

# 热源塔热泵技术的研发与实践

—— 湘、沪、苏、鄂首届“建筑环境营造与能源应用创新研讨会”

北京金茂绿建科技有限公司

2025年7月



# 目录

- 一、企业介绍
- 二、研发背景
- 三、系统原理
- 四、应用案例

# 企业介绍

JINMAO 金茂 绿建



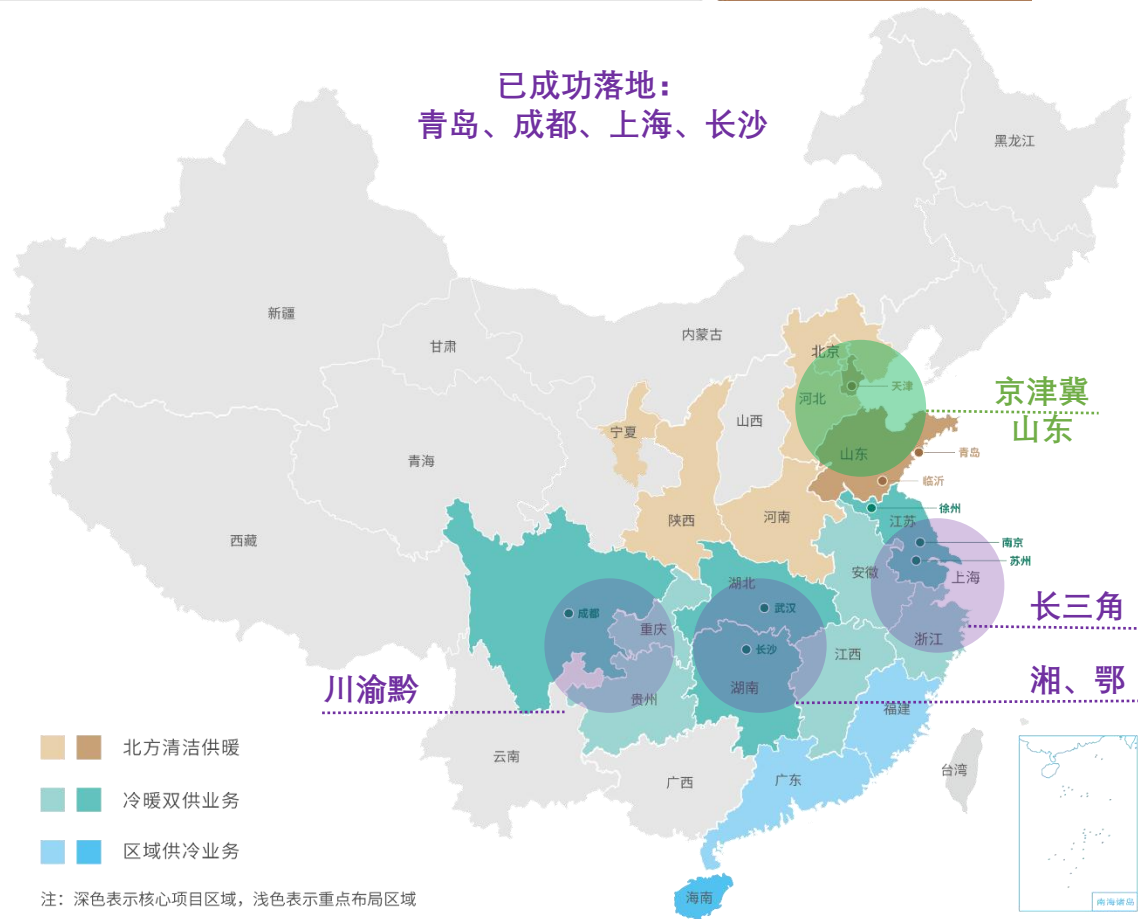
- ◆ 国务院国资委监管的国有重要骨干企业
- ◆ 全球规模最大的综合性化工企业
- ◆ 业务范围覆盖生命科学、材料科学、基础化学、环境科学、橡胶轮胎、机械装备、城市运营、产业金融等八大领域



- ◆ 中国中化控股有限责任公司旗下城市运营领域的平台企业
- ◆ 香港联合交易所主板上市
- ◆ 致力于成为中国领先的城市运营商
- ◆ 连续多年入选《财富》中国500强，位列《福布斯》全球企业2000强



- ◆ 中国金茂科技研发与创新赛道拓展的前沿平台
- ◆ 国家高新技术企业/北京市市级企业技术中心/中国产学研合作创新示范企业/清洁供热服务5A级认证/北京市知识产权示范单位/国际ISO五体系认证
- ◆ 业务范围覆盖科技人居、综合能源服务、绿色智算中心等板块



仅限业务介绍使用



# 研发背景

JINMAO 金茂 绿建



◆ **南方供暖需求迫切：**全国人大代表、湖北省人大常委会副主任、华中师范大学院长周洪宇，已连续多年，在全国“两会”上提出：“加快发展我国南方百城供暖市场”等建议。

◆ **金茂自营商业、地产项目运营过程中，出现供能技术瓶颈：**



金茂秀城 THE MALL OF SPLENDORS



金茂府

◆ **以青岛采暖季为例：**

2020~2021：3.6元/Nm<sup>3</sup>  
2021~2022：4.4元/Nm<sup>3</sup>  
2022~2023：4.8元/Nm<sup>3</sup>  
2023~2024：4.5元/Nm<sup>3</sup>  
2025~：4.7元/Nm<sup>3</sup>

