

Hisense | HITACHI

双碳背景下清洁能源热泵耦合

系统解决方案

——案例分析

客户支持部—李永森

2024.4

Hisense



FIFA WORLD CUP
Qat_ar2022

2022世界杯™官方赞助商

CONTENT

01

PART

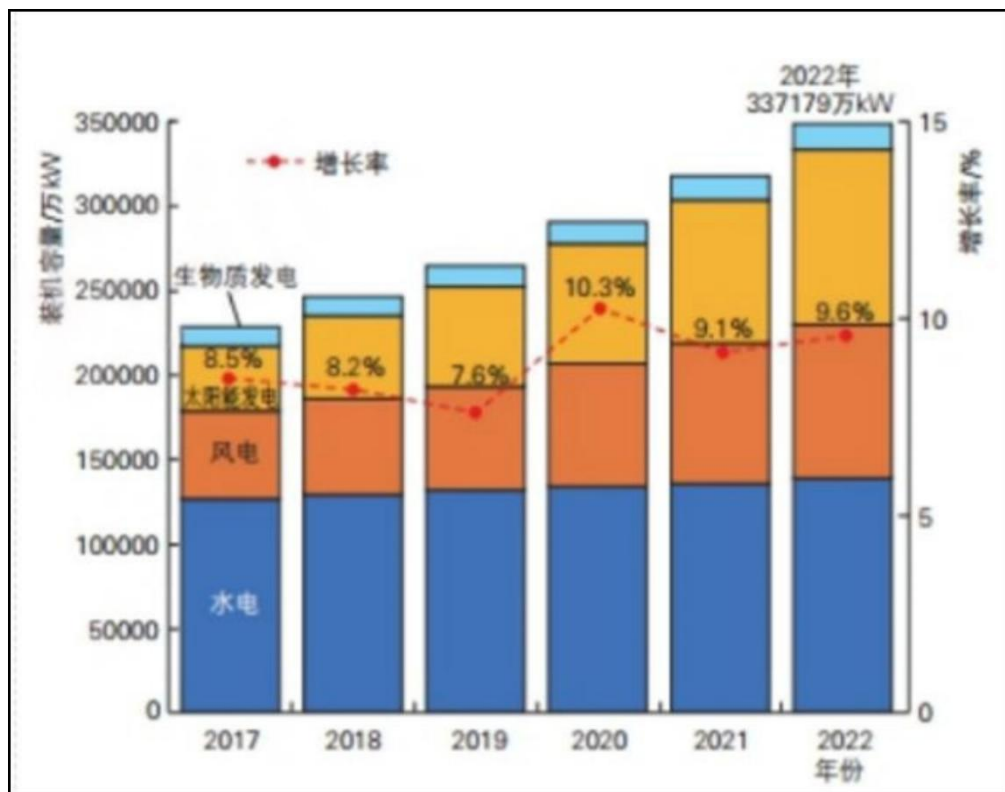
政策环境与行业方向

发展形势

一、政策环境与行业方向

清洁能源发展形式

据《中国可再生能源发展报告2022》^①全球可再生能源发电装机容量达33.72亿kw，新增装机容量达2.95亿kw，增长率为9.6%。**中国**是全球可再生能源发电新增装机容量最大贡献者，**占全球新增装机容量的51.7%**。



中国可再生能源学会
China Renewable Energy Society

首页 关于学会 新闻中心 通知公告 党建 智库 学术

首页 > 新闻中心 > 行业资讯 > 其他清洁能源

我国非化石能源发电装机容量占比超50%

发布时间：2023-06-12 14:08

国家发展改革委副主任杨荫凯11日在上海表示，当前我国的非化石能源发电装机容量占比达到50.9%，历史性超过化石能源发电装机容量。

2020年，我国提出“力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和”的发展目标。在11日举行的首届上海国际碳中和技术、产品与成果博览会开幕式上，杨荫凯说，近三年来，中国的“双碳”工作取得良好开局。通过强化政策设计，我国制定了重点领域、重点行业“双碳”实施方案和支持保障措施，构建了碳达峰碳中和“1+N”政策保障体系。加快能源转型步伐，在沙漠、戈壁和荒漠地区规划建设了大型光伏风电基地，完成煤电机组节能降碳改造、灵活性改造和供热改造超4.8亿千瓦。

①——水电水利规划设计总院

一、政策环境与行业方向

政策背景及行业分析

继提出30·60双碳总目标后，习近平总书记在党的二十大报告中特别指出，要大力 **推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型**、大力推动终端用能转型升级.....**积极推进电能替代**，力争到2025年电能占终端用能的**30%**。



| 市场分类 | 应用场景 | 主要市场分布 | 当前聚焦的市场机会 | 对策及方案 |
|---------|---|------------------------|--|------------------------------|
| 区域清洁供热 |  | 棚户区、老旧小区改造、异地搬迁、乡村振兴等 | 该市场为当前内循环的重要支撑点 市政热力配套不到位，燃气价格高 | 挖掘引导既有渠道项目机会 项目热源规划阶段提前对接 |
| 公共机构改造 |  | 党政机关、科教文卫、公检法司、国企物业 | 聚焦燃气锅炉及直燃机的公共建筑 聚焦10+年老电制冷机的公共建筑 | 挖掘引导既有渠道项目机会 帮渠道做好项目和方案支持 |
| 设施农业市场 |  | 禽畜养殖、花卉种植 菌菇养殖等设施农业 | 聚焦鸡、鸭、猪三大重点养殖方向 聚焦新希望、牧原、温氏、正邦 | 挖掘引导既有渠道项目机会 与核心客户建立战略合作 |
| 气+电存量市场 |  | 既有纯燃气锅炉供热改为“热泵+燃气锅炉” | 20年底北方燃气锅炉供热30亿m ³ 气价高涨，燃气供热公司亏损严重 | 聚焦区域内燃气供热企业 采用热泵和锅炉梯次加热 |
| 新能源投资目 |  | 区域燃煤改热泵采暖 园区及县域综合能源 | 中燃、华润等企业正布局供热市场 京能国际等企业布局综合能源市场 | 与央企战略合作，品牌入围 以项目资源换投资项目资金 |

