组织合同签约，检查合同执行情况，解决合同执行中出现的问题，最终组织合同结算。

（2）计划财务部

负责项目的投资计划安排及财务管理。根据经批准的总概算和工期，结合总体规划要求，合理安排投资计划；严格执行基本建设财务、管理的各项制度，保证资金筹措到位，控制建设成本，确保资金使用效益。

（3）工程技术部

负责施工现场工程质量、投资、进度及施工安全的监控，处理施工中的各类技术问题，进行质量检查和安全措施检查，组织阶段验收和竣工验收，并负责技术档案汇总存档。

（4）综合协调部

负责协调建设单位与施工单位之间的关系，监督施工进度，负责现场环保及工地治安的协调，负责合同以外由建设单位提供的各项物资的采购供应。负责协调内设各部的关系和对外工作。

（5）运营劳动定员

项目建成后热力公司统一运营管理，主要劳动定员与现状保持一致。

6.3 安全保障方案

6.3.1 设计依据

（1）《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》（中华人民共和国劳动部令第3号）

（2）《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）

（3）《工业企业噪声控制设计规范》（GB50087-2013）

（4）《工业企业建设项目卫生预评价规范》（卫生部）

（5）《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）

有关防火、防爆、防机械伤害、安全标志等方面的设计标准和规范、规程。

6.3.2 建设项目安全设施“三同时”的相关规定

（1）建设项目安全设施，是指生产经营单位在生产经营活动中用于预防生产安全事故的设备、设施、装置、构（建）筑物和其他技术措施的总称。

（2）生产经营单位是建设项目安全设施建设的责任主体。建设项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用（以下简称“三同时”）。安全设施投资应当纳入建设项目概算。

（3）国家安全生产监督管理总局对全国建设项目安全设施“三同时”实施综合监督管理，并在国务院规定的职责范围内承担有关建设项目安全设施“三同时”的监督管理。

（4）安全生产监督管理部门应当加强建设项目安全设施建设的日常安全监管，落实有关行政许可及其监管责任，督促生产经营单位落实安全设施建设责任。

（5）下列建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当按照国家规定，进行安全预评价：

- 1）非煤矿矿山建设项目；
- 2）生产、储存危险化学品（包括使用长输管道输送危险化学品，下同）的建设项目；
- 3）生产、储存烟花爆竹的建设项目；
- 4）金属冶炼建设项目；
- 5）使用危险化学品从事生产并且使用量达到规定数量的化工建设项目（属于危险化学品生产的除外，下同）；

6）法律、行政法规和国务院规定的其他建设项目。

本项目不属于（一）、（二）、（三）、（四）、（五）类，是否属于第（六）类，请业主咨询当地安全监察部门，以确认本项目在项目前期阶段是否需要安全预评价。

（6）生产经营单位应当委托具有相应资质的安全评价机构，对其建设项目进行安全预评价，并编制安全预评价报告。

6.3.3 建设项目职业病防护设施“三同时”相关规定

（1）可能产生职业病危害的建设项目，是指存在或者产生职业病危害因素分类目录所列职业病危害因素的建设项目。

（2）职业病防护设施，是指消除或者降低工作场所的职业病危害因素的浓度或者强度，预防和减少职业病危害因素对劳动者健康的损害或者影响，保护劳动者健康的设备、设施、装置、构（建）筑物等的总称。

（3）建设项目职业病防护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用（以下统称建设项目职业病防护设施“三同时”）。建设单位应当优先采用有利于保护劳动者健康的新技术、新工艺、新设备和新材料，职业病防护设施所需费用应当纳入建设项目工程预算。

（4）建设单位对可能产生职业病危害的建设项目，应当进行职业病危害预评价、职业病防护设施设计、职业病危害控制效果评价及相应的评审，组织职业病防护设施验收，建立健全建设项目职业卫生管理制度与档案。

（5）国家安全生产监督管理总局在国务院规定的职责范围内对全国建设项目职业病防护设施“三同时”实施监督管理。

（6）国家根据建设项目可能产生职业病危害的风险程度，将建设项目分为职业病危害一般、

较重和严重 3 个类别，并对职业病危害严重建设项目实施重点监督检查。

（7）对可能产生职业病危害的建设项目，建设单位应当在建设项目可行性论证阶段进行职业病危害预评价，由相应资质的评价单位来编制预评价报告。

6.3.4 个人防护用品

本项目应根据工人接触职业病危害因素种类的不同，配备相应的个人防护用品，并定期更换。

（1）受噪声危害的作业工作人员应配备噪声耳塞、耳罩、帽盔等。

（2）对接触毒物的作业工作人员应配备防毒口罩、防毒面具、防化学污染物的工作服。

（3）高温作业工作人员应配备高温工作服、工作帽、防护眼镜、面罩、手套等个人防护用品。

（4）易燃易爆工作场所的现场人员应穿戴防静电服装，且禁止在易燃易爆场所穿脱。

（5）按《职业健康监护管理办法》的规定，对接触职业病危害因素的作业人员进行上岗前、在岗期间、离岗时和应急的健康检查。

6.3.5 职业卫生应急救援措施

（1）配备应急救援措施：在易发生事故及急性中毒的生产场所设置应急照明设施，配备必要的防尘防毒口罩、防护手套、防护服、防毒面具、急救药品等。

（2）急救及泄露处置：将中毒者迅速抬离现场至空气新鲜处。呼吸困难时给输氧，呼吸及心跳停止者立即进行人工呼吸和心脏按压术，同时送医急救。车间空气中毒物超标时必须配带防毒面具，紧急事态抢救或逃生时建议配带正压自给式呼吸器。迅速撤离泄露污染区人员至上风处，并隔离直至空气中毒物浓度下降至卫生保准以下，切断气源。CO 等泄露时室内采取喷雾状水稀释、溶解，同时抽排空气，采取强力通风、

（3）化学性灼伤的抢救措施：迅速将受伤者抬离现场，就近用大量流动清水冲洗伤面污染物，并送医急救。

（4）中毒的抢救措施：迅速将患者转移到阴凉处平卧休息，解松或脱去衣物，应用物理方法降温，适当饮用淡盐水，严重者送医院急救。

（5）职业病危害警示标识：根据《中华人民共和国职业病防治法》的规定，应在接触有毒有害因素的工作场所及作业岗位的醒目位置设置警示标识和中英文警示说明。警示说明应当注

明产生职业病危害的种类、后果、预防以及应急救治措施等内容。

另外，在可能发生急性职业中毒的有毒作业场所，根据报警装置，配置现场急救用品，冲洗设备，应急撤离通道。一旦发生毒物泄露，迅速撤离泄露污染区人员至上风向处，并隔离直至空气中毒物浓度下降至卫生保准以下。建议应急处理人员佩戴正压自给式呼吸器，穿一般消防防护服。

6.3.6 职业卫生机构设置

本项目建议设置劳动环境监督检测站，配备专职或兼职的职业卫生管理人员，按照国家现行职业卫生法律、规范要求开展工作，并制定完善的管理制度和相应的应急救预案。

职业健康监护主要包括职业健康检查和职业健康监护档案管理等内容。职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时和应急的健康检查。项目投产后，应按《职业健康监护管理办法》的规定，对接触职业病危害因素的作业工人进行相关健康检查。职业健康检查应由省级卫生行政部门批准从事职业健康检查的医疗卫生机构承担。

本项目应设置职业卫生教室，并按职业卫生的要求配备相关的教育用仪器设备等。

6.3.7 其他的安全措施

（1）设备的防护和隔离

设备及管道的外表面温度≥50℃的均设保温层，以防止人员烫伤。

对有振动和噪声的设备，采取了一系列消声、隔振、隔声措施，尽量消除噪声和振动对操作人员的损害。

对易伤害人的高速转动部件设防护罩。

各种吊装孔周围设护栏，防止人员掉下发生人身伤害。

各种电压等级电气设备的安全净距，均不小于有关规程规定的最小净距。

所有建、构筑物设计按 8 度抗震烈度设防。

（2）防火、防爆、防电伤安全措施

建、构筑物的耐火等级、消防通道、安全疏散通道宽度、距离、消防系统均按《建筑设计防火规范》的要求进行设计。

建筑物的防雷按现行国标《建筑物防雷设计规范》进行设计。

所有电气设备均设漏电保护器和安全接地。

（3）工业卫生

按照《工业企业设计卫生标准》的要求设置浴室、卫生间等各项辅助设施，保证全厂职工生活需求。

办公室、控制室、操作值班室、浴室等生活设施内设置采暖系统。

锅炉房控制室设置采暖，为操作创造良好的环境。

生活用水取自城市自来水，水质符合《生活饮用水卫生标准》的要求。

6.4绩效管理方案

（1）工程验收合格率 100%购置设施设备的质量合格率≥98%时效指标，政府资金支付时限≤90 天；成本指标专款专用率 100%；社会效益指标提高社会公共服务能力明显；提高生态效益指标改善人居环境有效；改善可持续影响指标改造设施综合利用率≥95%；满意度指标受益居民满意度≥95%。