燃气成本35.8元 > 采暖费30.4元

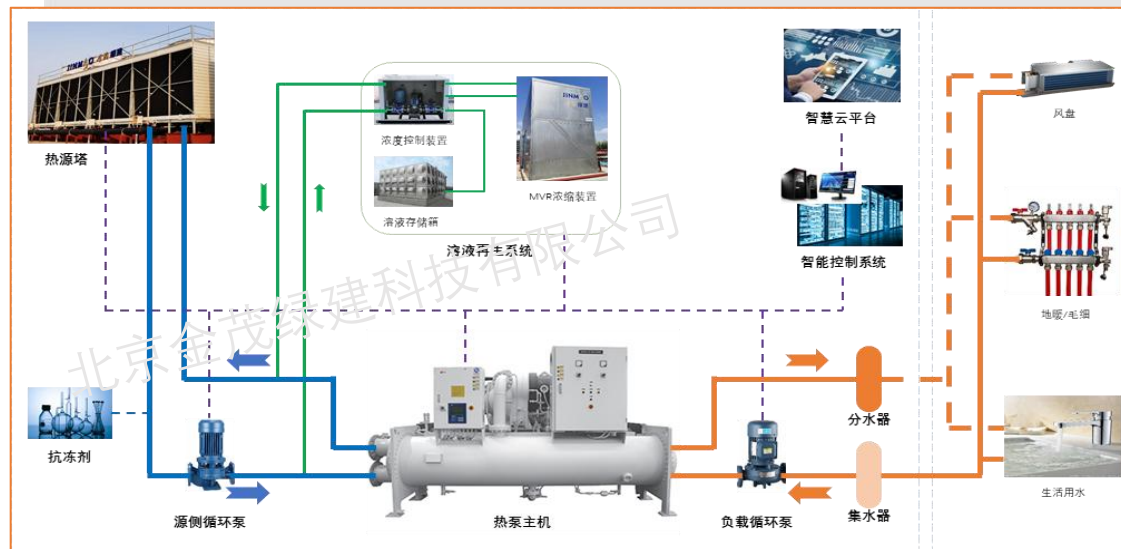




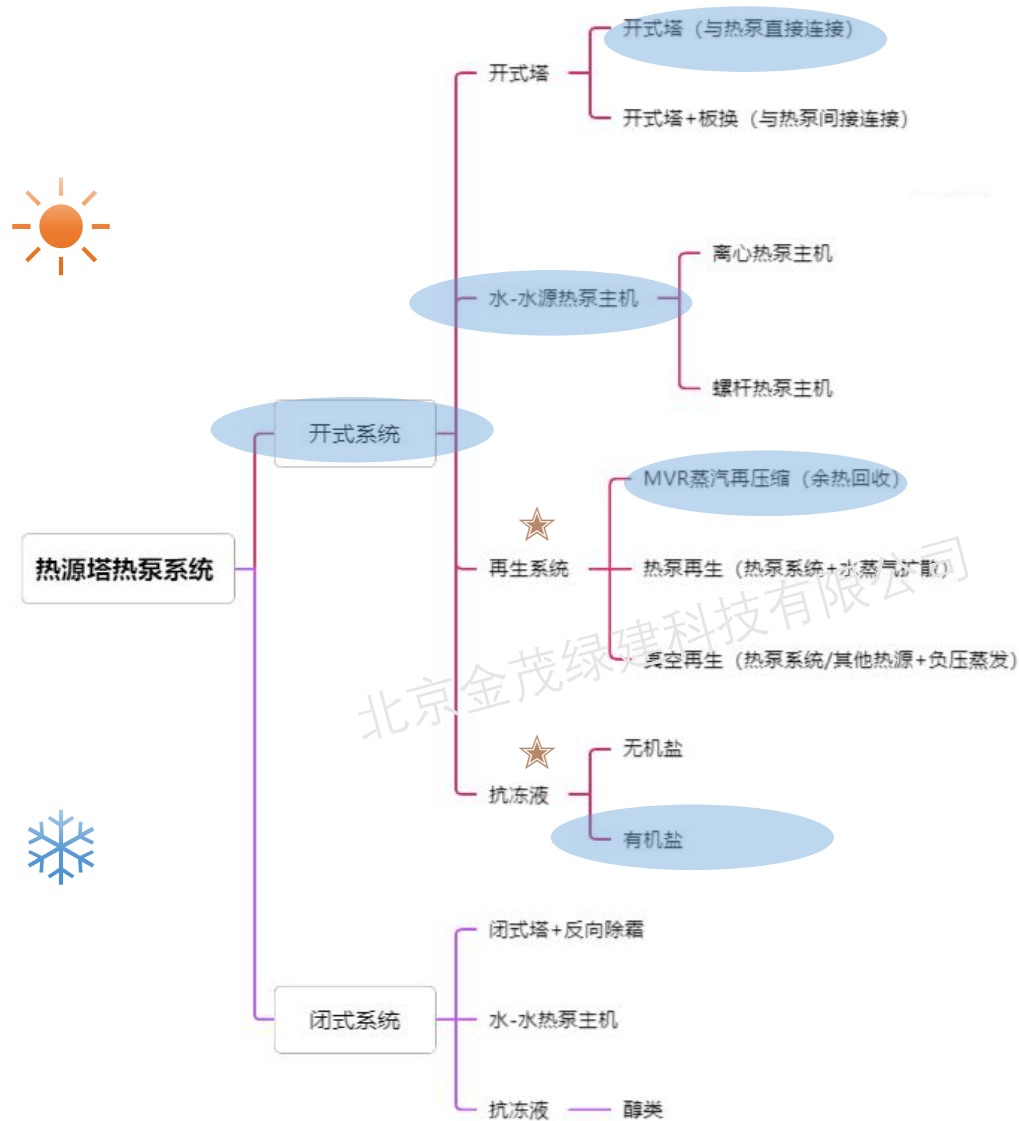
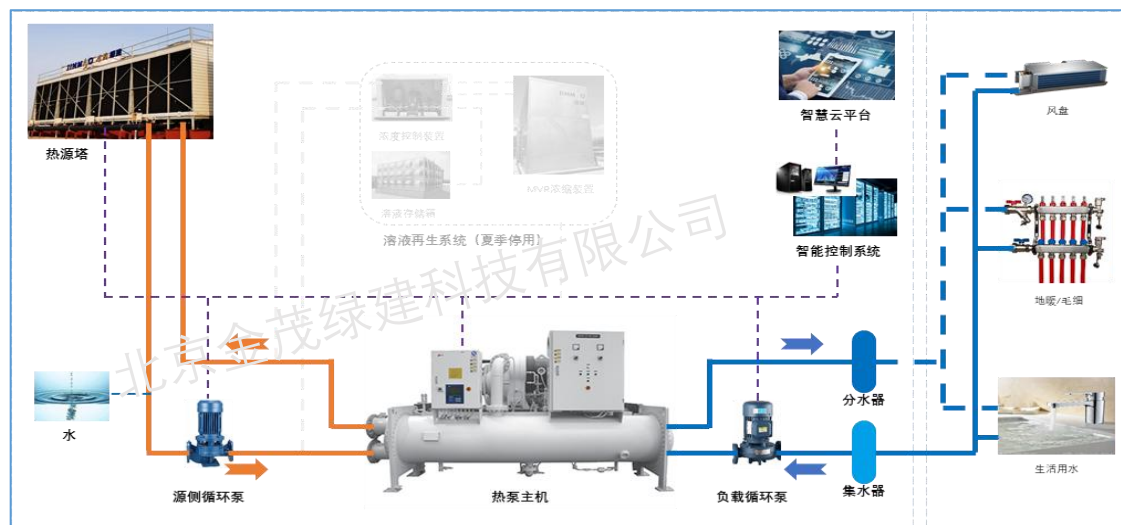
# 研发背景