CONTENT

02

PART

技术方案分析

产品参数 · 性能指标 · 热泵耦合

二、技术方案分析

空气源

多联机/单元机



- 高效、智慧、便捷
- 区域化、场景化

风冷热泵两联供



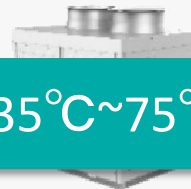
- -25~43°C正常制热
- 出水温度35~55°C

热泵热水机



- -26~48°C正常制热
- 出水温度30~60°C

风冷热泵烘干机



- 5~43°C正常制热
- 最高出风温度75°C

风冷热泵模块机



- -30~48°C正常制热
- 出水温度35~60°C

风冷螺杆热泵



- -15~43°C正常制热
- 出水温度35~55°C

覆盖供热温度范围：35°C~75°C

水源

水源多联机



- 源侧温度5~50°C
- 变流量，一级能效

磁悬浮离心热泵



- 源侧最低进水温度10°C
- 出水温度35~45°C

离心热泵



- 海水源/污水源/水(地)源热泵
- 最高出水温度55°C

螺杆热泵



- ACOP达6.23,全系一级能效
- 最高出水温度60°C

中温热泵



- 100~600RT
- 最高出水温度85°C

高温热泵

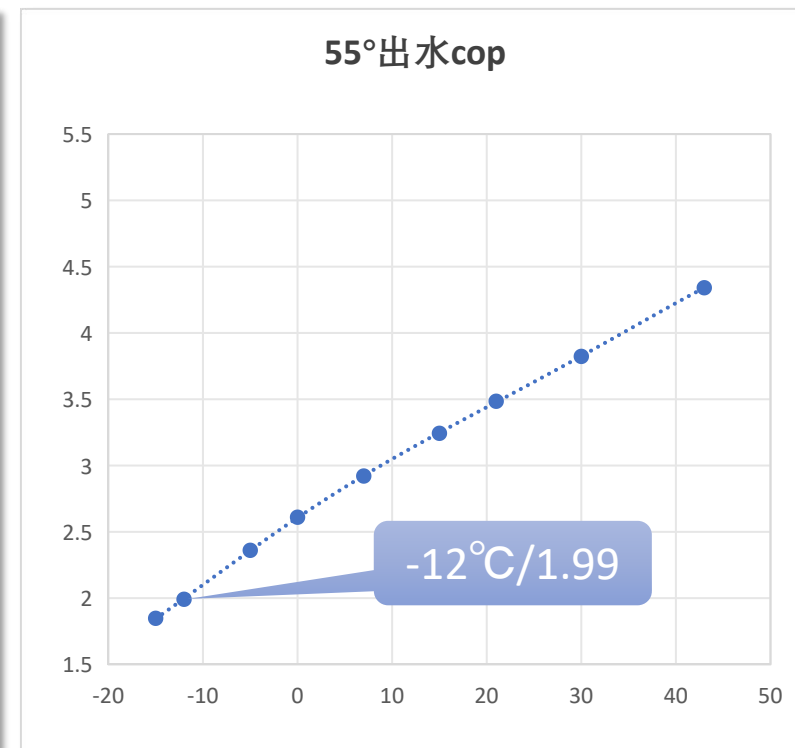
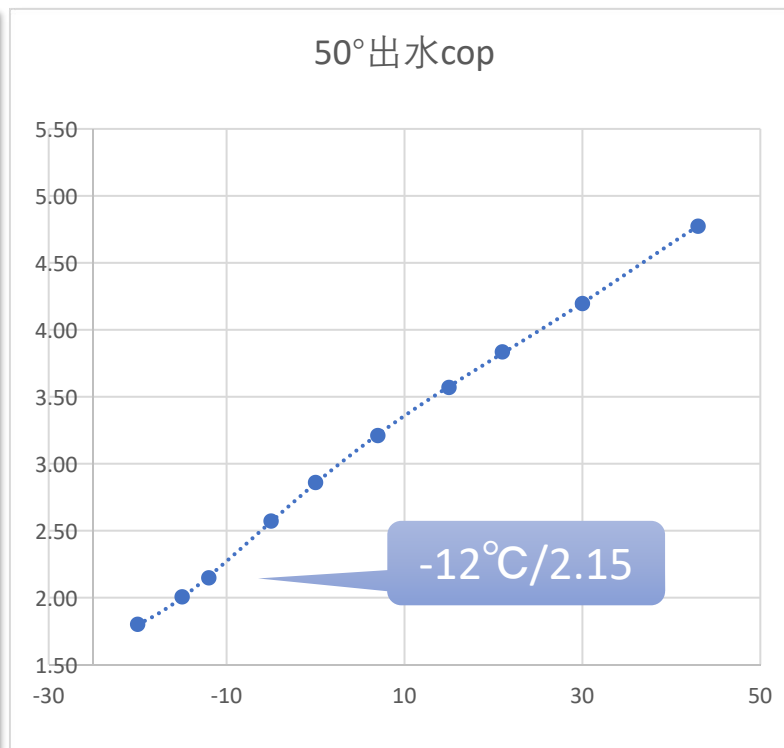
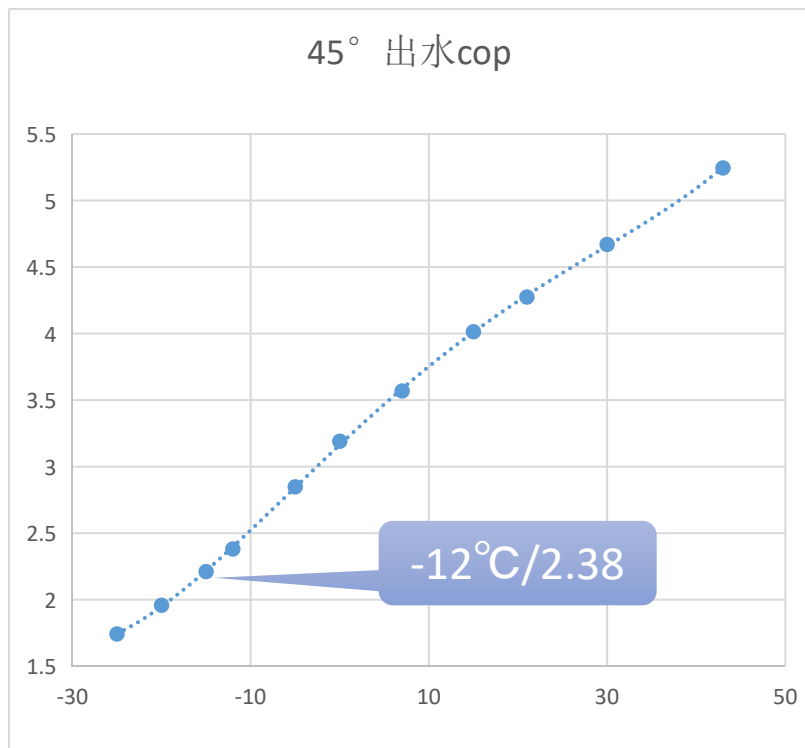


- 120°C高温热水
- 2公斤蒸汽

覆盖供热温度范围：45°C~120°C

二、技术方案分析

- 根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》-GB 55015-2021中5.4.3——采用**空气源热泵供热**时，冬季**设计工况下**热泵机组制热性能系数**冷热水机组COP**，**严寒地区不低于2.0**，**寒冷地区不低于2.4**



- **水温每提高5°C，性能下降约为10%**。由此可见，严寒及寒冷地区单一采用热泵采暖，不可能全年满足节能要求，充分利用原有热源，耦合供热的方式将是未来工程的起点。使热泵尽可能在**低水温，高环温下**充分发挥高能效的特性，配合智能控制，最大的减少运营维用。

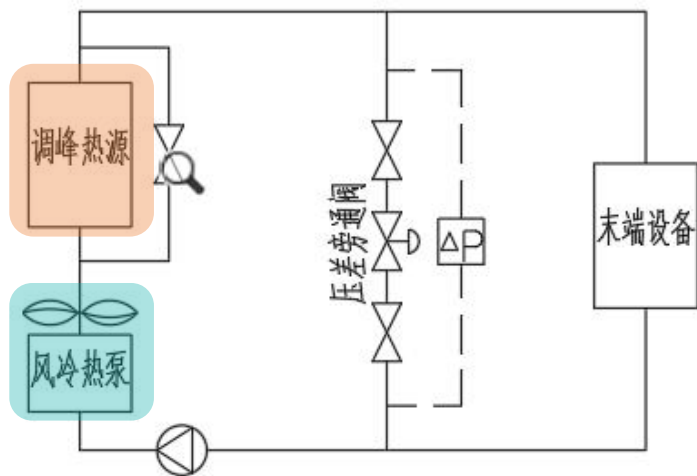
二、技术方案分析

热泵耦合形式

耦合供暖——串联系统

适用于调峰热源与风冷热泵流量相同时。

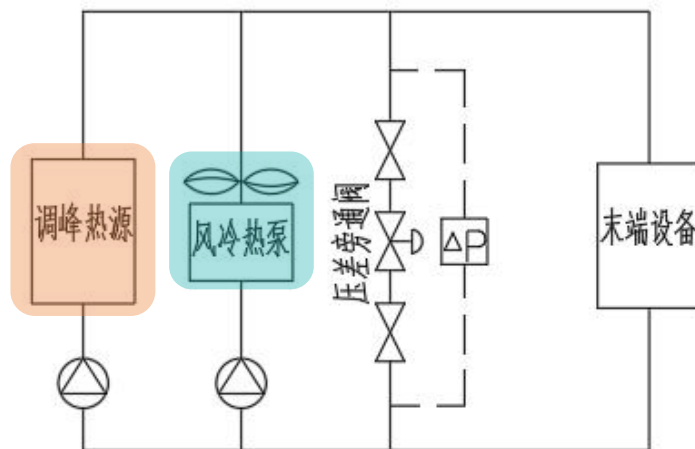
- 可分别单独工作，
- 可联合工作，但联合工作的系统流量以及流量变化范围需满足风冷模块的要求。