（2）绩效监控和评价根据《自治区党委、自治区人民政府关于全面实施预算绩效管理的实施意见》（新党发〔2018〕30 号）、《关于印发〈自治区全面实施绩效管理的工作方案〉的通知》（新财预〔2018〕158 号）等文件，对项目进行绩效监控和评价。

第7章 项目投融资与财务方案

7.1编制内容

- （1）针对克拉玛依高新区近期（~2025 年）和远期（~2030 年）各工业用户蒸汽负荷的分布，合理划分供热区域，确定分布式制汽能源站的选址和制汽容量。
- （2）在技术、经济性可行的前提下，设计新型热电协同蒸汽高效制备工艺系统工程方案，包括：分布式制汽能源站关键设备选型与工艺流程设计。论证大焓差柔性蒸汽制备所需的基础能源（高温热水）和升压能源（电力）的来源及可行性。
- （3）制定分布式制汽能源站工程设想，包括：① 厂房总平面布置；② 大焓差柔性蒸汽制备机组、高温储能模块及其他附属设备的布置；③ 工艺系统（热水管道、蒸汽管道等）设计方案；④ 电气系统、仪表与控制系统设计方案。
- （4）制定电厂余热回收热泵站工程设想，包括：① 厂区总平面布置；② 吸收式热泵及其他附属设备的布置；③ 工艺系统（蒸汽、循环水及热水管道）设计方案；④ 电气系统、仪表与控制系统设计方案。
- （5）根据本工程的建设规模与供汽能力，对工程造价、运营成本，收益情况进行计算及分析。在安全、环保、节能及符合国家相关规定的基础上，实现运营收益最大化。

7.2编制依据

- （1）国家和主管部门发布的有关法律、法规、规章、规程。
 - 1）建标【2007】164 号文建设部印发的《市政工程投资估算编制办法》；
 - 2）建设工程造价咨询规范 GB/T51095-2015；
 - 3）建设部建标（2011）1 号“关于印发《市政工程设计概算编制办法》的相关文件”。
- （2）部门或地区发布的投资估算指标及建筑、安装或其他指标。
 - 1）《新疆维吾尔自治区房屋建筑与装饰工程消耗量定额 2022 年克拉玛依地区单位估价表》；
 - 2）《通用安装工程及新疆维吾尔自治区安装工程补充消耗量定额 2022 年克拉玛依地区单位估价表》；
 - 3）《新疆维吾尔自治区市政工程消耗量定额 2022 年克拉玛依地区单位估价表》；

- （3）工程所在地区建设行政主管部门发布的人工、材料、造价指标等。
 - 1）人工费单价参考一类人工 111 元/工日；二类人工 145 元/工日；三类人工 166 元/工日;机上人工 145 元/工日。
 - 2）材料费：参照执行《克拉玛依市 2025 年 9 月份建设工程综合价格信息》
 - （4）国外初步询价资料及所采用的外汇汇率：无外汇。
 - （5）工程建设其他费内容及费率标准。
 - 1）可行性研究报告费的取定：发改价格【2015】299 号文计算；
 - 2）建设管理费的取定：项目建设管理费依据财政部（财建〔2016〕504 号）文件计算；
 - 3）工程监理费：发改价格【2015】299 号文计算；
 - 4）工程勘察费：《新疆工程勘察设计计费导则》的通知（新勘设协字（2023）第 38 号）执行；
 - 5）工程设计费：《新疆工程勘察设计计费导则》的通知（新勘设协字（2023）第 38 号）执行；
 - 6）施工图审查费：《关于发布新疆维吾尔自治区建设工程施工图设计文件审查计费指导意见（试行）>和<新疆施工图审查机构自律公约>》的通知执行（新勘设协字（2023）第 34 号）执行；
 - 7）全过程造价咨询服务费：参照中价协[2013]35 号文件进行计算。
 - 8）工程招标代理费：发改价格【2015】299 号文规定；
 - 9）水土保持补偿费：依据新发改规[2021]12 号。
 - 10）质量检测费：《关于印发新疆建设工程质量检测收费项目市场参考价的通知》（新建质协【2022】4 号）文件。
 - 11）场地准备及临时设施费：依据建标【2011】1 号文计取。
 - 12）工程保险费：根据《市政工程设计概算编制办法》建标【2011】1 号文规定计算。
 - 13）安全性评价服务费：根据新发委收费[2017]1404 号文《新疆维吾尔自治区安全性评价服务费基准价》计取。
 - 14）联合试运转费：建标【2007】164 号文。
 - 15）预备费按暂估，第一二部分工程费用之和的 5%-8%计取。

7.3建设投资估算

表 7-1 一期估算汇总表

序号	工程或费用名称	概算价值(万元)				
		建筑 工程费	安装 工程费	设备 购置费	其他费	合计
一	工程费用	4957.28	1862.35	3117.78	0.00	9937.41
(一)	制汽能源站	1329.00	669.20	2857.78	0.00	4855.98
1	土建	1329.00				1329.00
2	HP-Co-16t/h/0.6MPa 大焓差柔性制汽 机组		480.00	1920.00		2400.00
3	1#制汽能源站高温储罐		162.00	648.00		810.00
4	低温罐		27.20	108.80		136.00
5	其他设备			180.98		180.98
(二)	余热回收站	532.49	0.00	0.00	0.00	532.49
1	土建	532.49				532.49
(三)	暖通		701.20			701.20
(四)	蒸汽管道	1256.27				1256.27
(五)	热水管道	1734.52				1734.52
(六)	自控系统			260.00		260.00
(七)	电气工程		491.95			491.95
(八)	室外配套工程	105.00				105.00

二	工程建设其他费用	0.00	0.00	0.00	1546.32	1546.32
1	建设项目前期工作咨询费				35.78	35.78
2	项目建设管理费				11.93	11.93
3	工程建设监理费				214.65	214.65
4	工程勘察费				59.62	59.62
5	工程设计费				357.75	357.75
6	施工图审查费				4.77	4.77
7	工程造价咨询服务费				71.55	71.55
8	招标代理服务费				35.78	35.78
9	环境影响咨询服务费				11.93	11.93
10	水土保持补偿费				12.15	12.15
11	工程质量检测费				166.95	166.95
12	安全性评价服务费				26.31	26.31
13	场地准备费及临时设施费				59.62	59.62
14	工程保险费				35.78	35.78
15	水土保持方案编制费				24.29	24.29
16	联合试运转费				78.92	78.92
17	征地费				338.55	338.55
三	预备费	0.00	0.00	0.00	574.19	574.19
四	建设期利息				235.95	235.95

五	项目总估算	4957.28	1862.35	3117.78	2356.45	12293.87
---	-------	---------	---------	---------	---------	----------

表 7-2 整体估算汇总表

序号	工程或费用名称	概算价值(万元)				
		建筑	安装	设备	其他费	合计
		工程费	工程费	购置费		
一	工程费用	20879.2	9349.2	18434.5	0.0	48662.9
(一)	制汽能源站	7702.16	4173.37	17484.48	0.00	29360.01
1	土建	7702.16				7702.16
2	HP-Co-22t/h/0.8MPa 大焓差柔性制汽机组		480.00	1920.00		2400.00
3	HP-Co-58t/h/0.9MPa 大焓差柔性制汽机组		1138.91	4555.64		5694.55
4	HP-Co-35t/h/0.10MPa 大焓差柔性制汽机组		1374.55	5498.18		6872.73
5	1#制汽能源站高温储罐		162.00	648.00		810.00
6	1#制汽能源站新增高温储罐		384.38	1537.53		1921.91
7	2#制汽能源站高温储罐		463.91	1855.64		2319.55
8	1#制汽能源站低温罐		27.20	108.80		136.00
9	1#制汽能源站新增低温罐		64.54	258.15		322.69
10	2#制汽能源站低温罐		77.89	311.56		389.45
11	其他设备			180.98		180.98
12	新增其他设备			610.00		610.00