	热源塔热泵	地源热泵（打井）	单冷水机+燃气锅炉	原生污水源热泵	空气源热泵
系统形式特点	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 工作环境范围广；</li><li>➢ 一机多用；</li><li>➢ 能效比高；</li><li>➢ 高效环保</li><li>➢ 不受地质条件限制；</li><li>➢ 特定环温情况下初投资低、性价比高；</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 能效比高；</li><li>➢ 需要专业设计及有经验施工；</li><li>➢ 稳定可靠；</li><li>➢ 对周边环境有要求；</li><li>➢ 建设成本高，施工周期长；</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 综合能效比较低</li><li>➢ 初投资低</li><li>➢ 耗能大</li><li>➢ 存在二次污染</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 能效比高</li><li>➢ 系统稳定可靠</li><li>➢ 建设成本高；</li><li>➢ 需要特殊的地理条件</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➢ 综合能效比较低</li><li>➢ 设计施工简单</li><li>➢ 耗能大</li><li>➢ 冬季存在化霜困难及无法开机的隐患，冬季制热效果差、需辅助加热设备</li></ul>
运行工况	夏季：30℃/35℃ 冬季：-3℃/0℃	夏季：30℃/35℃ 冬季：5℃/10℃	夏季：32℃/37℃ 冬季：---	夏季：33℃/37℃ 冬季：7℃/10℃	夏季：33℃ 冬季：7/6℃(干/湿)
平均制冷能效	地源热泵>污水源热泵≈热源塔热泵>单冷机组+燃气锅炉>空气源热泵				
平均制热能效	地源热泵>污水源热泵>热源塔热泵>空气源热泵>单冷机组+燃气锅炉				
初投资对比	地源热泵>污水源热泵>热源塔热泵>单冷机组+燃气锅炉>空气源热泵				
运行费用对比 (电价：0.7元)	83%	74%	148% (燃气价格：4元)	78%	100% (COP:2.5)
环境污染	无	存在水源污染隐患	存在空气污染隐患	无	无

