



# 工业热管理的 技术路径“碳”索

冰轮环境技术股份有限公司

汇报人：毛国良

2024年4月09日



# CONTENTS

## 目录

01 概述

02 产品及特性

03 技术路径及应用

04 总结



# 01 概述

## 双碳目标下的工业热管理技术

### 聚焦双碳目标



2030年前，CO<sub>2</sub>排放达到峰值  
2060年前，实现碳中和

### 各行业减排举措



风力发电、绿色建筑  
新能源汽车、智慧控制技术

### 工业节能减排



传统能源消耗，优化产业结构  
废热排放，余热回收技术



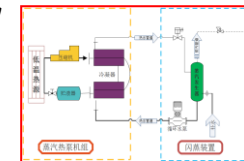
### 工业热管理

提供用热系统集成服务  
热能的高效利用，经济节能



### 热力蒸气电气化替代

可再生能源替代传统能源  
蒸汽热泵替代热力锅炉



### 热系统集成

冷、热、电联产系统  
石油化工热泵精馏系统



## 提供基于热的综合能源利用服务与整体解决方案



气

- 压力能利用、蒸汽增压、燃气热泵
- 能源类气体增压、液化、集输
- 化工生产尾气压缩、生物质气体输送

电

- 弃风弃光电及夜间闲置电力利用
- 工业余热余压发电
- 工艺气体发电
- 蓄能储能技术

水

- 工业洗涤水、循环水余热利用
- 烟气冷凝水利用
- 江河海水资源利用
- 园区雨水收集利用
- 水利系统技术综合解决方案

污

- 燃气燃煤锅炉排烟的余热回收
- 降低排烟中的污染物浓度
- 烟煤锅炉二次脱硫、二次除尘、二次脱硝一体化设备
- 污水源热泵技术

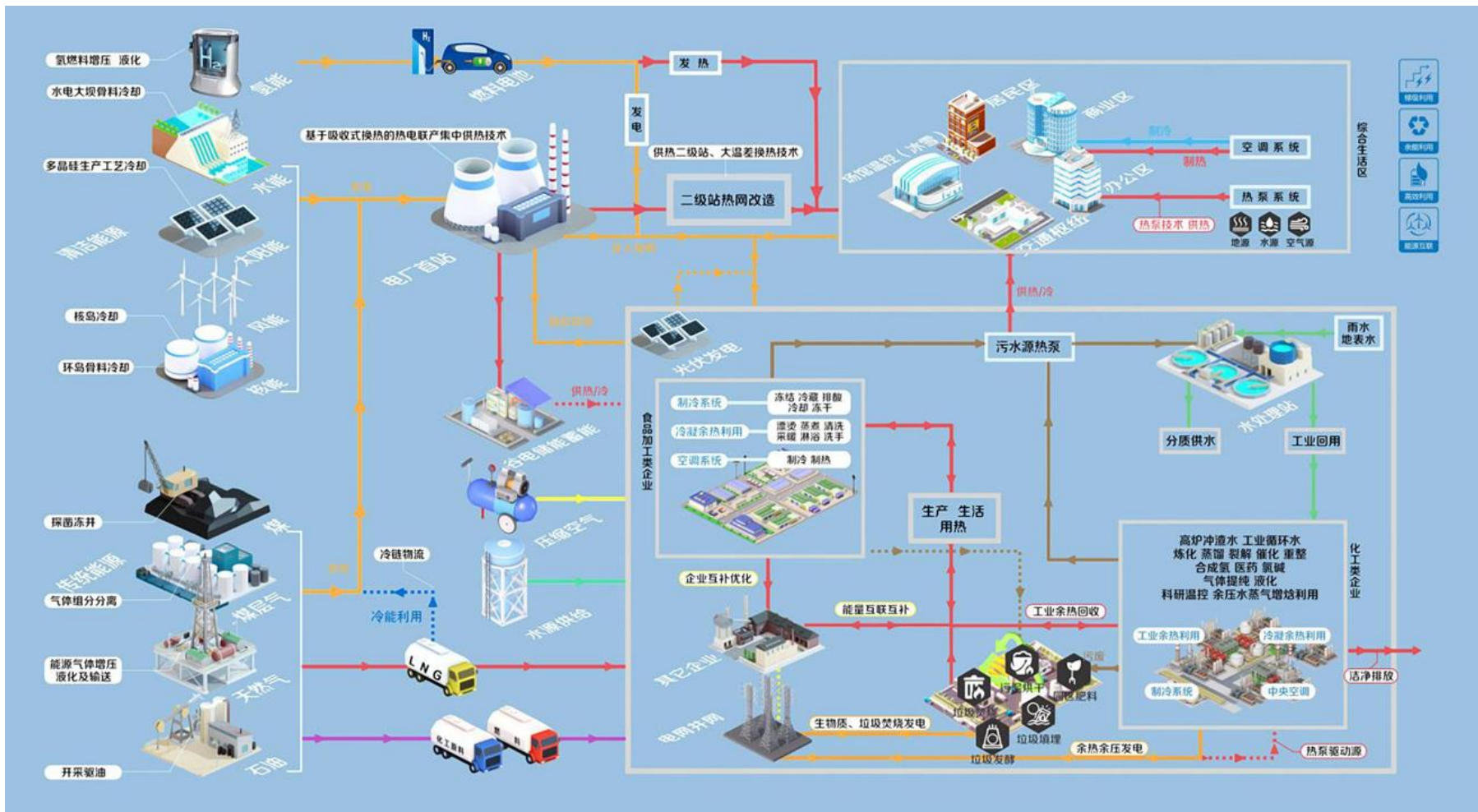
废

- 油田分离水污废处理
- 污泥烘干
- 生产及生活垃圾发酵、填埋、燃烧
- 不凝气体、腐蚀气体、毒害气体处理
- 园区绿化资源集约化

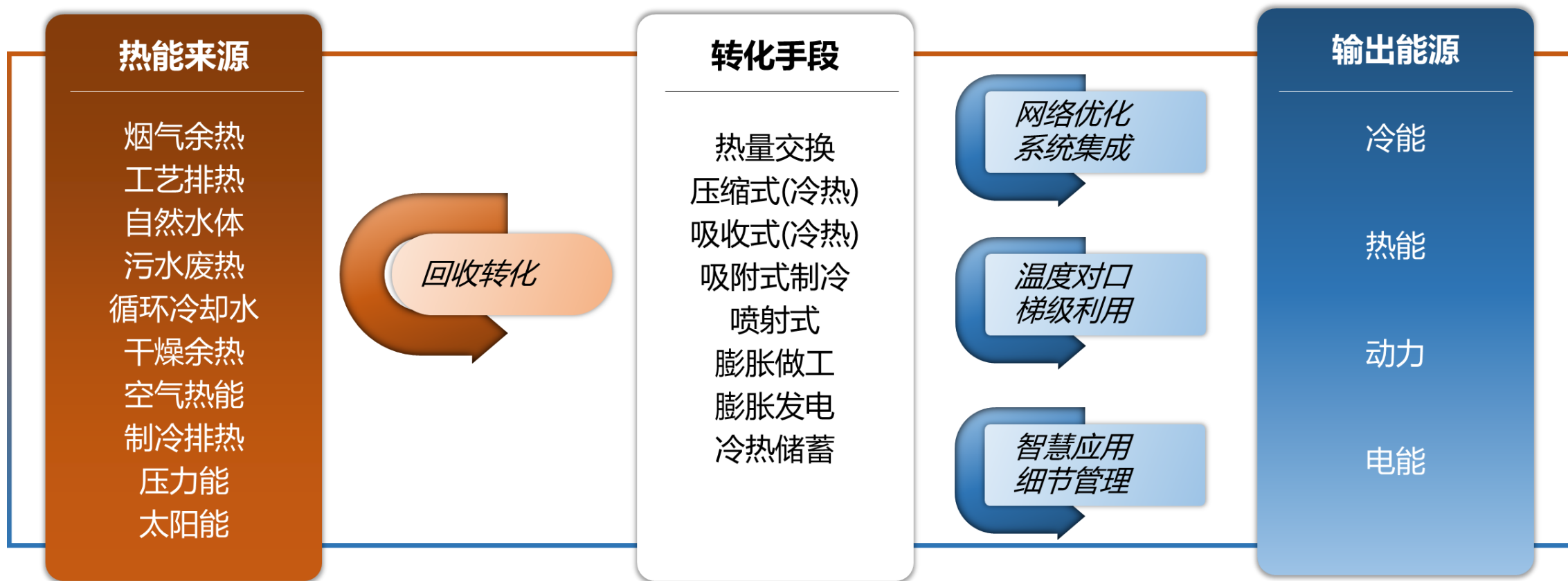
构建多形态能源的互补互联系统，实现产业园区与生活园区的能量生态连接。

# 01 工业热管理背景

通过对能源转换、能源应用、**余能回收**、废弃物处理各环节的**整体设计**、**统一规划**和**分级利用**，实现**能源梯级利用**、**余能综合利用**、**能源高效利用**，大幅度提高能源的总体利用效率，推进资源全面节约和循环利用。