(二)	余热回收站	2457.1				2457.1
1	土建	2457.1				2457.1
(三)	暖通		3425.9			3425.9
(四)	蒸汽管道	8500.0				8500.0
(五)	热水管道	1800.0				1800.0
(六)	自控系统			950.0		950.0
(七)	电气工程		1750.0			1750.0
(八)	室外配套工程	420.0				420.0
二	工程建设其他费用				7383.56	7383.56
1	建设项目前期工作咨询费				160.59	160.59
2	项目建设管理费				53.54	53.54
3	工程建设监理费				963.53	963.53
4	工程勘察费				267.65	267.65
5	工程设计费				1605.88	1605.88
6	施工图审查费				21.41	21.41
7	工程造价咨询服务费				321.18	321.18
8	招标代理服务费				160.59	160.59
9	环境影响咨询服务费				53.54	53.54
10	水土保持补偿费				54.52	54.52
11	工程质量检测费				749.41	749.41

12	安全性评价服务费				118.12	118.12
13	场地准备费及临时设施费				267.65	267.65
14	工程保险费				160.59	160.59
15	水土保持方案编制费				109.04	109.04
16	联合试运转费				354.26	354.26
17	征地费				1962.07	1962.07
三	预备费				2802.32	2802.32
四	建设期利息				1151.18	1151.18
五	项目总估算	20879.22	9349.24	18434.48	11337.06	60000.00

一期工程总投资 12293.87 万元，其中工程费用 9937.41 万元，工程建设其他费为 1546.32 万元，预备费为 574.19 万元。建设期利息 235.95 万元。

整体项目投资总投资为 60000 万元，其中工程费用 48662.9 万元，工程建设其他费为 7383.56 万元，预备费为 2802.32 万元。

7.4资金来源

整体总投资 60000 万元，其中专项债资金 18000 万元，银行贷款资金 42000 万元。

表 7-3 一期资金筹措及各年计划表

序号	项 目	合 计	建设期		占总投资比例
			第 2026 年（一期）	0	
一	资金筹措（1+2+3）	12293.87	12293.87	0.00	100.00%
1	专项债券	12293.87	12293.87	0	100%

2	其他资金	0	0	0	0.00%
3	银行贷款资金筹措	0	0	0.00	0.00%
二	占总投资比例	100.00%	100.00%	0.00%	

表 7-4 整体项目资金筹措及各年计划表

序号	项目	合 计	建设期		占总投资比例
			第 2026 年（一期）	2030 年（整体项目）	
一	资金筹措（1+2+3）	60000	12293.87	47706.13	100.00%
1	专项债券	18000	12293.87	5706.13	30.00%
2	其他资金	0			0.00%
3	银行贷款资金筹措	42000	0	42000	70.00%
二	占总投资比例	100.00%	20.49%	79.51%	100.00%

7.5项目融资方案

专项债资金 1.8 亿元，利率按 1.95%计算，期限为 15 年。

银行贷款 42000 万元，利率为 3.5%计算，期限为 20 年。

具体还款方式见还本付息表。

7.6债务清偿能力评价

7.6.1 全年供汽/供热量

7.6.1.1 一期工程

完成一期工程后，全年制备工业蒸汽总量 22.4 万吨，供暖热量 5.82 万 GJ。

表 7-5 一期工程全年供汽/供热构成（~2025 年）

供热类型	供暖期 （万吨）/（万 GJ）	非供暖期 （万吨）/（万 GJ）	合计 （万吨）/（万 GJ）
企业采暖	5.8	0	5.8
工业蒸汽	11.2	11.2	22.4

7.6.1.2 整体项目

本项目达产后，全年制备工业蒸汽总量 176 万吨，供暖热量 15 万 GJ。

表 7-6 整体项目全年供汽/供热构成（~2030 年）

供热类型	供暖期 （万吨）/（万 GJ）	非供暖期 （万吨）/（万 GJ）	合计 （万吨）/（万 GJ）
企业采暖	15	0	15
工业蒸汽	88	88	176

7.6.2 本项目新增销售额

通过本项目可以向高新区供应工业蒸汽和供暖，结合制汽、供暖成本和经营状况，建议向用户售汽价格和供热价格如下表所示。

表 7-7 建议售汽价格

供热类型	供应蒸汽	供应热水
销售单价	167 元/吨	28.28 元/GJ

7.6.2.1 一期工程

完成一期工程后，供应 22.4 万吨工业蒸汽和 5.82 万 GJ 供暖热量，新增销售额为 3906 万元，见附表。

表 7-8 本项目销售额分析（一期工程）

供热类型	全年供汽量（万吨）/ 去年供热量（万 GJ）	销售单价（元/吨）/ （元/GJ）	销售额（万元）
企业采暖	5.82	28.28	165
工业蒸汽	22.4	167	3741
合计	—	—	3906

7.6.2.2 整体项目

本项目达产后，供应 176 万吨工业蒸汽和 15 万 GJ 供暖热量，新增销售额为 29816 万元，如下表所示。

表 7-9 本项目销售额分析（整体项目）

供热类型	全年供汽量（万吨）/ 去年供热量（万 GJ）	销售单价（元/吨）/ （元/GJ）	销售额（万元）
企业采暖	15	28.28	424.2
工业蒸汽	176	167	29392
合计	—	—	29816

7.6.3 项目成本分析

7.6.3.1 低压蒸汽供汽能源成本

基础能源（电厂供热量）按 15 元/GJ 计算。
升压能源（购买国网谷电和平期电），低谷期和平期平均电价按 0.3297 元/kWh，考虑容量费为 0.3826 元/kWh。

（1）一期工程

一期工程完成后，本项目制备 0.8MPa 工业蒸汽的综合能源成本 96.4 元/吨（不含投资折旧分摊），电厂直购蒸汽成本为 118.6 元/吨（不含投资折旧分摊）。

因此，一期工程供应 22.4 万吨压力为 0.3~1.5MPa 的工业蒸汽所消耗国网电力、电厂热力、软水的供汽能源成本为 2266 万元。

（2）整体项目

整体项目达产后，本项目制备 0.8MPa 工业蒸汽的综合能源成本 96.4 元/吨（不含投资折旧分摊），电厂直购蒸汽成本为 118.6 元/吨（不含投资折旧分摊）。

因此，整体项目供应 176 万吨工业蒸汽所消耗国网电力、电厂热力、软水的供汽能源成本为 18210 万元。

7.6.3.2 工资及福利费

根据克拉玛依市年平均工资水平，按每人每月 12000 元计算，则：

- （1）一期工程：需增加人员 5 人，年工资福利费 72 万元。
- （2）整体项目：需增加人员 40 人，年工资福利费 576 万元。

7.6.3.3 修理费

修理费按固定资产原值的 1%计提，则：

- （1）一期工程：修理费年提存 62.4 万元。
- （2）整体项目：修理费年提存 368.7 万元。

7.6.3.4 固定资产基本折旧费

固定资产原值包括建筑及其他资产和设备投资，折旧费采用平均年限法计算，建筑折旧年限 30 年，设备折旧 20 年考虑残值率 5%：

- （1）一期：年折旧额 467 万元。
- （2）整体项目：年折旧额 2000 万元。。

7.6.3.5 利息支出

利息指长期借款利息、流动资金借款利息及短期借款利息之和。见附表

7.6.3.6 总成本费用

总成本费用是指项目在一年内为生产和销售而花费的全部成本和费用，本项目每年总成本费用见附表。

7.7 主要评价指标

一期工程：财务内部收益率所得税后 4.5%。财务净现值（i=5%）所得税后为 5229.4 万元；均大于零。这表明项目除能满足行业最低要求外，还有一定的盈余资金。所得税前投资回收期 12.3 年。所得税后投资回收期 12.8 年。财务评价的结论是项目可行。

整体项目：财务内部收益率所得税后 10.12%，高于行业基准收益率 5%。财务净现值（i=5%）所得税后为 57119 万元；均大于零。这表明项目除能满足行业最低要求外，还有一定的盈余资金。所得税前投资回收期 6.57 年。所得税后投资回收期 8.54 年。财务评价的结论是项目可行。