耦合供暖——并联系统

适用于调峰热源与风冷热泵按特定工况分别工作。

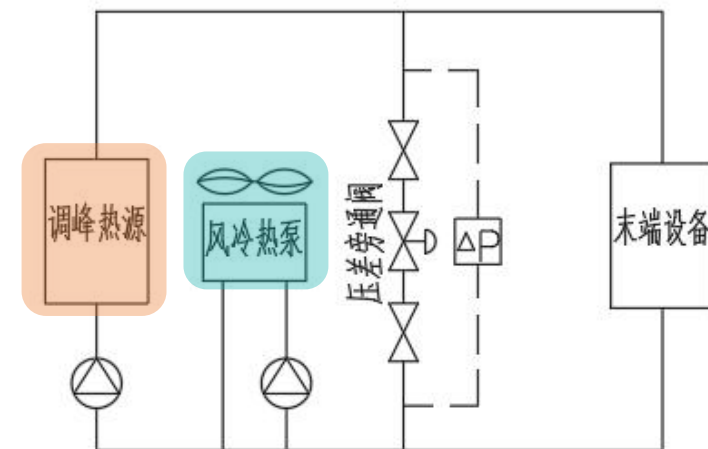
- 建议分别单独工作
- 根据能效切换不同热源使用



耦合供暖——串并联系统

适用于调峰热源与风冷热泵流量不相干时。

- 可分别单独工作，
- 可联合工作，且联合工作无风冷模块数量要求。



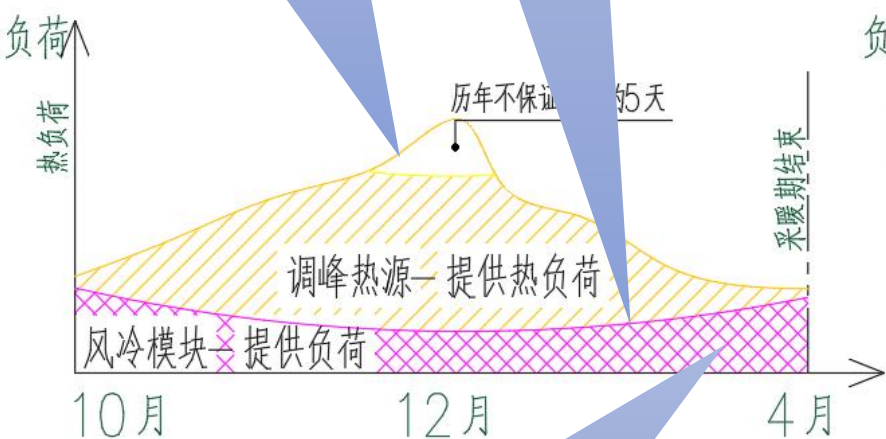
二、技术方案分析

热泵耦合形式

耦合供暖——串联系统

供暖季负荷，深冬时最高

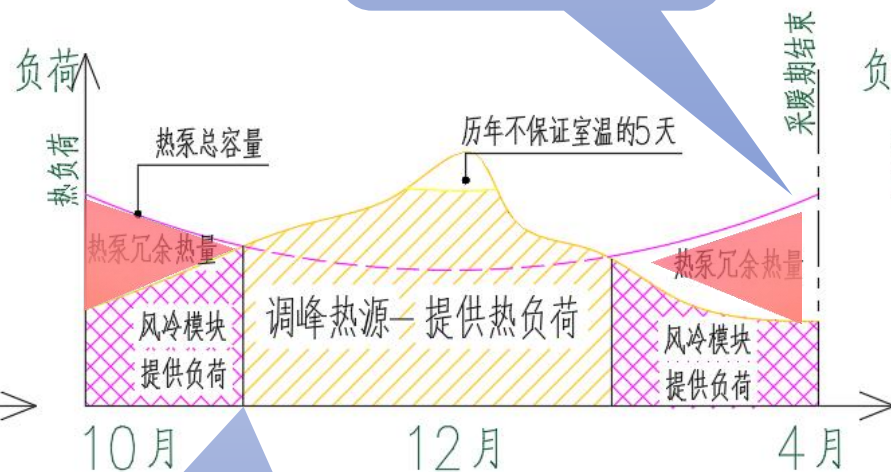
风冷热泵供热，深冬时衰减最多



串联耦合中风冷模块作为整个采暖的基底负荷持续工作

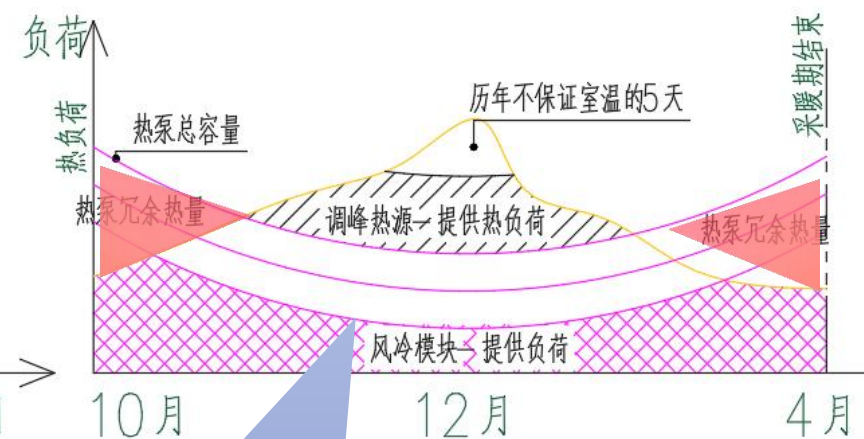
耦合供暖——并联系统

初冬和冬季结束时机组存在冗余供热量



供回水温度的提高，风冷模块不足以满足水温要求或能效时，做热源切换

耦合供暖——串并联系统



可调节风冷热泵系统容量（台数）来调节冗余热量和调峰热源的比例

Hisense



FIFA WORLD CUP
Qat_ar2022

2022世界杯™官方赞助商

CONTENT

03

PART

试点项目实施路径

热负荷计算 · 热泵运行费用 · 盈利性分析

三、试点项目背景分析

长春天然气集团——莲花山多能互补示范项目

项目概况

本项目原为燃气锅炉为小区采暖供热，因燃气价格等诸多因素

- 采用海信采暖机180HH超低温风冷热泵机组作为热源补充；

项目难点

- 保证系统最高能效COP；
- 风冷模块在低温环境高效除霜；
- 环境温度恶劣，可满足最低-30℃。



使用设备



180HH



HFRW-180DTF/HH
采暖专用机10台

方案优势

- 面临北方燃气价格居高不下，充分利用高效风冷热泵产品对系统补热，节省燃气费用；
- 风冷模块系统搭接原有锅炉的回水管路，改造方便，仅需增加风冷模块管路小水泵以及相关传感器，初投资低。