# 系统原理



冬夏工况切换：源侧循环介质、管路流程切换



# 技术要点

## » 行业痛点



### 热泵主机

体量小/能效低

- × 环温适用范围窄
- × 占地总面积大



### 塔体

飘液率高/变流量范围窄

- × 溶液损失大, 影响环境
- × 低流量时, 换热效率低



### 溶液再生

- × 抗冻液直接排放、污染环境, 耗量大、成本高
- × 浓缩形式吨水耗能高, 占地面积大



### 抗冻液

- × 含氯离子, 腐蚀性高, 有挥发性
- × 是导致热源塔热泵项目失败的根源



### 控制系统

- × 自动化程度低, 依赖人工经验
- × 稳定性差, 精度低, 无智能化

## » 解决方案



### 离心热泵主机

体量大/能效高

- 国内首次应用于热源塔热泵系统
- 安全、稳定、高效
- 环温适用范围宽, 低温-18°C
- 占地面积小, 6m<sup>2</sup>/MW

### 高效热源塔

飘液率低/变流量范围宽

- 优化填料、仿真流场, 降低飘液率
- 优化布水器分区及喷淋方式, 提升低流量时换热效率



### MVR浓缩装置

- 抗冻液循环浓缩利用, 无损耗, 无环境污染
- 运行稳定, 浓缩吨水电耗低, 占地面积小

### 新型抗冻液

- 拥有自主知识产权
- 有机溶液, 冰点低、物性优、不含氯离子、无挥发性
- 腐蚀性低于水



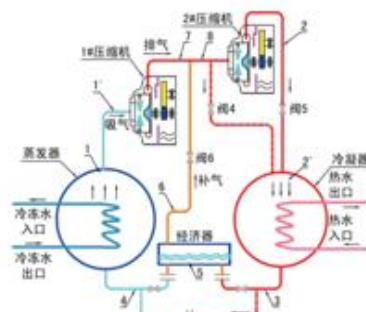
### 群控系统

- 自主知识产权
- 一键启停、自适应控制, 无人值守
- 优化综合能效, 系统智能化稳定运行

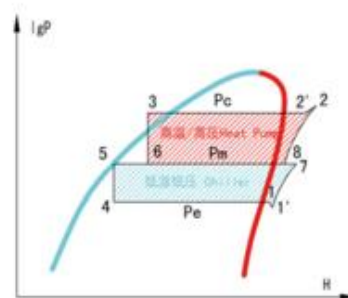


# 技术要点

项目	离心热泵主机	螺杆热泵主机
机组效率	分为二级能效（单级离心）和一级能效（双级离心）产品，效率比螺杆机组高10%左右	螺杆压缩机效率低，螺杆机组通常是二级能效产品
压缩机	采用常规离心式压缩机（速度型），分为双级压缩、单机压缩和三级压缩，多数厂家采用双级离心式压缩机	采用双螺杆或单螺杆压缩机（容积型），多数厂家采用双螺杆压缩机
单机组冷量范围	冷量范围较广，约为500~3000RT	单机头制冷量约为100-300RT，一台机组配一台或两台压缩机，所以单台机组总冷量一般不超过600RT
占地面积	总占地面积小	总占地面积大
适用温度范围	单机头压比2~3，双机头串联达9，受压比限制提温能力可达70°C	螺杆受压缩机排气温度限制，提温能力可达60°C
机组噪音	离心机组噪音一般低于85dB (A)	螺杆机组噪音一般为90dB (A)

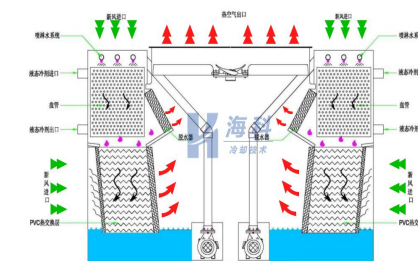
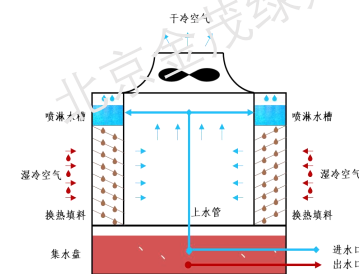


系统原理图



系统 P-H 图

项目	开式热源塔	闭式热源塔
漂液	冬季有漂液；夏季有漂液	冬季无漂液；夏季有漂液
换热	冬季换热吸水，需要浓缩装置排水；增加溶液再生系统	冬季换热结霜，需要反向化霜；增加化霜系统，增大装机量
占地面积/体积/重量	占地面积小 / 体积小 / 重量低	占地面积大 (1.5倍以上) / 体积大 / 重量高
塔体价格	100%	300%-500%
优点	散热效率较高，成本低，能耗低。适用于大规模散热场合	保护水质，防止结垢和杂质问题，适用于高水质要求的场合。能够冷却多种介质，适应性强
缺点	冷却水与空气直接接触，易产生结垢和杂质问题	散热效率相对较低，耗能高，成本较高





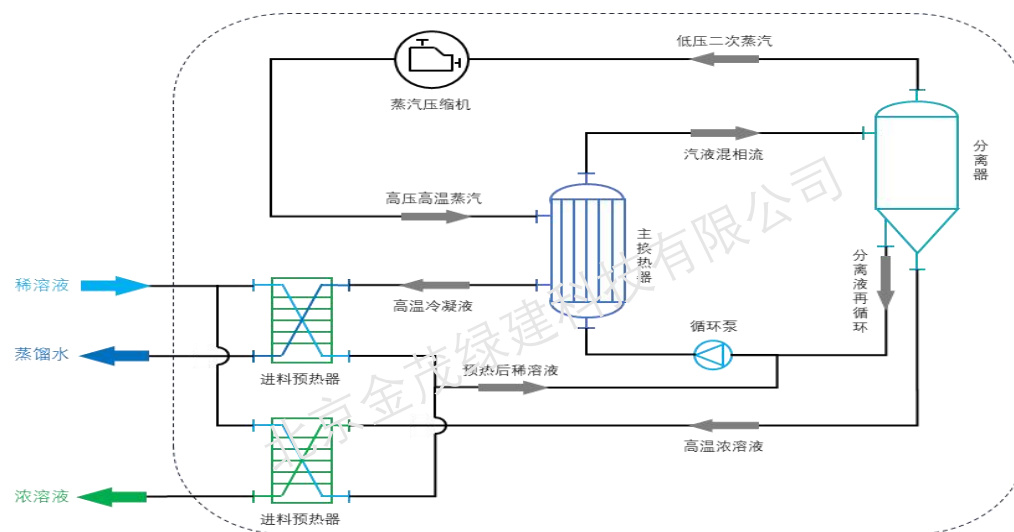
# 技术要点

项目	热泵再生	真空再生	金茂MVR再生
工作原理	热泵系统+水蒸气扩散	热泵系统+负压蒸发	机械蒸汽再压缩
电力消耗 (kwh/t)	高 160-200	中120-170 (取决真空度)	低≤100
最大除水量/台 (t/h)	小0.2~0.5t/h	中0.5t/h	大0.5~2t/h
占地面积 (m²) 吨排水量	大 54	中 22	小 14 (在研 7)
适应性	热泵系统适应性差; 启动前一般不需要预热; 系统复杂占地面积大	热泵系统波动大; 启动前需要预热, 溶液中的不凝气体会影响真空度	启动前需要预热; MVR技术在化工及医药领域已广泛应用

缓蚀剂分类	测试周期	是否暴氧
金茂绿建	30天 (720小时)	是
其他品牌	3天 (72小时)	否

• 测试数据 (基于第三方报告) •

材质分类	腐蚀率 (mm/a)	标准限值 (mm/a)
碳钢Q235	0.0057	< 0.075
紫铜T2	0.0012	< 0.005
不锈钢304	0.0022	< 0.005