7.8 财务可持续性评价

根据以上财务分析得出，本项目收入远远大于支出，因此本项目在财务上是可持续经营的。

第8章 项目影响效果分析

8.1 经济影响分析

通过上节分析，可看出本项目在经济上是满足运营要求的，从经济影响分析角度考虑本项目可行。

8.2 社会影响分析

社会稳定是新疆跨越式发展的基本前提，中央对新疆的稳定工作十分重视，从确保全国大局稳定和国家长治久安的战略高度，把握国际国（内）形势，把新疆的稳定置于全国稳定的大局中进行研究。新疆维吾尔自治区人民政府各职能部门从新疆实际出发，始终把维护社会稳定放在重要的位置，不断加强和创新社会管理。千百年来新疆的发展史一再证明，在新疆，没有民族团结，没有社会稳定的政治局面，一切都是空想、空谈。

城镇供热是关乎民生保障的重要公共服务，其稳定运行对社会和谐至关重要。城镇供热作为基本民生服务，直接关系到民众的冬季生活质量和社会的和谐稳定。在我国北方地区，供热更是冬季最基本的民生需求，其稳定性具有重要的社会意义。

普遍服务保障社会公平：城镇供热普遍服务是指政府为保障全体居民基本权利，通过法律法规促使经营者以可承受的价格向全体居民提供无差别的供热服务。这包括三个核心内涵：一是供热服务的全面覆盖，保证所有用户都能获得服务；二是价格可承受，政府需对热价进行限制，维持在绝大多数居民能够承受的范围内；三是非歧视性服务，不论用户位置远近、收入高低，都应获得价格与质量无差别的服务。

社会稳定的基石：供热服务的中断或质量不达标易引发群体性不满情绪，特别是在极端天气条件下，可能直接威胁居民基本生存，导致社会矛盾激化。供热问题不仅是个体生活问题，更是关乎公共安全和社会稳定的政治问题。

当前，华电克拉玛依电厂的供能力已经达到饱和，该电厂不仅是克拉玛依市广盛供热公司所辖的三平镇、高新区部分建筑供暖的热源，还是克拉玛依市区集中供热的主要热源。随着电力市场化全面推广，华电克拉玛依电厂需全年为电网可再生能电力调峰，将会影响电厂的供热出力。在近年来的严寒期，华电克拉玛依电厂已经出现热源紧张的局面，为此，克拉玛依市区热网还需开启能源

成本高昂的燃气锅炉保障民生供暖。

本项目在满足克拉玛依高新区内工业用热（供汽）需求的同时，还显著提升了白碱滩三平镇、金龙镇以及高新区部分建筑民生供暖（合计约 95MW）的热源保障能力：① 该项目建设的电厂余热回收热泵站，实现了华电克拉玛依电厂乏汽余热的高效回收利用，增加了克拉玛依市广盛供热有限责任公司热网首站的实际热源能力；

进而，本项目还是保障克拉玛依市城镇民生供热的重要举措。

8.2.1 编制依据

- （1）国家计划委员会办公厅颁发的《投资项目可行性研究指南（试用版）》；
- （2）发改投资【2012】2492 号关于印发《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法》的通知；
- （3）新发改投资（2012）990 号关于印发《自治区发展改革系统关于实施固定资产投资重大项目社会稳定风险评估工作的指导意见（试行）》的通知；

8.2.2 社会稳定风险分析

本项目的建设主要对影响社会稳定的风险进行界定，应认真分析项目实施后引起的异议，遭到损失后引起社会不稳定的风险。主要有以下几种可能性：

- （1）项目合法性、合理性遭质疑的风险

本项目经过充分可行性论证。严格按照有关法规实施，程序合法，手续齐全。整个项目符合克拉玛依市高新区国民经济和社会发展规划、土地利用总体规划、城乡规划，是一个民生工程，为居民谋福利的项目。实施过程中应当注意决策民主、程序正当、结果公开。

因此，本项目合法性不宜受到质疑，合理性风险较小，该类风险发生可能不大。

- （2）项目可能造成环境破坏的风险

本项目扩建热源及新建、改建热网会对建设场址的社会、自然环境，群众的生产活动产生影响。项目建设过程中通过合理的施工组织设计和有效监管控制，避免不必要的填挖，破坏自然环境，做好文明施工措施，控制施工及运营期间的噪音污染，施工完毕后进行环境恢复。

该项目建成后，将改善克拉玛依市高新区的生态环境，能够充分减少城区“小煤炉”的占比，满足群众不断增长的物质和文化生活需要。该项目建设对于构建和谐文明社会、促进社会稳定、

促进社众群众物质文明和精神文明的同步建设、全面建设小康社会具有非常重要的作用。

该类风险可控，发生可能性较小。

（3）项目可能引发社会矛盾风险

本项目热网建设会涉及横穿生活区道路，会对周边居民出行造成一定程度的影响。项目实施过程中及时修建临时便道，通过社区居委会提前告知，并进行项目建成效果的有效介绍，合理安排出行时间，最大程度减少对交通的影响，以促进项目区所有企业及群众的理解和支持。

该类风险发生的可能性较小。

8.2.3 社会稳定风险防范措施

（1）健全领导机构，加强项目管理

建设方负责协调解决项目实施过程中的工程管理、资金保障等工作，政府相关部门进行综合协调和必要的保障措施，确保项目的顺利进行。并建立了施工单位自检，定期不定期抽检，并由建设局质量监督站对工程质量安全实施政府监督。

（2）明确工作职责，做好涉稳预案

对项目实施中的涉稳问题，做到职责明确、分工具体、工作有序。同时建立严格的维稳信息报送制度，做好涉稳预案。加强涉稳信息的收集、分析和研判，加大矛盾纠纷的排查化；及时解决矛盾。

（3）加强治安管理，保证项目的顺利实施

与相关辖区派出所的民警加强联系，做好项目所涉辖区的治安管理，深入排查和掌握可能存在的涉黑涉恶问题，保证项目的顺利安全实施。

（4）落实安全责任制，保障施工安全

在项目施工过程中，强化安全教育，增强工程施工人员的安全意识。项目施工要落实安全责任；明确专职安全责任人，制定安全奖惩措施。对发现的安全隐患，必须限期整改，并对责任人和责任单位进行批评教育；对于施工过程中出现的安全事故，一定要按程序及时报告及时处理。

8.2.4 社会影响评价

本项目是保障克拉玛依市高新区工业供热，相关领导高度重视，通过该项目全方位的社会稳定风险评估，认为该项工程建设过程中产生矛盾和纠纷等不稳定因素是客观存在的，但都在可控的

范围内，只要及时发现和妥善化解矛盾，扎实做好防范工作，就能有效防范化解不稳定因素。

故本项目的实施社会稳定风险程度很小。

8.3 生态环境影响分析

8.3.1 项目建设对环境的影响

本工程建设工程中对环境影响因素主要是由以下几个方面：

- （1）施工中产生的飞尘对周边居民和环境影响；
- （2）施工中产生的建筑垃圾；
- （3）施工中管线开挖造成的植被破坏。

8.3.2 项目建设环境保护执行标准

- （1）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）
- （2）《声环境质量标准》（GB3096-2008）
- （3）《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）
- （4）《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）

8.3.3 项目施工过程中产生的污染物对环境的影响

8.3.3.1 噪声保护减缓措施

- （1）施工管网道路周围有环境敏感目标的，需采用临时的隔声围护结构或吸声屏障；将施工中产生噪声对敏感目标的影响降至最小；给在较高声源附近工作时间较长的工人发放防声耳塞，合理安排工作人员作业时间或进行工作轮换。
- （2）选用低噪声机械设备或带隔声消声的设备。
- （3）施工时注意选择效率高、噪声低的机械，严格正确操作，使之维持最佳工作状态和最低声级水平。
- （4）严禁高噪声设备在夜间休息时间作业。
- （5）施工设备及车辆在施工运行时，禁止乱鸣喇叭，噪声源强大的作业尽量在白天进行，最大限度地控制噪声污染程度和范围。

（6）如因工程施工要求不能避开夜间作息时间施工，施工单位必须报请环保局的批准，采取《施工期应急防范措施》。

8.3.3.2 粉尘保护减缓措施

（1）在施工机械如各搅拌机运行时，施工时应随时洒水防止扬尘。对操作人员实行卫生防护，如配带口罩、风镜等。

（2）运输供热管道等材料，应进行加固措施，并加盖篷布，以减少运输过程中产生的粉尘。同时对于施工弃土的运输也应加盖篷布，以避免清运过程中产生的粉尘影响运输道路沿途的空气质量。