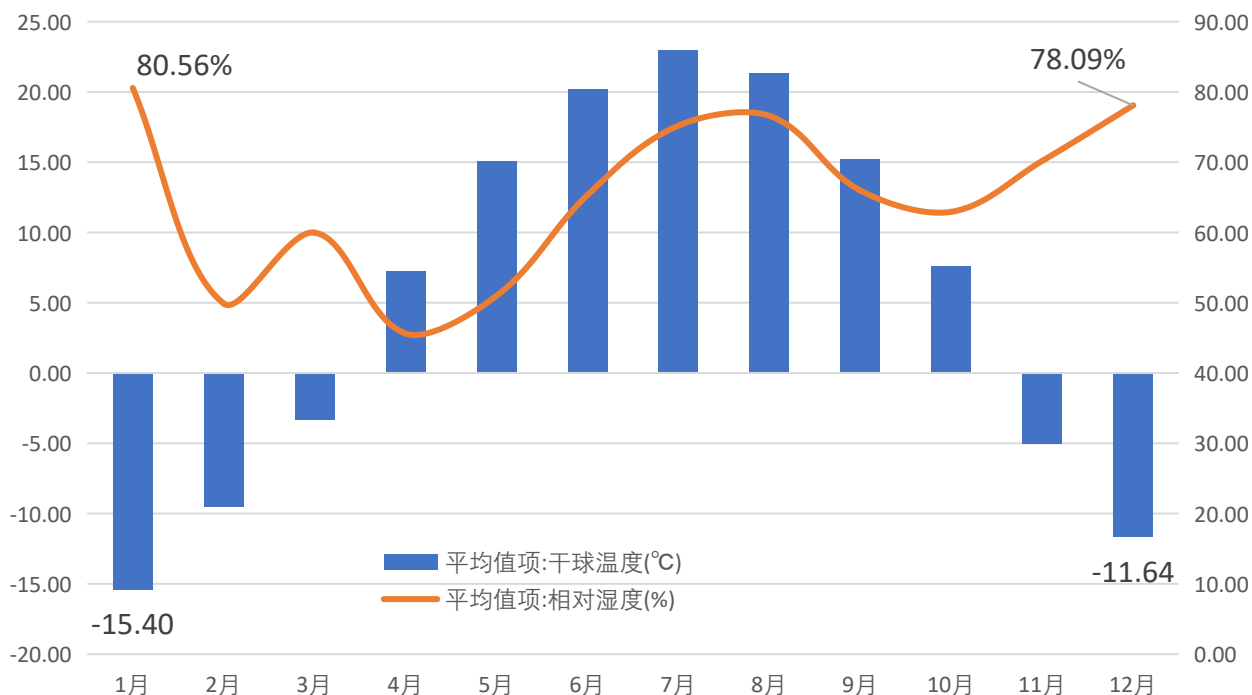
三、试点项目背景分析

长春月平均温度

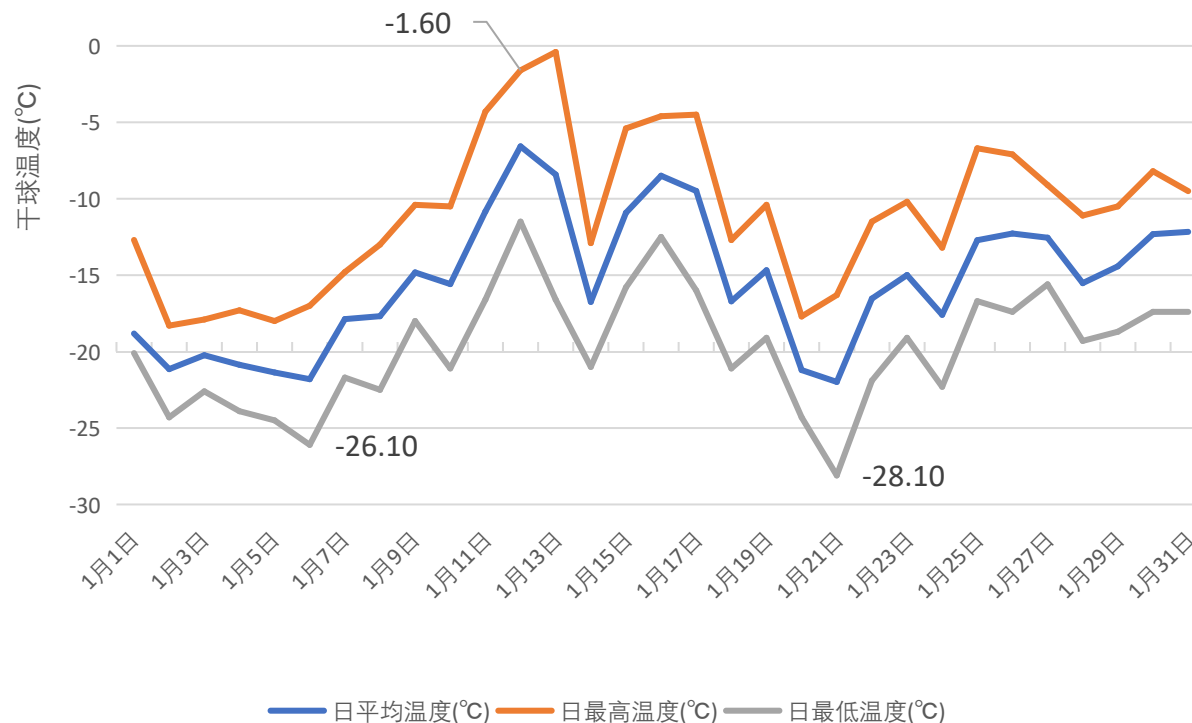
| 值 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 平均值项:干球温度(°C) | -15.40 | -9.48 | -3.32 | 7.26 | 15.06 | 20.21 | 22.94 | 21.30 | 15.21 | 7.61 | -5.02 | -11.64 |
| 平均值项:相对湿度(%) | 80.56 | 49.89 | 59.98 | 45.62 | 50.99 | 65.32 | 75.22 | 76.61 | 65.98 | 62.94 | 70.19 | 78.09 |