MVR浓缩装置-原理示意图

## 金茂绿建溶液腐蚀测试参考标准:

- GB T 50050-2017 工业循环冷却水处理设计规范
- GBT 18175-2014 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法
- JBT 7901-2001 金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法

• 低腐蚀

溶液腐蚀 < 水腐蚀

• 物性优

物性低粘度, 高比热, 更节能

• 低冰点

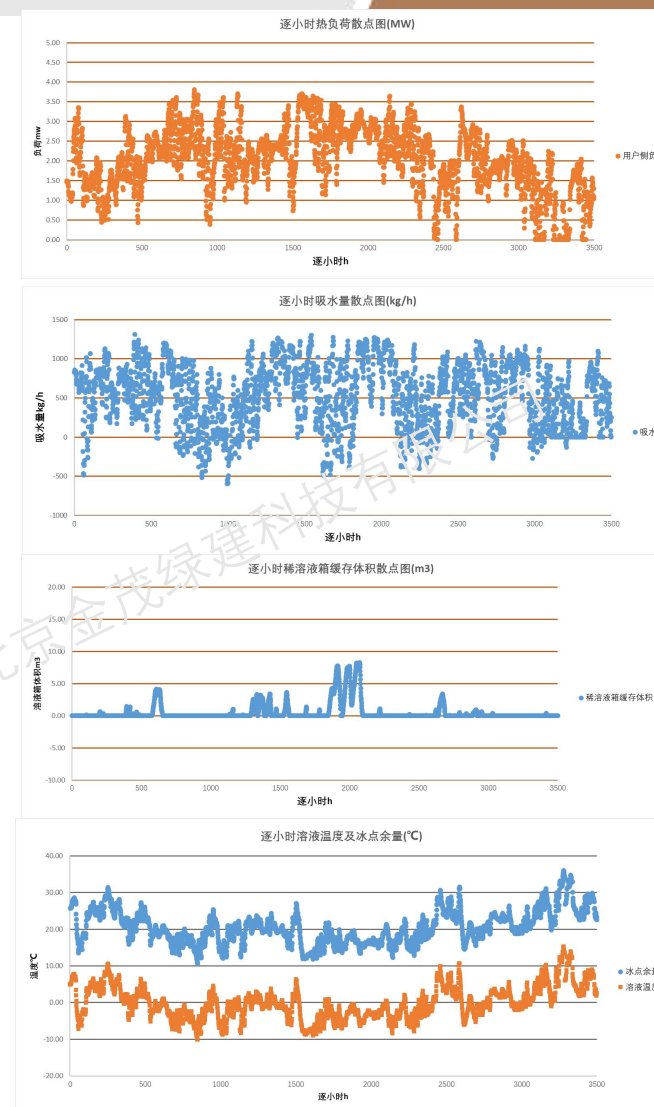
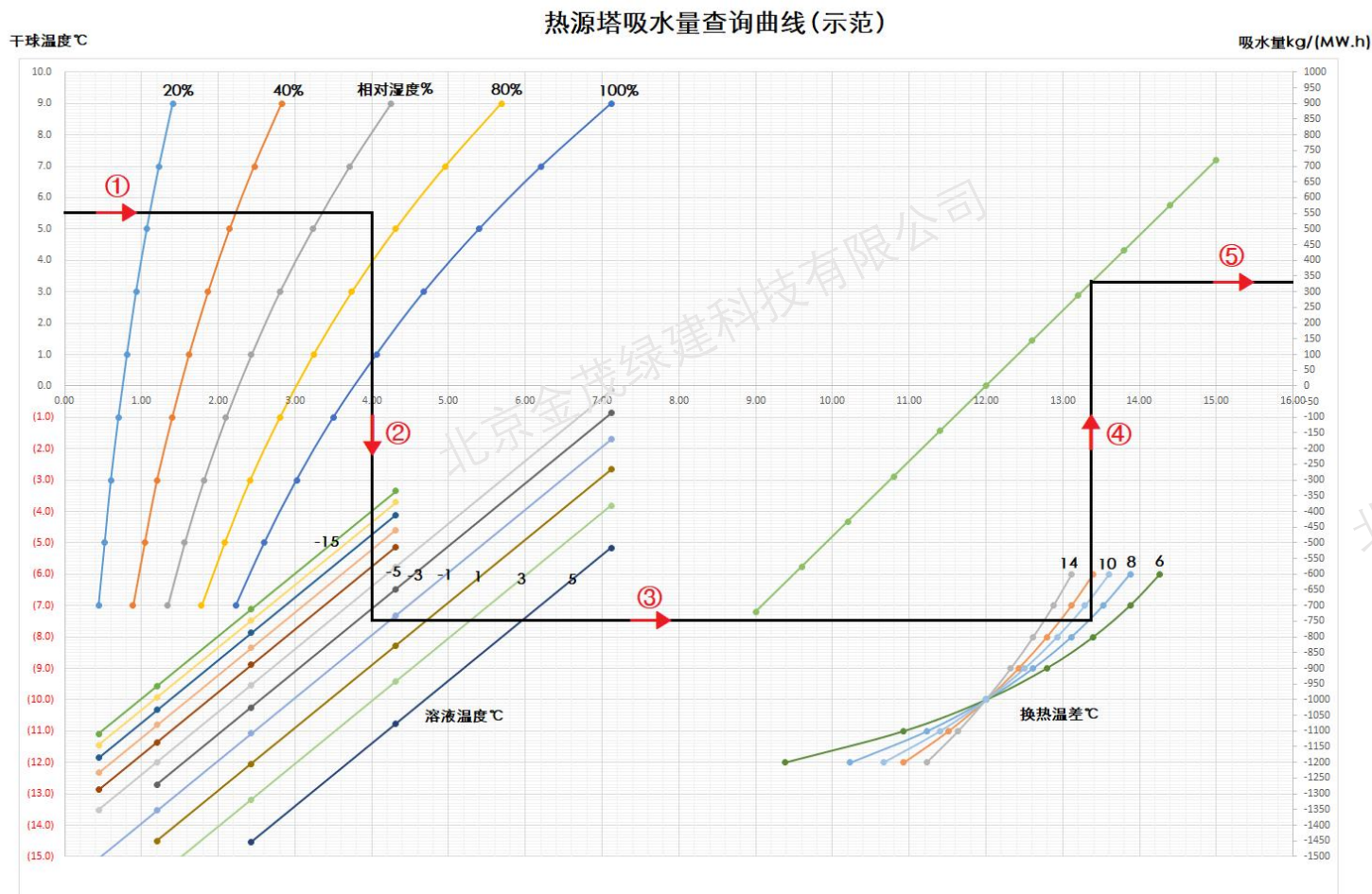
运行冰点 -30℃~0℃