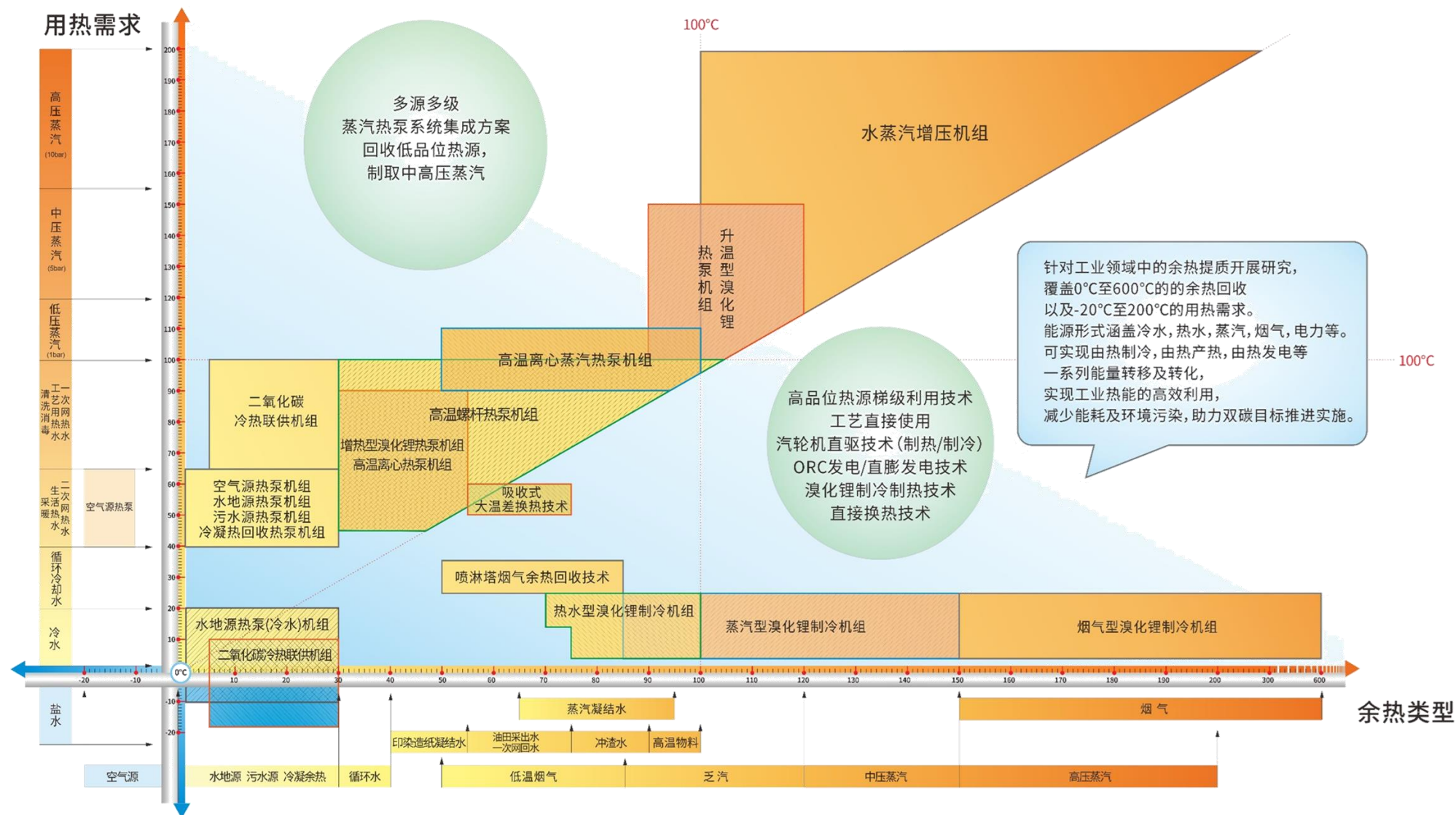


# 01 技术路径概述



➤ **短期目标：为设计院和业主提供特定场景下的能源系统整体解决方案**