注：供暖周期169天

全年平均温度与相对湿度



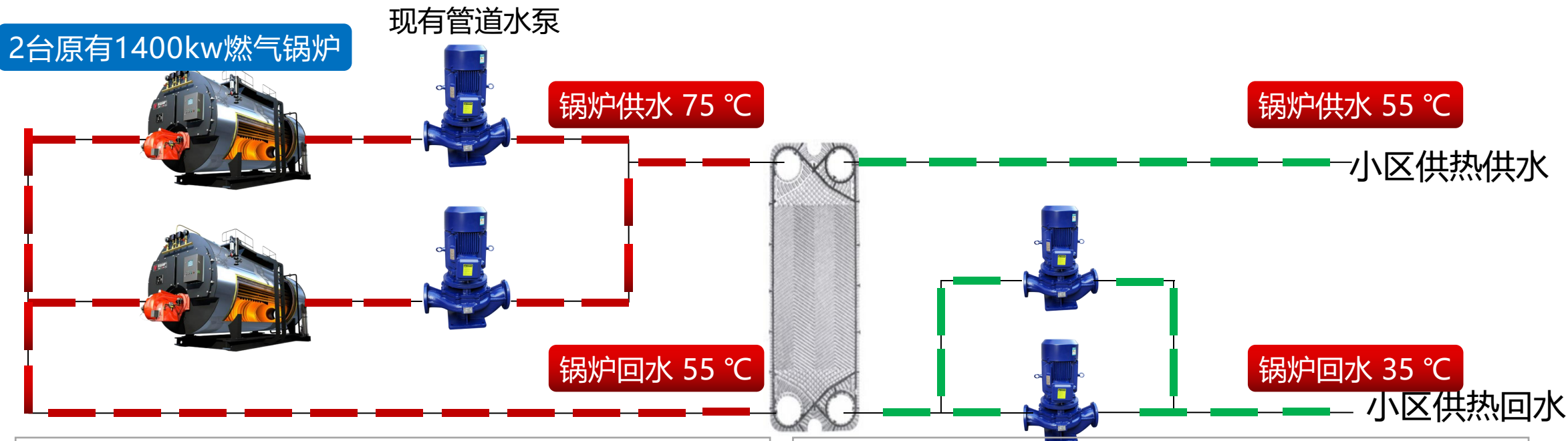
最冷月（一月）温度曲线



以上数据均取自一一鸿业全年负荷计算及能耗分析软件

三、试点项目系统方案

3.3 项目原有系统



以当地气价3.12元/Nm³来计算，每度热所需的燃气成本：

$$\frac{3.12 * N}{9.98 * N * 0.9} = 0.3474 \text{ 元/kwh}$$

其中N为燃气消耗量Nm³，9.98为燃气热值，0.9为锅炉效率

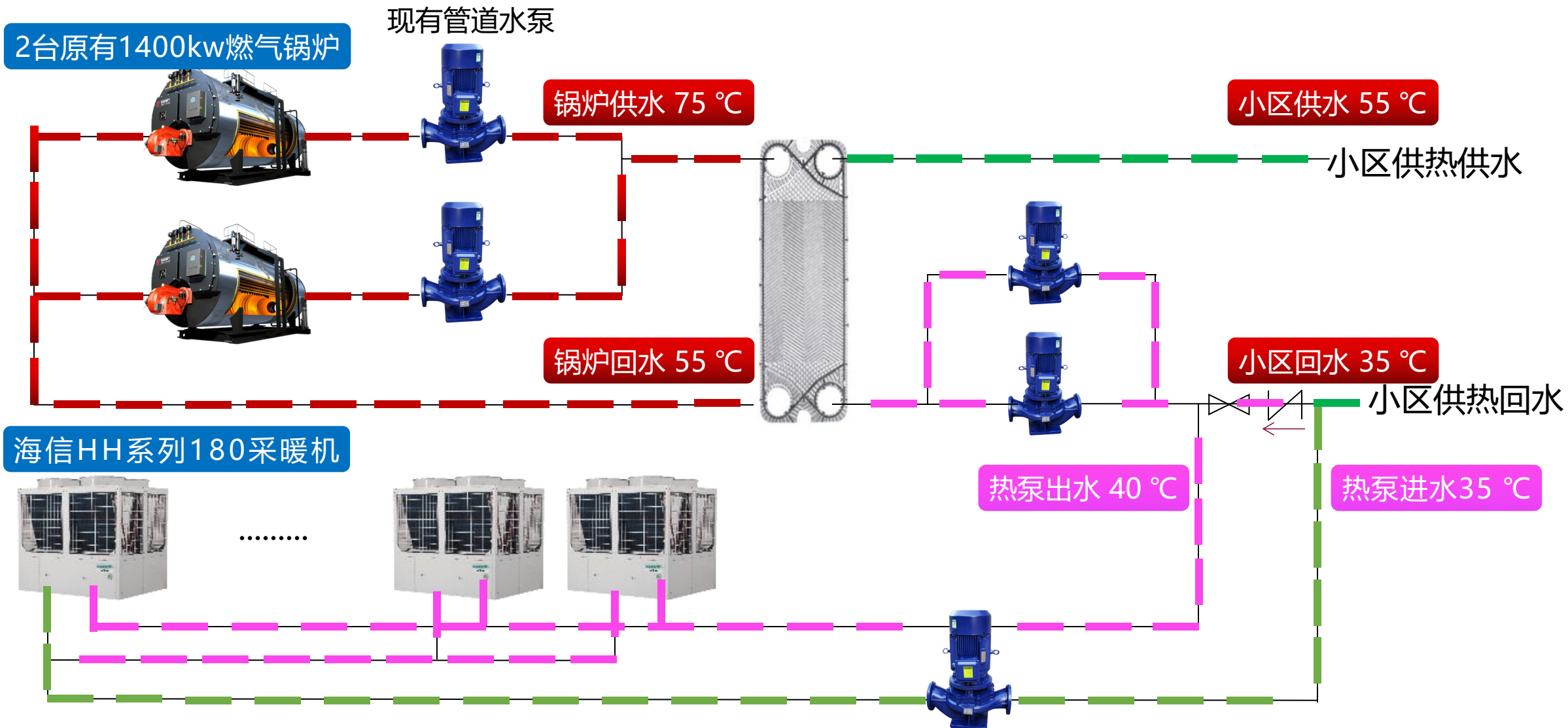
为系统补充更高效且便宜的热量，即为改造目的，考虑当地电价0.5424元/kwh，计算热泵制热成本：

$$\frac{P * 0.524}{P * cop} = \frac{0.5424}{2(\text{假设})} = 0.262 \text{ 元/kwh}$$