• 安全环保

无毒无害, 高环保性



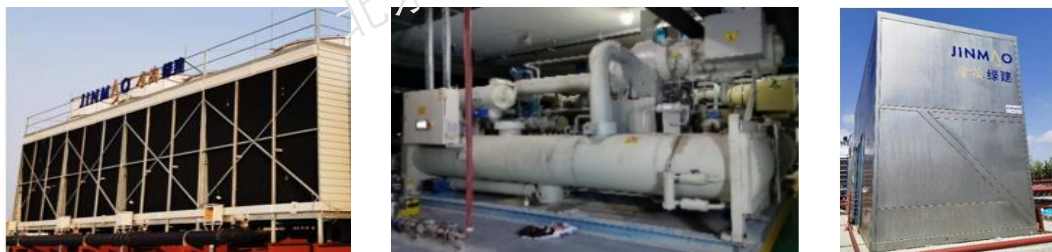
# 技术要点





# 应用案例——寒冷地区

金茂青岛中欧国际生态能源站（冬季 $t_{ws}=-8.5^{\circ}\text{C}$ ，极端低温 $t_{wg}=-18^{\circ}\text{C}$ ）



- 燃气上游气源不稳定；
- 燃气价格逐年升高，25年燃气价格 $4.7\text{元}/\text{Nm}^3$ ；
- 项目投运前期/春节期间污水量不足/不稳定波动；
- 污水厂处理能力不满足总达产负荷

热源塔热泵与污水源热泵一同作为主力热源；  
当污水量不足/波动期间，热源塔热泵系统更体现出优势，实现能源站保供目标

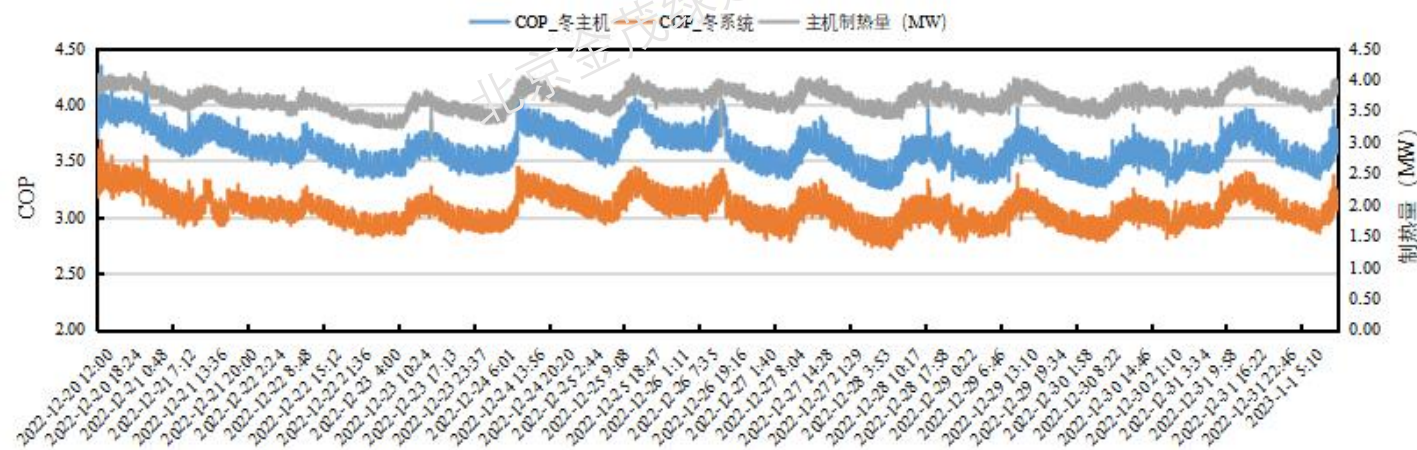
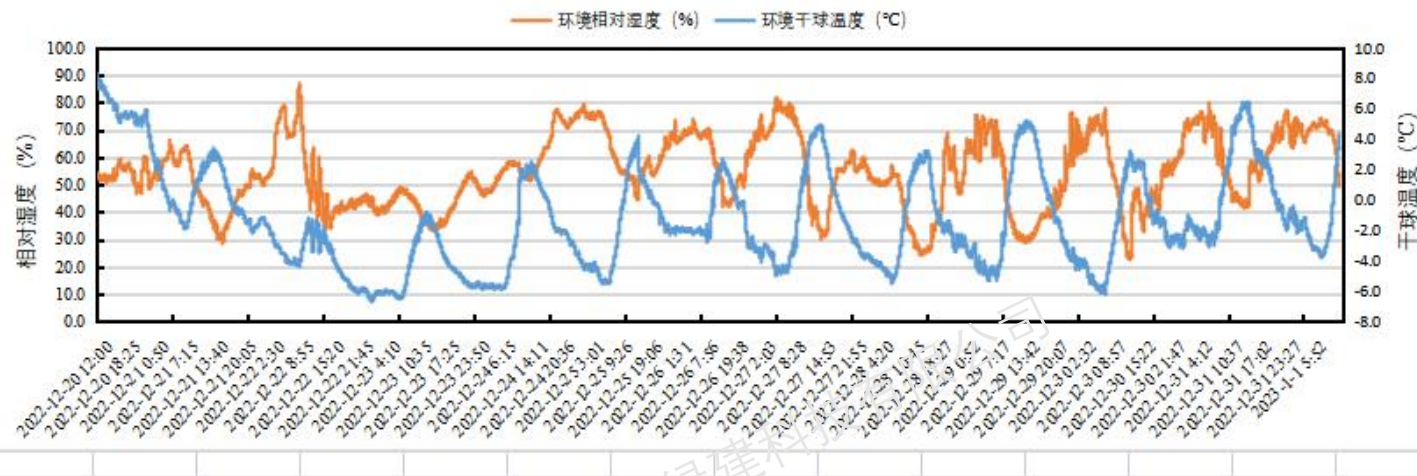
一期系统配置：1台 3MW热源塔热泵+4台  $500\text{m}^3/\text{h}$ 塔体+1台  $500\text{kg}/\text{h}$ 再生装置，2019年建设，已稳定运行4年；国内首个离心式热源塔热泵系统；首个MVR系统应用