（3）运输建筑材料的道路应经常洒水，以减少扬尘污染。

（4）文明施工，对施工机械进行适当的保养、维修和操作，以减少施工作业中大气污染物的排放。

（5）根据管网敷设的要求，施工现场应实行封闭管理，并应采用硬质围挡。市区主要路段的施工现场围挡高度不应低于 2.5m，一般路段围挡高度不应低于 1.8m。围挡应牢固、整洁。距离交通路口 20m 范围内占据道路施工设置的围挡，其 0.8m 以上部分应采用通透性围挡，并应采取交通疏导和警示措施。

8.3.3.3 固体废弃物保护减缓措施

（1）为防止水土流失，施工过程中切实作好施工材料如砂石料的储存管理，避免水土流失发生。

（2）建设方应从土石方平衡考虑，对于表层土设置临时堆放场地进行暂时堆放，用于工程施工后期植被的覆土。

（3）施工人员的生活垃圾，不能随意倾倒、抛弃、转移和扩散，施工中的生活垃圾应集中堆放运输，或直接就近堆放于施工现场附近垃圾堆放点。

（4）本工程施工结束后，对地表的开挖而产生部分建筑垃圾，应将这些垃圾运往环保部门指定的收集地点。

8.3.3.4 水环境保护减缓措施

（1）工程施工期施工人员应集中住宿在供排水设施较完善的临时施工用房，不在施工线路上随意设置施工人员临时居住用房，故施工过程中生活污水不会对本工程所在区域水环境产生不利影响。

（2）施工生产废水多为冲洗水，施工机械清洗、维修等含油废水，可在施工所在区域现有市政排水管网入水口定点统一清洗、维修，避免废水随意排放对施工所在区域水环境造成不利影响。

（3）施工废料、地表清除物等集中堆放并及时清运或按规定处理，防止污染区域水环境。

8.3.3.5 社会环境保护、减缓措施

（1）施工期

1）施工期间，受到影响的交通道路、水管线、电杆、电缆等相关设施，需提前进行施工准备，并尽量缩短工期，以减少对区域公共设施造成不必要的影响。

2）施工期间对沿线的植物应进行保护，并适时进行浇灌，防止因施工原因造成的植物的失水死亡。

3）在对特殊敏感点进行施工时，应架设防护栏，以保证居民的出行安全。

（2）运营期

本工程运营后，热源及供热管网便开始运行，采取防护措施后运行期间对区域内社会环境产生的影响很小。

8.3.4 项目运营主要污染源及污染物排放估算

本项目主要污染物来自电厂余热回收首站及制汽能源站，无污染物排放。

8.3.4.1 废水

本项目产生的废水主要有生活污水、主厂房生产排水、设备冷却水等。

8.3.4.2 噪声

本项目的主要噪声源为风机、水泵等，主要设备噪声水平如下表所示：

表 8-1 主要设备噪声水平

设备名称	数量（台）	单级噪声 dB（A）	备注
鼓风机	2	~85	
引风机	1	~85	

循环水泵	2	~85	
------	---	-----	--

8.3.5 主要污染治理措施

8.3.5.1 废水治理

本项目生产用水主要用于蒸汽生产，无废水产生。

8.3.5.2 噪声治理

主要产噪设备包括泵类、风机、空压机等，主要防止措施如下：

- （1）首先要从声源上进行控制，在设备选型、定货是尽可能选用低噪声设备且对设备供应厂家提出降低噪声的要求。
- （2）门窗选择隔声门、隔声窗，墙体采用吸声材料，降低噪声影响。
- （3）主要噪声源如鼓风机等都集中布置在厂房内，如鼓风机应在进风口加装进气消声器，风机房门窗采用隔声门、隔声窗，墙体采用吸声材料
- （4）空压机进行基础减震、厂房屏蔽，空压机房门窗采用隔声门、隔声窗，墙体采用吸声材料。
- （5）对电机、泵类、某些风管等因振动辐射产生噪声的设备，应安装隔振座，弹簧减震器等，设备与管道应采用软连接和避震喉。
- （6）配套泵房和脱硫泵房门窗采用隔声门、隔声窗，墙体采用吸声材料。
- （7）加强个人防护，应充分重视操作人员的劳动保护，为其发放耳塞、耳罩，并设置操作人员值班室，避免操作人员长期处于高噪声环境中。

8.3.5.3 厂区绿化

为进一步防尘降噪，美化和改善周边环境，在厂区内的道路两旁及空闲地种植花草或树木。

8.4 资源和能源利用效果分析

节约能源、建设节约型社会，是我国经济发展的意向长期战略任务，要认真贯彻《中华人民共和国节约能源法》，执行相关的设计规范，注意节能工作。

8.4.1 节约及合理利用能源的措施

8.4.1.1 选择高效、低耗能的主辅机设备

- （1）各工艺系统选用高效节能型的风机、水泵及电机等，提高能源的有效利用率。
- （2）各专业合理选择设备容量，避免出现大马拉小车和位于低效率区工作的浪费情况。
- （3）选用节能型电力变压器，降低变压器的损耗。
- （4）选用高效的照明光源，减少厂用电消耗。

8.4.1.2 工艺系统设计中采取的节能措施

- （1）在热力系统设计中进行优化，减少不必要的阀门，减少管网系统事故隐患点，减少系统跑、冒、滴、漏的损失。
- （2）本工程所有转动机械均要求在高效区运行，一次风机、引风机采用高压变频调速。二次风机采用低压变频调速。
- （3）输煤系统在破碎机前增加筛子，使破碎机耗电减少 50%，能节约大量用电。
- （4）热网循环水泵采用分阶段改变流量的质调节运行方式，初末寒期降低热网的循环流量，能够大量降低循环水泵的耗电量。
- （5）建筑专业充分考虑自然采光和自然通风，尽量减少人工照明和机械通风，减少建筑耗能。
- （6）各专业热力管道选择性能可靠，导热系数低的保温材料，减少供热损失，提高供热系统的总效率。
- （7）进厂煤和入炉煤设置煤量计量装置，加强煤量监控。
- （8）用电设备的无功功率补偿尽量靠近用电负荷。

8.4.1.3 材料选择中采取的节能措施

- （1）水管道和烟、风、煤管道断面选择，保证介质流速符合国内现行规范，并与水泵、风机规范相适应。
- （2）所有保温材料均采用导热系数低、保温性能优越的聚氨酯或复合硅酸盐等，以减少管道和设备的散热损失。
- （3）建筑物的围护结构采用保温性能良好的保温材料和围护结构。

8.4.1.4 节约用水的措施

在有限的水源情况下，必须采取有效的节水措施。

本工程的主要节水途径为：

- （1）一水多用，重复利用，循环使用；
- （2）主观节约用水，同时防止跑冒滴漏。

本工程的主要节水措施为：

- （1）采用闭式高温循环水供热系统，补水量低。
- （2）风机、水泵、冷渣器等辅机的冷却水采用闭式系统，大部分设备采用空冷方式，减少设备冷却水的使用，节约水耗。
- （3）除灰方式采用干式，减少厂内用水量。
- （4）为节约用水，减少外排量，建议本工程采用了回用水系统，根据用水水质的优劣阶梯利用水资源，将水质较好的排水，如新建水处理间达标外排水、冷却塔排污、部分优质未预见水量等回收，经简单过滤处理后，回用水用于水质要求不高的地方，包括冲洗地面用水、煤场喷洒用水、道路浇洒用水等。

8.4.1.5 节约原材料的措施

- （1）节约石灰石的措施
采用成熟可靠的湿法脱硫工艺技术，选择合理的钙硫比，降低石灰石耗量。
- （2）节约钢材、木材和水泥的措施
根据现场的具体情况，在进行土建结构设计时，充分考虑天然地基承载力，可以缩短工期，同时节约大量原材料。
- （3）大量采用钢模板，可节约木材，加快施工进度。
- （4）优化各建筑物和工艺设备的布置，使管道、电力等管线布置合理经济。