——对供热系统回水进行一次补热（热泵出水温度为40°C左右），补热后的回水再进锅炉接续加热，从而降低锅炉对燃气的消耗，提升供热运营的经济性。

三、试点项目系统方案

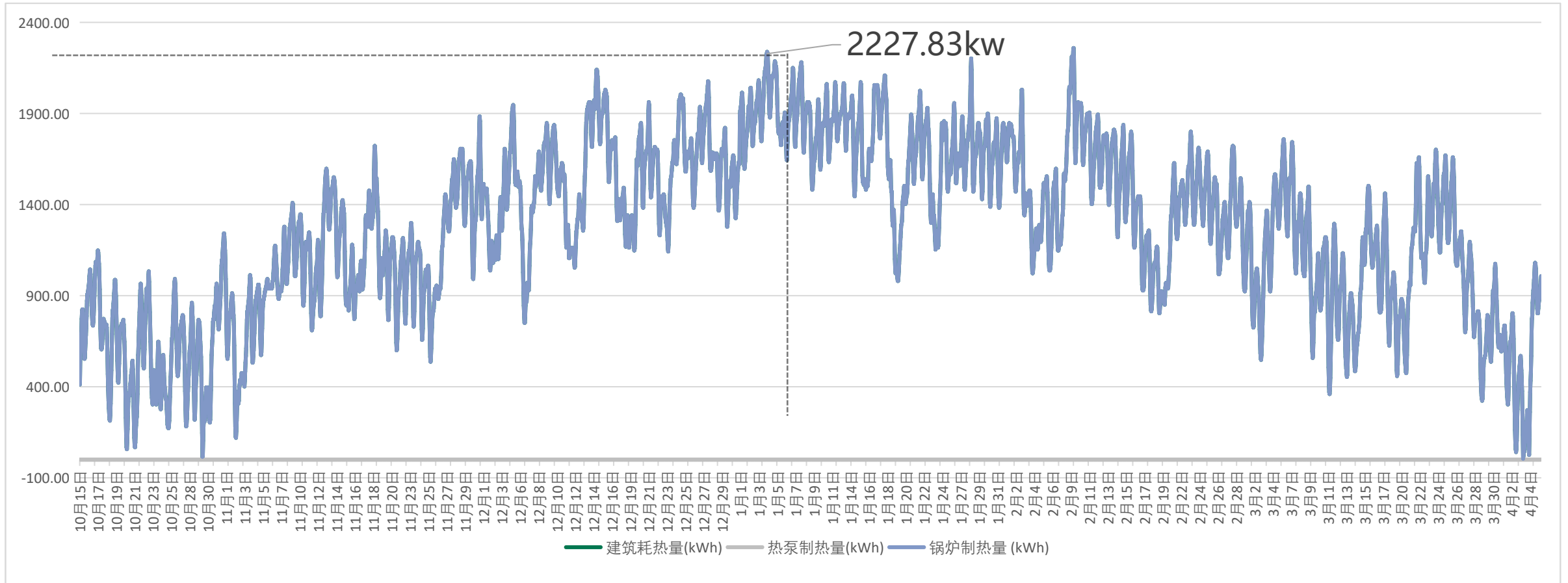
3.4 改造系统



三、试点项目经济型计算

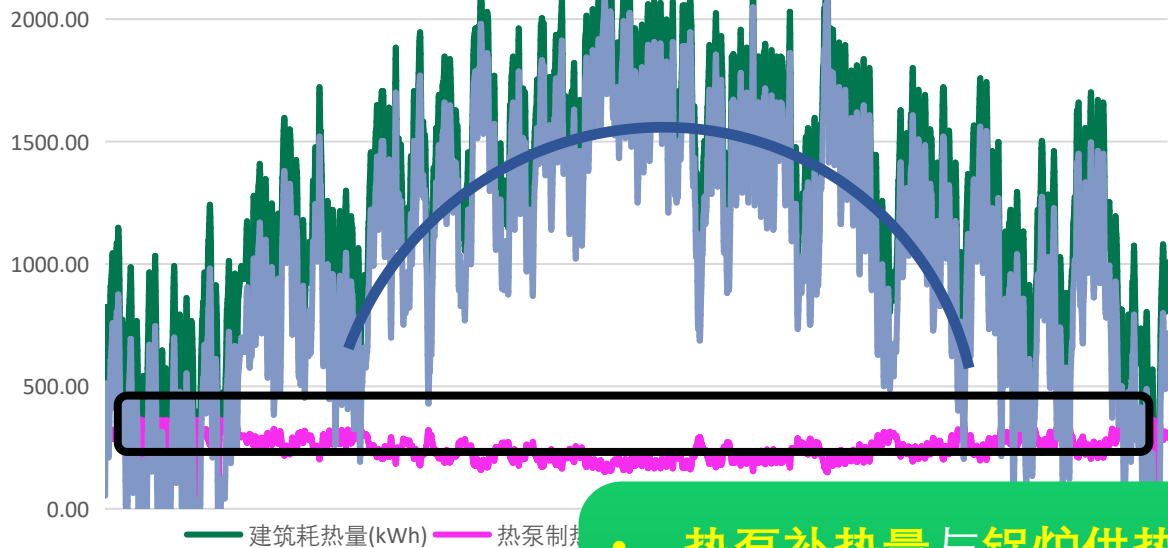
项目热负荷

根据项目实际供暖面积约**3万m²**，为老旧小区供热,保温性能很差，二次网管线输送距离较长，且存在末端失水问题，循环水泵功率较大，采暖指标约**68w/m²**,对采暖季10月15日至翌年4月6日进行逐时逐日负荷计算，如下图所示，其中一月份频现负荷高峰。