二期系统配置：1台 4MW热源塔热泵+3台  $1000\text{m}^3/\text{h}$ 塔体+1台  $500\text{kg}/\text{h}$ 再生装置，替代原二期施工图燃气调峰方案；在建，25年底参与供暖



# 应用案例——寒冷地区

金茂青岛中欧国际生态能源站（冬季tws=-8.5℃）



季节	运行工况	SOCP
冬季	环境干球0℃ 相对湿度65%, 冷凝器进出水35℃/45℃	3.1
	环境干球-5℃ 相对湿度60%, 冷凝器进出水35℃/45℃	2.8
夏季	蒸发器进出水12℃/7℃, 冷凝器进出水30℃/35℃	4.5

供暖周期：11月5日~4月5日

燃气价格：4.7元/Nm<sup>3</sup>

平均电价：0.7元/kwh

供暖季，热源塔热泵系统相对传统燃气锅炉制热

节费：51%

节碳：22.7%

## 应用案例——夏热冬冷地区

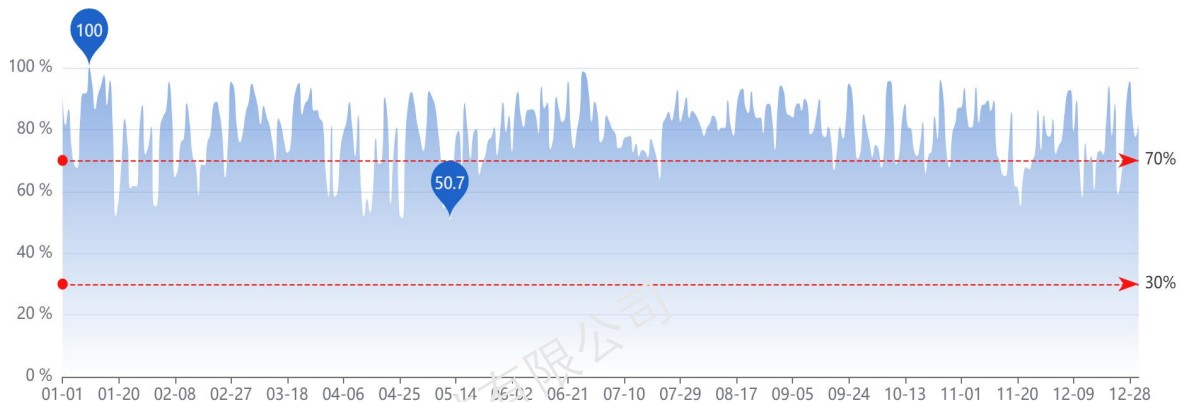
上海临港新片区103片区能源站 (冬季 $t_{ws}=-3.5^{\circ}\text{C}$ )

金茂长沙梅溪湖D区能源站 (冬季 $t_{ws}=-2.78^{\circ}\text{C}$ )