8.4.1.6 节约用地的措施

充分考虑灰渣的综合利用，灰、渣用罐车运至综合利用厂，厂内不设置长期堆场，节约用地。

8.4.2 热力系统节能措施

8.4.2.1 计量设施

在电厂余热回收热泵站各热力系统设置必要的计量装置，通过对各消耗品的计量数据进行分析可以诊断出热力系统的故障。电厂余热回收热泵站主要设置如下计量装置：

- （1）各热交换系统外供热量的计量；
- （2）生产用自来水流量的计量；
- （3）各热力系统补水流量的计量；
- （4）生产用电量计量。

8.4.2.2 气候补偿系统

建筑物的耗热量因受室外气温、太阳辐射、空气湿度、风向和风速等因素的影响时刻都在变化。要保证在上述因素变化的条件下，维持室内温度恒定或满足用户要求，供热系统的供回水温度就应在整个供暖期间根据室外气象条件的变化进行调节，以使锅炉供热量、散热设备的放热量和建筑物的需热量相一致，防止用户室内发生室温过低或过高的现象。

气候补偿系统就是根据室外温度的变化，实现对运行曲线的自动分段调整的系统。通过及时而有效的运行调节可以做到在保证供热质量的前提下，达到最大限度的节能。

8.4.2.3 水力平衡

供热系统能耗的高低，不仅取决于热源，而且与整个管网有关。在供热系统中，普遍存在着水力失调的问题，水力失调造成系统冷热不均，距离锅炉房较近的用户，室内温度较高，距离远的用户室内温度偏低。为保证远端用户室内温度，不得不提高管网供水温度和加大循环水量，不但很难保证供热质量，而且造成巨大浪费。

为了改善管网水力不平衡现状，节约燃料，供热管网应设置平衡阀；为了监测改造效果，应设置计量仪表：锅炉房热量表，楼栋热量表。

8.4.3 能耗及节能量计算

8.4.3.1 低压蒸汽（0.3~1.5MPa）能耗

分析当①一期工程以售电公司供电为制汽升压能源时和②整体项目以售电公司供电为制汽升压能源时，本项目构建的热电协同蒸汽高效制备工艺系统的煤耗量。

（1）当一期工程以售电公司供电为制汽升压能源时，能源站制汽系统总供汽量为 17.6 万吨，因制汽发生的煤耗为 0.39 万吨，对应的二氧化碳排放量为 1.02 万吨，单位制汽煤耗为 0.022 吨/吨蒸汽，对应的单位制汽碳排为 0.058 吨/吨蒸汽。

（2）当整体项目以售电公司供电为制汽升压能源时，能源站制汽系统总供汽量为 120 万吨，

因制汽发生的煤耗为 2.63 万吨，对应的二氧化碳排放量为 6.95 万吨，单位制汽煤耗为 0.022 吨/吨蒸汽，对应的单位制汽碳排为 0.058 吨/吨蒸汽。

表 8-2 低压蒸汽系统工程煤耗量分析

供汽压力	一期工程（~2025 年） （以售电公司供电 为升压能源）		整体项目（~2030 年） （以售电公司供电 为升压能源）	
	制汽量（万吨）	标煤耗量（万吨）	制汽量（万吨）	标煤耗量（万吨）
0.8MPa	17.6	0.39	120	2.63

8.4.3.2 建成后节能量估算

本项目针对低压工业蒸汽制备提出了新型综合供汽方案，利用吸收式热泵回收电厂循环水余热作为基础热源，远期充分利用光伏直供等零碳、低价电力，结合分布式能源站内配置的大焓差柔性蒸汽制备机组，实现园区用户的梯级用能与清洁制汽。与传统燃煤锅炉、燃气锅炉及电锅炉相比，该系统在节能性与环保性方面具有显著优势。

（1）制汽能效水平显著提升

本系统通过吸收式热泵对电厂循环水中低品位余热进行回收，将原本排入冷却塔的废热有效转化为可用热源，实现能源的梯级回收与再利用。此外，传统电锅炉的制汽性能系数（ ϵ_h ）最高仅为 1，即消耗 1 份电力可获得 1 份热能；而本项目采用的柔性梯级制汽工艺， ϵ_h 可提升至 3.3~5.9（对应制备 0.3~1.5 MPa 工业蒸汽），可在相同产汽量下将电力消耗降至电锅炉的 20%~25%。这种高效的能量利用模式显著提升了综合能效水平，降低了运行能耗与制汽成本，同时减少了能源浪费对环境造成的负担。

（2）实现了清洁能源深度融合

项目充分结合可再生能源与工业余热两类清洁能源途径。一方面，利用光伏电站实现绿电直供，减少对市网火电的依赖，提升整体用能清洁度；另一方面，系统利用电厂高温高压的冷再抽汽驱动吸收式热泵，对电厂循环冷却水进行余热回收，实现“以热驱热”，进一步提高能源利用率。这种“可再生能源+余热回收”双轮驱动模式符合国家能源结构优化与工业节能减排方向，具有明显的清洁化与可持续性优势。

（3）减煤减碳效果显著

本项目通过新型的梯级用能制汽技术替代传统燃煤锅炉，可显著降低碳排放。

在本项目近期阶段，以国网低成本电力为制汽升压能源，能源站制汽系统总供汽量为 17.6 万吨，因制汽发生的煤耗为 0.39 万吨，对应的二氧化碳排放量为 1.02 万吨，单位制汽煤耗为 0.022 吨/吨蒸汽，对应的单位制汽碳排为 0.058 吨/吨蒸汽。

在整体项目远期阶段，以国网低成本电力作为制汽升压能源，能源站制汽系统总供汽量为 120 万吨，因制汽发生的煤耗为 2.63 万吨，对应的二氧化碳排放量为 6.95 万吨，单位制汽煤耗为 0.022 吨/吨蒸汽，对应的单位制汽碳排为 0.058 吨/吨蒸汽。

与传统燃煤锅炉方式相比，本系统整体项目煤耗为其 17%左右，减少了 83%。以整体项目年产蒸汽 120 万吨计，每年可减少标煤量约 12.8 万吨，折合减排 CO₂约 33.8 万吨，并同步减少粉尘、二氧化硫及氮氧化物等污染物排放。这对改善区域空气质量、推动绿色低碳发展具有显著作用，同时也有助于企业获得碳减排收益，实现经济与环保的双重价值。

综上，本项目在能源利用、清洁生产与碳减排方面均具备突出优势，完全符合国家“双碳”战略与清洁能源发展方向，对提升区域能源系统的绿色化水平具有重要的示范意义。

8.5碳排放与“双碳”目标影响分析

《建筑碳排放计算标准》（GB/T51366-2019）

《碳中和声明标准》T/GDES 2060-2021

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）

建筑碳排放：指建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示。

建材碳排放应包含建材生产阶段及运输阶段的碳排放，并按现行国家标准《环境管理 生命周期评价 原则与框架》GB/T 24040、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》GB/T 24044 计算。

提倡低碳生活，意指较低（更低）的温室气体（二氧化碳为主）排放。随着世界工业经济的发展、人口的剧增、人类欲望的无限上升和生产生活方式的无节制，世界气候面临越来越严重的问题，二氧化碳排放量越来越大，地球臭氧层正遭受前所未有的危机，全球灾难性气候变化屡屡

出现，已经严重危害到人类的生存环境和健康安全，即使人类曾经引以为豪的高速增长或膨胀的 GDP 也因为环境污染、气候变化而大打折。

第9章 项目风险管控方案

9.1 风险识别和管控方案

建设项目都必须独立承担建设期间及经营活动中的各种风险。因此，只有对各种风险进行准确地识别、分析、控制和转移，建设项目才能得以生存、发展和壮大，本报告根据项目本身的特点，从主要风险识别入手，分析各种风险程度，并提出相应的防范和降低风险对策。

9.1.1 风险识别及风险程度分析

（1）工程工期风险

鉴于项目目前准备阶段和实施过程中，虽然准备充足，但仍有很多不确定问题存在，诸如项目建设用地的地质详勘尚未详细进行、项目施工进度尚未制定详细计划等均将影响项目的建设工期；此外，项目管理手段及效率也会影响项目本身的建设工期。正常情况下，该风险程度一般。