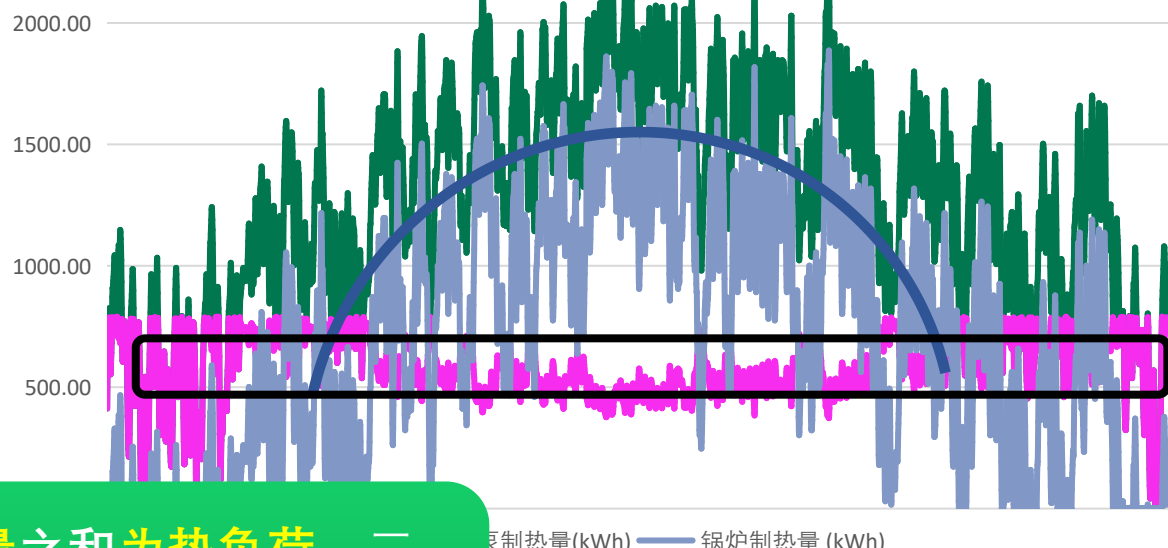


三、试点项目经济型计算

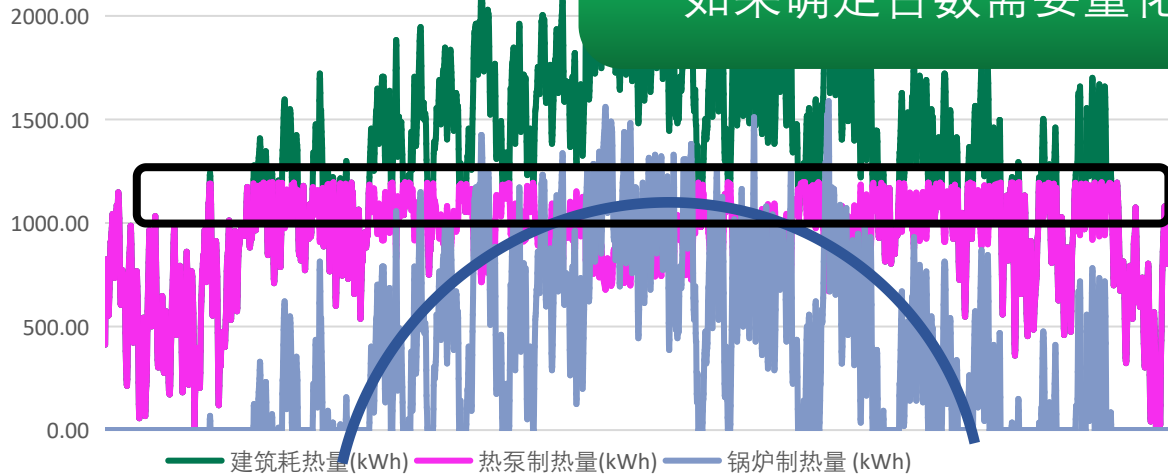
2台热泵供热情况



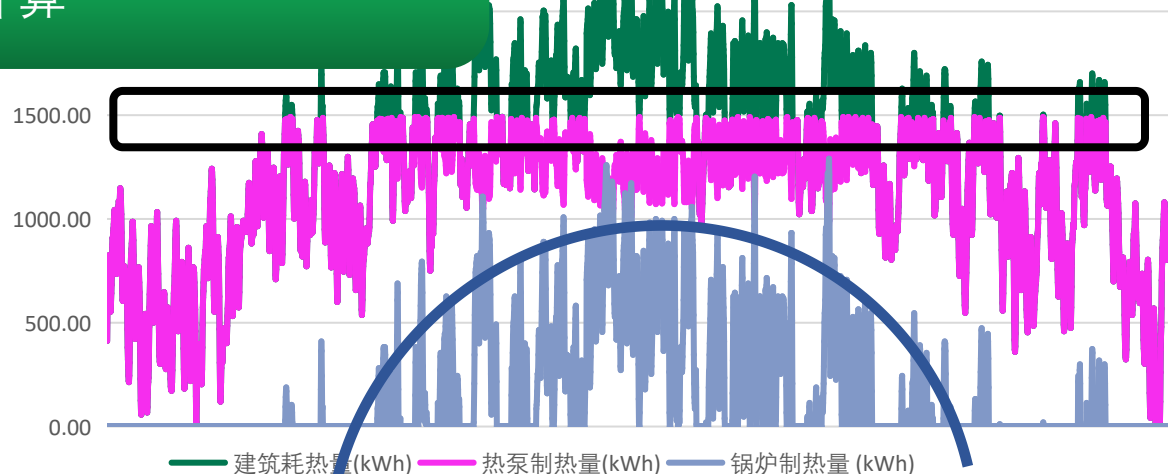
5台热泵供热情况



9台热泵供热情况



13台热泵供热情况



- 热泵补热量与锅炉供热量之和为热负荷，二者此消彼长
- 如果确定台数需要量化计算

三、试点项目经济型计算

相同供水温度，热泵台数与补热量的变化（全采暖季补热）

| 出水温度不高于40℃——全采暖季运行 | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|--------|------------------|--------|--------|--------|----------------|-------------|--------------|
| 台数 | 热泵制热量 | 热泵耗电 | 锅炉耗气 | 电费支出 | 锅炉支出 | 总运营费 | 供热盈利 | 热泵综合cop | 节省燃气费用 |
| 台 | 万kWh | 万kWh | 万Nm ³ | 万元 | 万元 | 万元 | 万元 | | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 58.91 | 0.00 | 197.28 | 197.28 | -116.28 | -- | 0.00 |
| 5 | 103.77 | 36.53 | 47.38 | 19.81 | 161.30 | 181.12 | -100.12 | 2.84 | 11.40 |
| 9 | 377.48 | 141.19 | 16.97 | 76.58 | 66.41 | 142.99 | -61.99 | 2.67 | 44.05 |
| 13 | 460.10 | 177.43 | 7.79 | 96.24 | 37.77 | 134.01 | -53.01 | 2.59 | 55.36 |
| 15 | 486.13 | 189.89 | 4.90 | 103.00 | 28.74 | 131.74 | -50.74 | 2.56 | 59.25 |
| 18 | 511.13 | 202.83 | 2.12 | 110.01 | 20.08 | 130.09 | -49.09 | 2.52 | 63.28 |
| 20 | 520.51 | 208.21 | 1.08 | 112.93 | 16.83 | 129.76 | -48.76 | 2.50 | 64.96 |

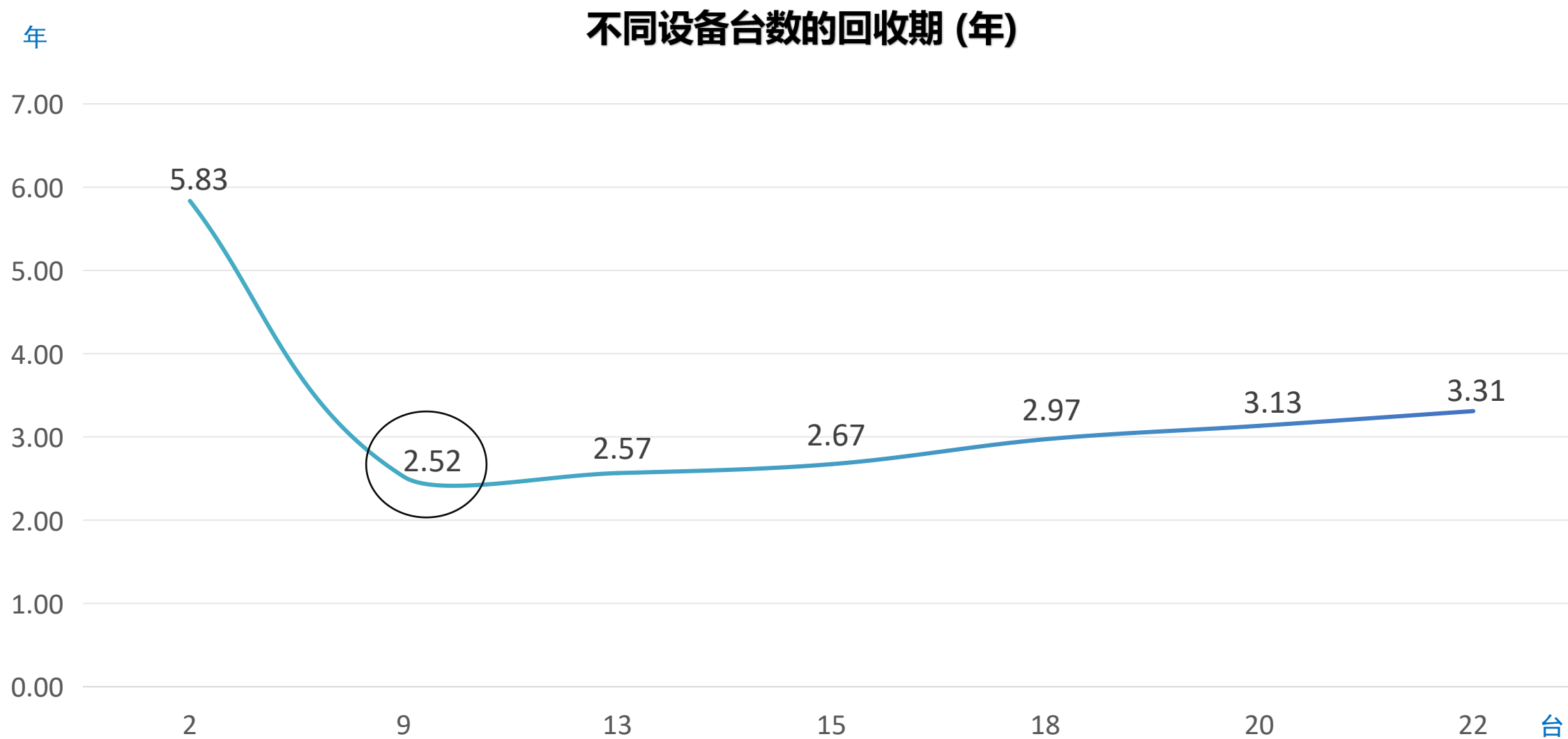
- 随着热泵台数的增多，制热量随之增加，锅炉耗气量随之减少；
- 在18~20台时，锅炉耗气量接近于0，说明此刻基本由热泵基本替代锅炉供热；
- 在完全由锅炉供热时，亏损116.28万元/a，约每平方米亏损38.67元/a。

三、热泵的运行费用及盈利

不同燃气价格涨幅下，台数与盈利状况、运营费用



三、热泵的运行费用及盈利



实时数据采集

空气源热泵机组

日期: 2023-02-22
 时间: 12:28:21

| | | |
|--|--|---|
| 1#压缩机状态 1#运行 2#运行 1#压缩机除霜状态 #停止 #停止 1#回水温度 27.0°C 1#供水温度 33.0°C 1#输入功率 39.0KW 2#压缩机状态 1#运行 2#运行 2#压缩机除霜状态 #停止 #停止 2#回水温度 27.0°C 2#供水温度 31.0°C 2#输入功率 19.0KW 3#压缩机状态 1#运行 2#运行 3#压缩机除霜状态 #停止 #停止 3#回水温度 27.0°C 3#供水温度 33.0°C 3#输入功率 39.0KW 4#压缩机状态 1#运行 2#运行 4#压缩机除霜状态 #停止 #停止 4#回水温度 27.0°C 4#供水温度 33.0°C 4#输入功率 40.0KW | 5#压缩机状态 1#运行 2#运行 5#压缩机除霜状态 #停止 #停止 5#回水温度 27.0°C 5#供水温度 33.0°C 5#输入功率 39.0KW 6#压缩机状态 1#运行 2#运行 6#压缩机除霜状态 #停止 #停止 6#回水温度 27.0°C 6#供水温度 33.0°C 6#输入功率 40.0KW 7#压缩机状态 1#运行 2#运行 7#压缩机除霜状态 #停止 #停止 7#回水温度 28.0°C 7#供水温度 33.0°C 7#输入功率 40.0KW 8#压缩机状态 1#运行 2#运行 8#压缩机除霜状态 #停止 #停止 8#回水温度 27.0°C 8#供水温度 33.0°C 8#输入功率 38.0KW | 9#压缩机状态 1#运行 2#运行 9#压缩机除霜状态 #停止 #停止 9#回水温度 28.0°C 9#供水温度 33.0°C 9#输入功率 40.0KW 10#压缩机状态 1#运行 2#运行 10#压缩机除霜状态 #停止 #停止 10#回水温度 27.0°C 10#供水温度 33.0°C 10#输入功率 40.0KW COP值显示 3.35 回水温度 27.0°C 供水温度 33.0°C 水泵状态 运行 正常 自动 系统启动 系统启动 系统停止 回水温度设定 45.0°C 供水温度设定 50.0°C 室外温度 1.5°C |
|--|--|---|