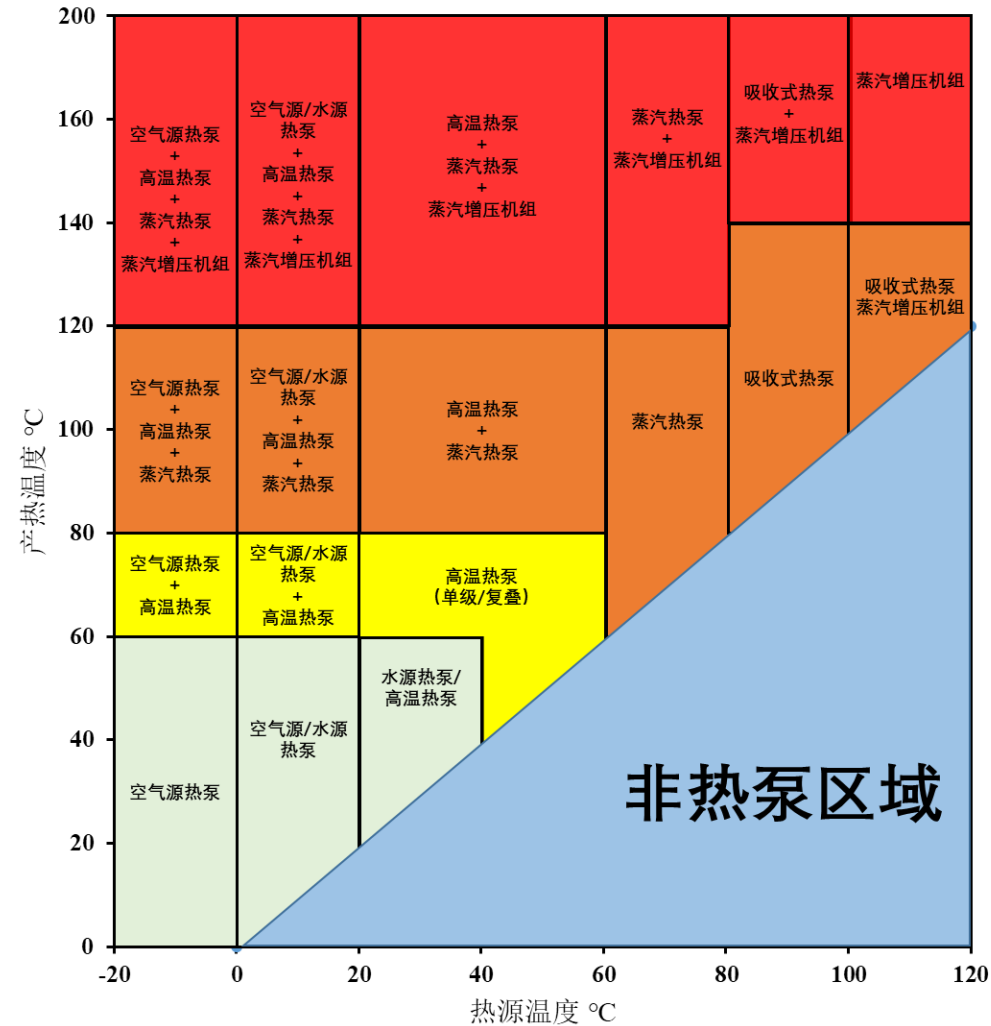
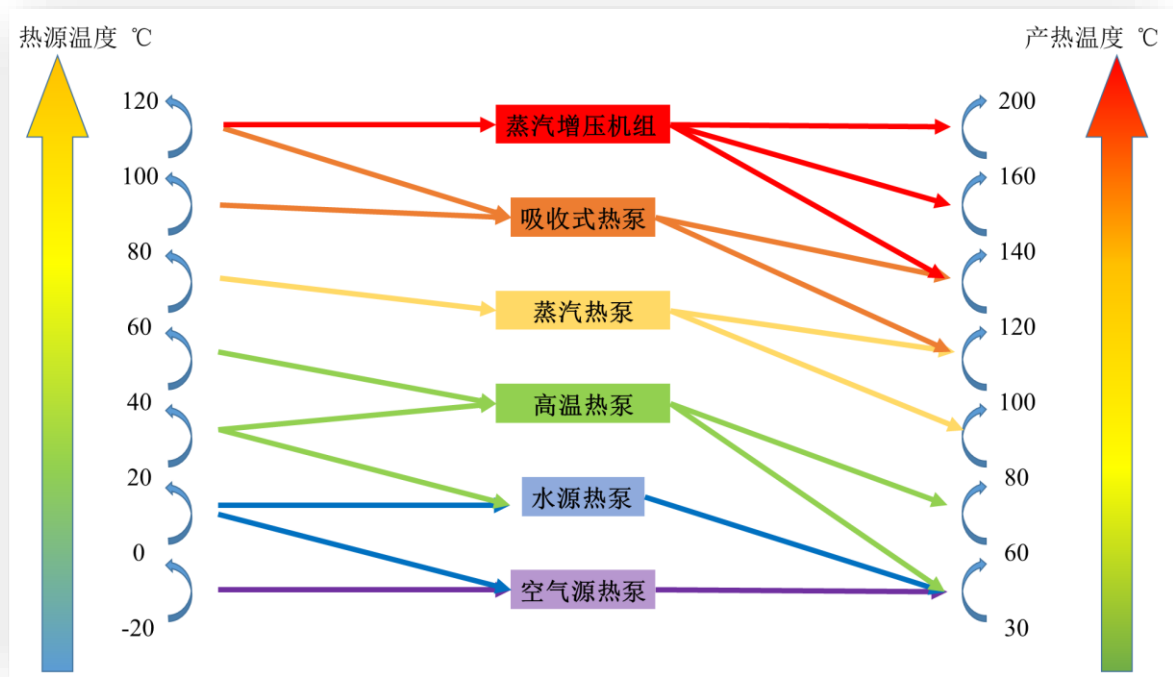
# 01 技术路径概述