为了减少或降低影响项目工期正常进行的风险和因素，需针对不同的影响因素制定相应的防范措施，准备相应的预案，给项目实施的各个阶段的工期安排一定的弹性。

（2）工程施工期风险

针对本次工程的特殊性，为了减少施工造成的安全事故，每个工种和工序要合理安排，组织衔接，工人进行岗前培训，针对特色工种要执证上岗。脚手架、吊篮等施工机械、工具、辅助设施的搭建、施工一定要严格按照规范实施。搭建行人通道和遮挡设施建设行人直接暴露在施工作业面的几率。加强安全意识管理，成立专门安全小组，加强管理，建立奖惩制度等从意识、制度上保证。综上所述，本项目在工程施工期存在的风险从风险性质来看，属于一般性风险，通过良好的管理机制和人员的及时到位，是可以避免的。

（3）工程质量风险

能够产生项目工程质量问题的原因主要来自于项目管理水平、材料质量、施工技术手段和工人施工能力，也来自于工期紧张可能造成的非正常施工操作，以及项目所需各种材料的品质保证。正常情况下，该风险程度一般。

因此，应把好设计、施工、监理等队伍选择的各个环节，所有的合作和服务关系均按市场经济条件下依法签订的合约加以控制，建立违约赔偿制度，从而将质量风险因素降到最小程度。综上所述，

述，本项目在工程质量存在的风险从风险性质来看，属于一般性风险，通过良好的管理机制和控制是可以避免的。

4、资金风险

对于市场建筑材料的价格变化情况关注度不够等会对项目的实施造成一定的影响。

表 9-1 风险因素与风险程度分析表

序号	风险因素名称	风险程度					说明
		灾难性	严重	较大	一般	很小	
1	市场风险					◎	
	市场需求量						
	竞争能力						
	户型、价格						
	市场定位						
2	资源风险					◎	
	土地						
3	技术风险						
	先进性						
	适用性					◎	
	可靠性					◎	
4	工程风险					◎	
	工程好水文地质						
	工程量						

序号	风险因素名称	风险程度					说明
		灾难性	严重	较大	一般	很小	
5	资金风险						
	贷款利率						
	资金来源中断					◎	
	资金供应不足					◎	
6	政策风险					◎	
	政治条件变化						
	经济条件变化						
	政策调整						
7	外部协作条件风险						
	交通运输					◎	
	供水和供电					◎	
8	社会风险					◎	
9	其他风险						

根据列表，本项目的实施，风险程度很小。

9.1.2 保障措施

（1）建立强有力的组织保障

项目的建设和管理是一项影响面广、工作难度大、要求高的社会系统工程，项目的建设涉及发改、财政、城建、土地等多个部门。通过建立强有力的组织领导机构和统一、高效、科学、务实的管理机构和运行机制，负责全面协调项目实施过程中的各项工作，督促检查相关配套政策的执行情况，保证项目的顺利实施。

（2）资金保障措施

采取积极有效的措施，落实项目建设所需的各项资金。积极争取各方面对工程建设的资金投入。在用好、管好中央预算内资金的同时，积极筹措项目内部设备、设施所需配套资金，制定切实可行的资金筹措方案，保证项目能够如期完成。

建立风险预警机制，密切关注市场建筑材料的价格变化情况，推行工程量清单计价，将工程招标放在建筑材料市场价格较低的时间，降低工程建设费用。

在建设中还应加强项目财务收支管理，节约财务支出，建立严格的财务管理制度。加快项目建设进度，要求工程监理人员对施工过程的工程量计量、结算进行全过程监控，及时解决施工过程中遇到的实际问题，及时调整相应的工程费用，保证工程项目建设顺利进行。

（3）工程施工保障措施

做好设备采购和工程招标工作。实行公开招标，选择资质等级高、社会信誉好，同时投标技术方案成熟、施工组织设计完善、工程报价合理的施工、监理企业参与本项目的工程建设。从源头堵住由于施工企业能力不足可能造成的风险因素。

在施工过程中，按照预期制定的总进度计划，实施阶段落实。要求施工企业建立质量保证和进度控制体系，要求施工现场实现标准化、规范化、制度化，对工程进度、质量、安全实行全过程控制。

9.2 重大项目社会稳定风险管控方案

社会稳定是新疆跨越式发展的基本前提，中央对新疆的稳定工作十分重视，从确保全国大局稳定和国家长治久安的战略高度，把握国际国（内）形势，把新疆的稳定置于全国稳定的大局中进行研究。

新疆维吾尔自治区人民政府各职能部门从新疆实际出发，始终把维护社会稳定放在重要的位置，不断加强和创新社会管理。千百年来新疆的发展史一再证明，在新疆，没有民族团结，没有社会稳定的政治局面，一切都是空想、空谈。

9.2.1 编制依据

（1）国家计划委员会办公厅颁发的《投资项目可行性研究指南（试用版）》；

（2）发改投资【2012】2492 号关于印发《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定

风险评估暂行办法》的通知；

（3）新发改投资〔2012〕990号关于印发《自治区发展改革系统关于实施固定资产投资重大项目社会稳定风险评估工作的指导意见（试行）》的通知；

9.2.2 社会稳定风险分析

本项目的建设主要对影响社会稳定的风险进行界定，应认真分析项目实施后引起的异议，遭到损失后引起社会不稳定的风险。主要有以下几种可能性：

（1）项目合法性、合理性遭质疑的风险

本项目经过充分可行性论证。严格按照有关法规实施，程序合法，手续齐全。整个项目符合国民经济和社会发展规划、土地利用总体规划、城乡规划，是一个民生工程，为居民谋福利的项目。实施过程中应当注意决策民主、程序正当、结果公开。

因此，本项目合法性不宜受到质疑，合理性风险较小，该类风险发生可能不大。

（2）项目可能造成环境破坏的风险

本项目对建设场址的社会、自然环境，群众的生产活动产生影响。项目建设过程中通过合理的施工组织设计和有效监管控制，避免不必要的填挖，破坏自然环境，做好文明施工措施，控制施工及运营期间的噪音污染，施工完毕后进行环境恢复。

该类风险可控，发生可能性较小。

（3）项目可能引发社会矛盾风险

该类风险发生的可能性较小。

9.2.3 社会稳定风险防范措施

（1）健全领导机构，加强项目管理

相关政府进行综合协调和必要的保障措施，确保项目的顺利进行。并建立了施工单位自检，定期不定期抽检，并由建设局质量监督站对工程质量安全实施政府监督。

（2）明确工作职责，做好涉稳预案

对项目实施中的涉稳问题，做到职责明确、分工具体、工作有序。同时建立严格的维稳信息报送制度，做好涉稳预案。加强涉稳信息的收集、分析和研判，加大矛盾纠纷的排查化；及时解决矛盾。

（3）加强治安管理，保证项目的顺利实施

与相关辖区派出所的民警加强联系，做好项目所涉辖区的治安管理，深入排查和掌握可能存在的涉黑涉恶问题，保证项目的顺利安全实施。

（4）落实安全责任制，保障施工安全

在项目施工过程中，强化安全教育，增强工程施工人员的安全意识。项目施工要落实安全责任；明确专职安全责任人，制定安全奖惩措施。对发现的安全隐患，必须限期整改，并对责任人和责任单位进行批评教育；对于施工过程中出现的安全事故，一定要按程序及时报告及时处理。

9.2.4 评价结论

本项目是通过对该项目全方位的社会稳定风险评估，认为该项工程建设过程中产生矛盾和纠纷等不稳定因素是客观存在的，但都在可控的范围内，只要及时发现和妥善化解矛盾，扎实做好防范工作，就能有效防范化解不稳定因素，故本项目的实施社会稳定风险程度很小。

9.2.5 重大风险管控应急预案

根据前述风险评价，本项目各种风险均为低风险，不存在重大危险，本项目不做应急预案专题研究。

第10章 研究结论与建议

10.1 结论

（1）推进城市基础设施的建设是中央在新的历史条件下发展壮大新疆、发挥新疆作用、促进新疆经济社会跨越式发展和长治久安做出的重大战略部署，是赋予新疆的一项重要任务，是正确处理“三大关系”、发挥新疆“三大作用”的内在要求，是增强新疆维稳能力，提高群众生活水平、率先实现共同富裕目标的重要手段，是完善新型城市发展的需要。因此，本项目的建设是非常必要的。