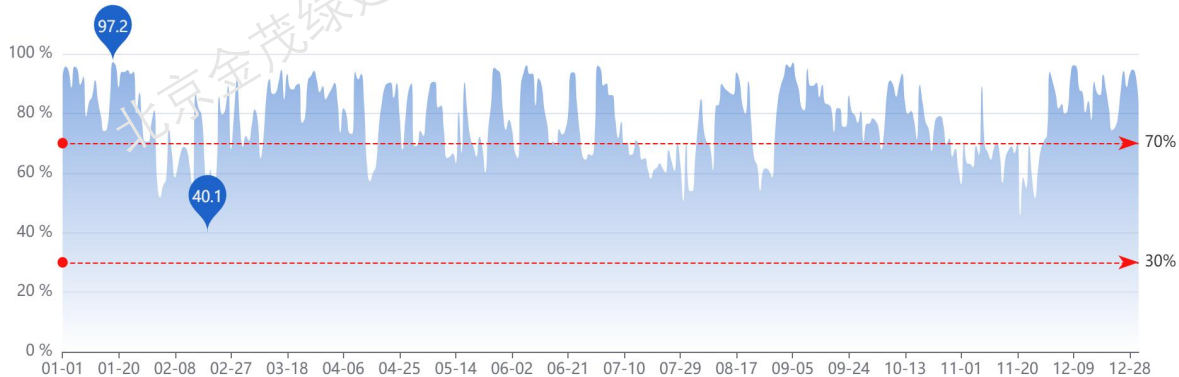
供暖周期: 11月15日~次年3月15日

冬季高湿, 处于分布式空气源热泵的重霜区; 极端环温 $-10^{\circ}\text{C}$

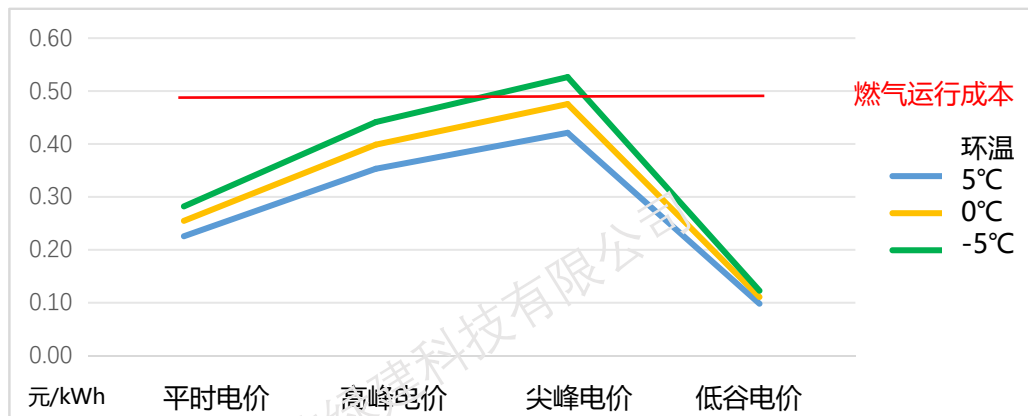
燃气价格:  $4.162\text{元}/\text{Nm}^3$



△ 上海市市辖区全年相对湿度分布



△ 湖南省长沙市岳麓区全年相对湿度分布



单位供热量运行成本 (元/kWh)

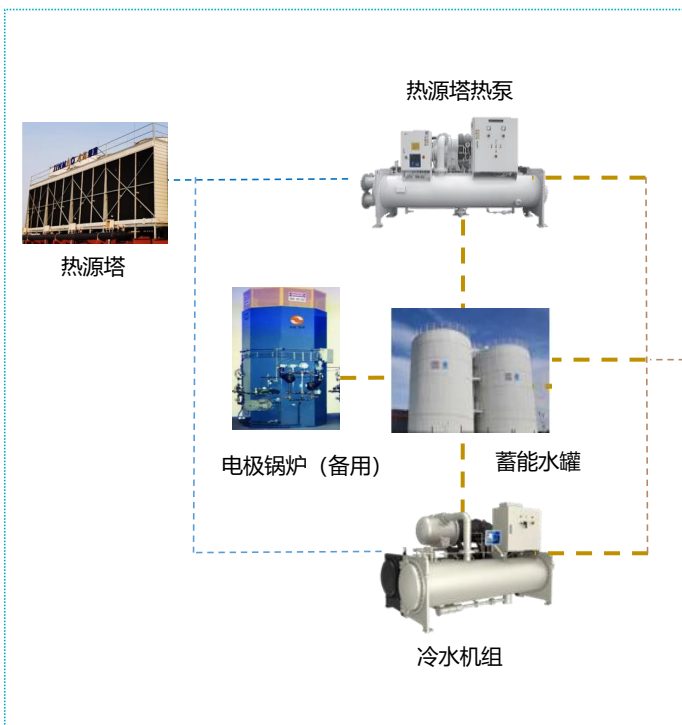
环温区间/ $^{\circ}\text{C}$	时间占比	负荷需求占比	系统能效	备注
$t_g \leq -5$	0	0	2.8	可切换燃气等非空气源能源, 优化热泵设计工况, 降本增效
$-5 < t_g \leq 0$	5%	100%	2.8~3.1	
$0 < t_g < 5$	30%	100%~70%	3.1~3.5	
$5 < t_g \leq 10$	45%	70%~50%	$\geq 3.5$	
$> 10$	25%	$\leq 50\%$		

备注: 参考DeST典型气象年逐环温, 未体现极端工况

# 应用案例——夏热冬冷地区

上海临港新片区103片区能源站 (冬季 $t_{ws}=-3.5^{\circ}\text{C}$ )

金茂长沙梅溪湖D区能源站 (冬季 $t_{ws}=-2.78^{\circ}\text{C}$ )



业主痛点:  
屋面设备层面积有限,  
周边环境对噪音要求高,  
燃气价格逐年升高



教育科研、商业办公

冬季 $44/50^{\circ}\text{C}$ , 夏季 $5/13^{\circ}\text{C}$   
冬季40MW, 夏季83MW



业主痛点:  
燃气价格逐年升高  
替代原有施工图中  
燃气作为基础热源



住宅、商业、办公、体育

冬季 $40/50^{\circ}\text{C}$ , 夏季 $5/12^{\circ}\text{C}$   
冬季35MW, 夏季87MW

系统配置: 4台 5.5MW热源塔热泵+12台  $1160\text{m}^3/\text{h}$ 塔体+5台  $1000\text{kg}/\text{h}$ 再生  
大系统多能互补: 热源塔热泵+离心冷机+水蓄能+电极锅炉 (备用)  
2024年建设, 2025年底供暖, 供暖周期: 11月15日~次年3月15日  
热源塔系统相对传统电制冷+燃气供能方式, 供暖季节费48%, 节碳25%

系统配置: 3台 4MW热源塔热泵+8台  $1000\text{m}^3/\text{h}$ 塔体+3台  $1000\text{kg}/\text{h}$ 再生  
大系统多能互补: 热源塔热泵+离心冷机+水蓄能+燃气锅炉 (备用)  
2024年建设, 2025年底供暖, 供暖周期: 11月15日~次年3月15日  
热源塔系统相对传统电制冷+燃气供能方式, 供暖季节费36%, 节碳22%



JINMAO

# 金茂绿建



官方公众号



官方视频号



北京金茂绿建科技有限公司



地址：北京市丰台区西铁营中路2号院17号楼佑安国际大厦



网址：[www.greenjm.cn](http://www.greenjm.cn)

咨询热线：159 3455 4515