数据记录
 COP曲线
 功率曲线
 电表热里表
 热泵机组

电能表

日期: 2023-04-17
 时间: 17:46:07

| | |
|----------|--------------|
| Uab电压显示 | 413.0V |
| Ubc电压显示 | 412.6V |
| Uca电压显示 | 413.9V |
| Ua电压显示 | 239.2V |
| Ub电压显示 | 237.7V |
| Uc电压显示 | 238.8V |
| Ia电流显示 | 1.2A |
| Ib电流显示 | 0.0A |
| Ic电流显示 | 6.0A |
| 合相有功功率显示 | 1.8KW |
| 正向有功总电能 | 498312.0Kw/h |
| 反向有功总电能 | 0.0Kw/h |

热量表

日期: 2023-04-17
 时间: 17:46:07

| | |
|------|------------------------|
| 累积流量 | 343667.2m ³ |
| 累积热量 | 1175300.00Kwh |
| 瞬时流量 | 0.0m ³ /h |
| 功率 | 0.0KW |
| 供水温度 | 11.0°C |
| 回水温度 | 9.7°C |
| 室外温度 | 13.5°C |

数据记录
 COP曲线
 功率曲线
 电表热里表
 热泵机组

实测系统 COP 3.35

三、试点项目实测数据

数据统计

该试点项目自2022年12月15日正式投运，并结合长春地区气温、湿度，并结合燃气公司使用时段，对系统逻辑进行多次适应性调整，得到如下项目运行数据及收益指标分析(气价=3.12，电价=0.5424，统计时段2023年1月5日至4月6日) **统计时间精度——一分钟。**

| 月 | 日 | 时 | 分 | COP | Pt合有功功率 | 热功率 | 热表进水温度 | 热表回水温度 | 正向有功电能 | 累计热量 | 室外温度 | 分钟数 |
|---|---|----|---|------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| 1 | 5 | 14 | 3 | 2.02 | 462.27 | 935.71 | 37.85 | 34.15 | 55419 | 145700 | -3.98 | 1 |
| 1 | 5 | 14 | 4 | 2.01 | 462.78 | 931.94 | 37.85 | 34.15 | 55425 | 145800 | -3.92 | 1 |
| 1 | 5 | 14 | 5 | 2.58 | 463.44 | 1194.67 | 38.66 | 33.94 | 55434 | 145800 | -4.01 | 1 |
| 1 | 5 | 14 | 6 | 2.69 | 440.16 | 1183.42 | 38.66 | 33.94 | 55440 | 145800 | -4.06 | 1 |

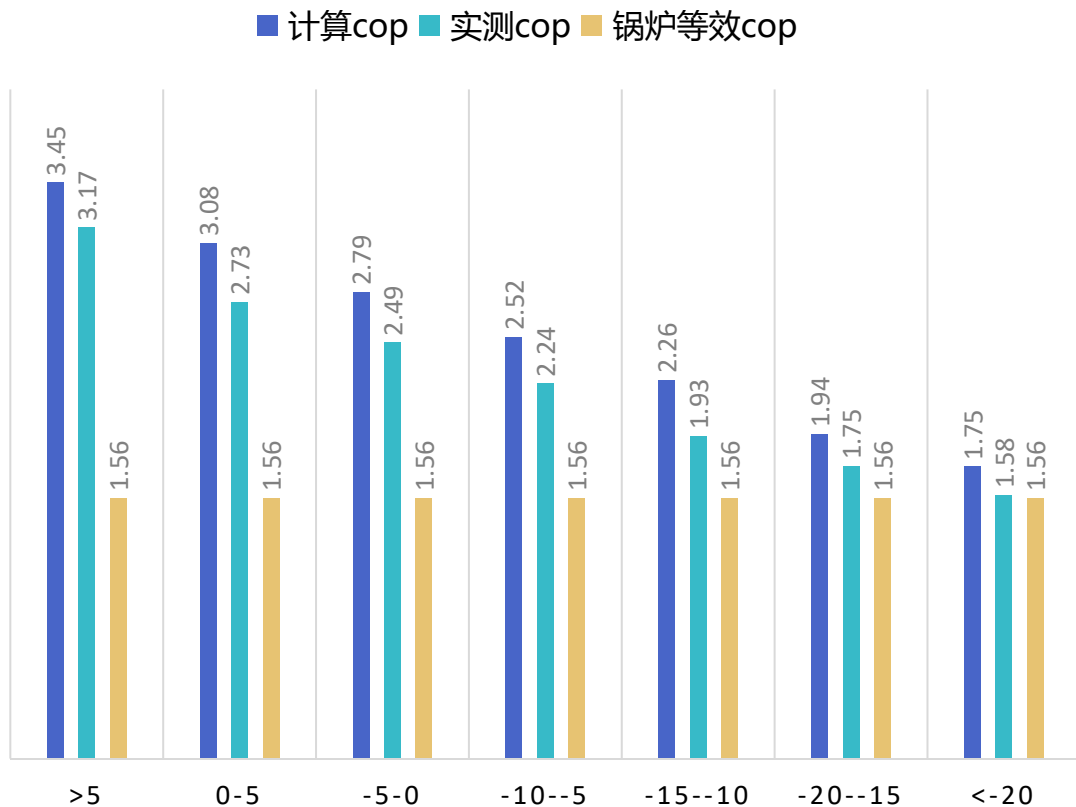


| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|------|--------|---------|-------|-------|--------|---------|------|---|
| 4 | 6 | 7 | 16 | 3.00 | 456.57 | 1367.66 | 35.56 | 29.90 | 497766 | 1175100 | 3.79 | 1 |
| 4 | 6 | 7 | 17 | 2.99 | 457.26 | 1365.24 | 35.56 | 29.90 | 497775 | 1175200 | 3.83 | 1 |
| 4 | 6 | 7 | 18 | 2.99 | 458.19 | 1368.71 | 35.56 | 29.90 | 497781 | 1175200 | 3.92 | 1 |
| 4 | 6 | 7 | 19 | 3.02 | 457.23 | 1380.83 | 35.56 | 29.90 | 497790 | 1175200 | 3.82 | 1 |
| 4 | 6 | 7 | 20 | 2.96 | 456.36 | 1349.43 | 35.56 | 29.90 | 497799 | 1175200 | 3.94 | 1 |

三、试点项目实测数据

测试数据对比方案数据分析：COP对比、节能价值对比

- 根据逐年气象参数，计算COP基本相近实测COP，总体较锅炉有较大优势。实测COP为计算COP的**88%~91%**;
- 结合10~12月份预测数据，**替代燃气总价值最少为36.26万元。**





Hisense | HITACHI

谢谢

青岛海信日立空调系统有限公司