（2）项目建设场址具有良好的区位优势，燃料供应充足，外部水、电基础设施条件良好，建设场址地质稳定，为项目建设提供了有利的建设条件。

（3）项目的建设规模、建设方案、环境保护、实施进度安排、项目管理、投资估算与资金筹措方案是可行的。

（4）项目采用的技术比较成熟可靠，设备材料均可国内配套。项目在技术上是可行的。

（5）从本项目的风险分析来看，本项目具有一定的抗风险能力。

综上所述，克拉玛依市高新区工业供热建设项目是治理大气污染和提高能源利用率的必要手段，是提高高新区发展能力和人民生活质量的公益性基础设施建设，是落实国家节能环保政策的体现。项目完成后，对节约能源，减少烟气排放量，改善当地大气环境质量具有重要意义。本项目具备可行性和必要性，建议尽快实施，尽早投产。

10.2 存在问题及建议

为保证本项目能够顺利的进行，稳妥的建设和发展，应注意以下几点：

（1）扎实做好项目前期工作，稳步推进项目实施，按照国家基本建设程序的要求，依次做好项目初步设计、施工图设计、工程招投标等前期工作，为项目实施打好建设基础。

（2）按照建设项目的有关规定，建立项目法人责任制、工程招投标制、工程项目监理制、合同管理制。加强对改建建设资金的管理和工程质量的监督。在项目实施过程中，从设计、资金筹措、进度安排、质量控制、节能控制、环保影响及安全管理等方面进行有效控制，以降低项目成本，保证工程质量符合国家相关要求，避免建、管脱节，为项目改建后的正常运行打下坚实基础。

（3）项目投资额与工程量较大，在项目实施阶段，要做好项目资金筹措和管理工作，使工程

如期完工投入使用，按照有关规定和程序报批，做好建设资金的筹集和管理工作的，节约资金，进一步优化建设方案和投资预算。

（4）在本项目下个阶段，结合项目建设单位的实际情况、项目功能设置及特点，对建设方案进一步优化、完善，以提高投资效益，使本次拟建项目很快、更好使用创造良好条件。建议建设单位安排好拆迁进度、招标等下一步工作，尽早实施本项目。

第11章 附件附图

第12章 附件：大焓差柔性蒸汽制备机组核心部件
技术成熟度说明

一期工程 经济分析表

专项债还本付息表（一）

序号	项目名称	合计	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	长期借款																
1.1	期初借款余额			12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87
1.2	当年借款	12293.87	12293.87														
1.3	当年应计利息	3595.96	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73
1.4	当年还本金	12293.87		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12293.87
1.5	当年付利息	3595.96	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73
1.6	期末借款余额			12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	12293.87	0.00

营业收入及税金估算表（二）

序号	项目名称	税率	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	合计（万元）
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	销售收入			3905	3905.4	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	74202.40
1.1	能源站蒸汽收入			2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	2939.2	
	单价（元/吨）			167																			
	数量（吨）			176000																			
1.2	能源站热水收入			165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	

	单价（元/m2）			28.28																			
	数量（m2）			58200																			
1.3	电厂蒸汽收入			801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	801.60	
	单价（元/吨）			167																			
	数量（吨）			48000																			
2	增值税			156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	2968
3	销项税额	0.09		351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	351	6678
4	进项税额			195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	3710

总成本估算表（三）

序号	合计	建设期	运营期																			
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
总成本费用	59,600.01		3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	3,187.31	2,947.58	2,947.58	2,947.58	2,947.58	
制汽站电费(万元)	22,839.86		1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	1,202.10	
单价			0.38																			
数量（万度）			3,142.00																			
余热站电费(万	286.99		15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	

元)																					
单价			0.47																		
数量 (万度)			32.40																		
采暖电费(万元)	30.93		1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
单价			0.47																		
数量 (万度)			3.49																		
热费	9,211.20		484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80	484.80
单价			15.00																		
数量 (万GJ)			32.32																		
水费 (能源站)	405.76		21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36	21.36
单价			3.80																		
数量 (万吨)			5.62																		
工资及福利	1,368.00		72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00

直供蒸汽			569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28	569.28
修理费	1,184.76		62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36
租管廊费			36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
自用房产税			15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64	15.64
城镇土地使用费			0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
折旧费	8,876.17		467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17	467.17
摊销费	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
利息	3,595.96		239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	239.73	0.00	0.00	0.00	0.00

利润及利润分配表（四）

计算期年序	合计	建设 期	运营期																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 营业收入（不含税）	7420 2		3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905	3905
2 增值税附加	337			18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75
3 总成本费用（不含 税）	5960 0		3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	3187.3 1	2947.5 8	2947.5 8	2947.5 8	2947.5 8
4 利润总额（1-3-4）	1426 5		718.08	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	939.06	939.06	939.06	939.06
5 应纳税所得额	1426 5		718.08	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	699.33	939.06	939.06	939.06	939.06
6 企业所得税税率			0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
7 企业所得税	3566		179.52	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	234.77	234.77	234.77	234.77
8 税后利润	1069 9		538.56	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	524.50	704.30	704.30	704.30	704.30
9 提取法定盈余公积金	1070		53.86	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	52.45	70.43	70.43	70.43	70.43
10 未分配利润	9629		484.70	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	472.05	633.87	633.87	633.87	633.87

项目投资现金流量表（五）

计算期年序	合计	建设期	运营期																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	合计	
1 现金流入	80529.13		3905.39	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	4256.87	74202.40	
1.1 销售收入	74202.40		3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	3905.39	74202.40	
1.2 销项税				351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	351.49	0.00	
1.3 回收资产余值	0.00																						
1.4 其他收入	0.00																						
2 现金流出	66089.03	12293.87	2483.54	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	2850.65	66089.03	
2.1 建设投资	12293.87	12293.87		0.00																			
2.2 流动资金	0.00	0.00																					
2.3 经营成本	47127.89		2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42	2480.42		
2.4 进项税				195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	195.27	3514.85	
2.5 增值税	2815.00		3.12	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	156.22	2811.88	
2.6 增值税附加	337.43		0.00	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	337.43	
3 所得税前																						0.00	
3.1 税前净现金流量	14440.10	-12293.87	1421.85	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	1406.23	25312.12	
3.2 税前净现金流量累计		-12293.87	-10872.02	-9465.79	-8059.56	-6653.33	-5247.10	-3840.87	-2434.64	-1028.42	377.81	1784.04	3190.27	4596.50	6002.73	7408.96	8815.19	10221.41	11627.64	13033.87	14440.10		
3.3 折现系数 3%		0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55	12.96	
3.4 税前净现金流量折现值	7634.79	-11935.79	1340.23	1286.90	1249.42	1213.03	1177.69	1143.39	1110.09	1077.76	1046.37	1015.89	986.30	957.57	929.68	902.60	876.32	850.79	826.01	801.95	778.59	18230.36	
3.5 税前折现值累计		-11935.79	-10595.56	-9308.66	-8059.25	-6846.22	-5668.53	-4525.14	-3415.05	-2337.29	-1290.92	-275.03	711.27	1668.84	2598.52	3501.13	4377.44	5228.23	6054.25	6856.20	7634.79		
4 所得税	3566.24		179.52	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	174.83	234.77	234.77	234.77	234.77	3386.72	
5 所得税后	0.00																					0.00	
5.1 净现金流量	11053.38	-12293.87	1421.85	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1231.40	1171.46	1171.46	1171.46	1171.46	21925.40	
5.2 净现金流量累计		-12293.87	-10872.02	-9640.62	-8409.23	-7177.83	-5946.43	-4715.04	-3483.64	-2252.25	-1020.85	210.55	1441.94	2673.34	3904.73	5136.13	6367.53	7538.99	8710.45	9881.92	11053.38		
5.3 折现系数 3%		0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66	0.64	0.62	0.61	0.59	0.57	0.55	12.96	
5.4 净现金流量折现值	5229.43	-11935.79	1340.23	1126.90	1094.08	1062.21	1031.27	1001.24	972.08	943.76	916.27	889.59	863.68	838.52	814.10	790.39	767.37	708.75	688.11	668.07	648.61	15825.00	
5.5 折现值累计		-11935.79	-10595.56	-9468.66	-8374.58	-7312.37	-6281.09	-5279.86	-4307.78	-3364.02	-2447.75	-1558.16	-694.48	144.04	958.14	1748.52	2515.89	3224.64	3912.75	4580.82	5229.43		
项目财务内部收益率		4.46%																					
Ic=5% 项目财务净现值		5229.43																					
项目静态投资回收期		12.28																					
项目动态投资回收期		12.83																					