注：本图例所示内容仅供参考，最终解释权归冰轮环境所有



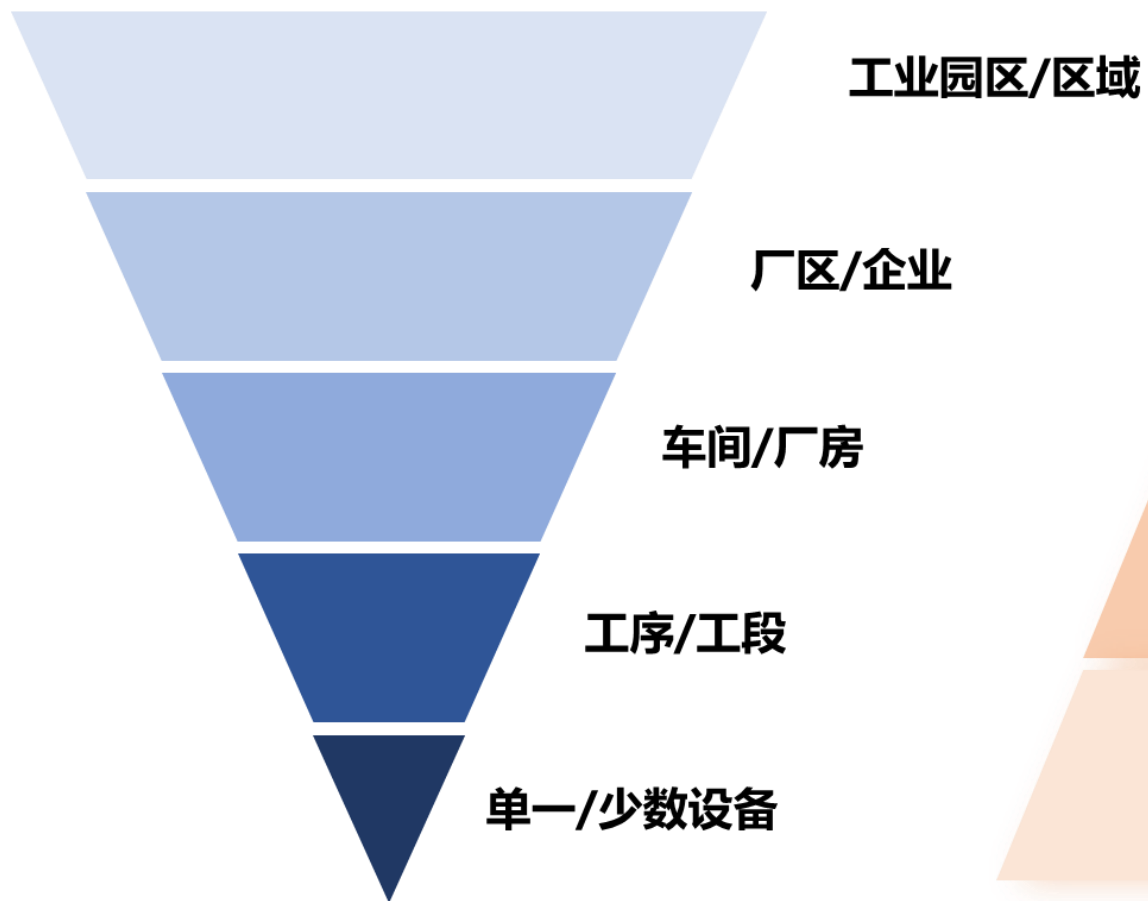
# 01 技术路径概述



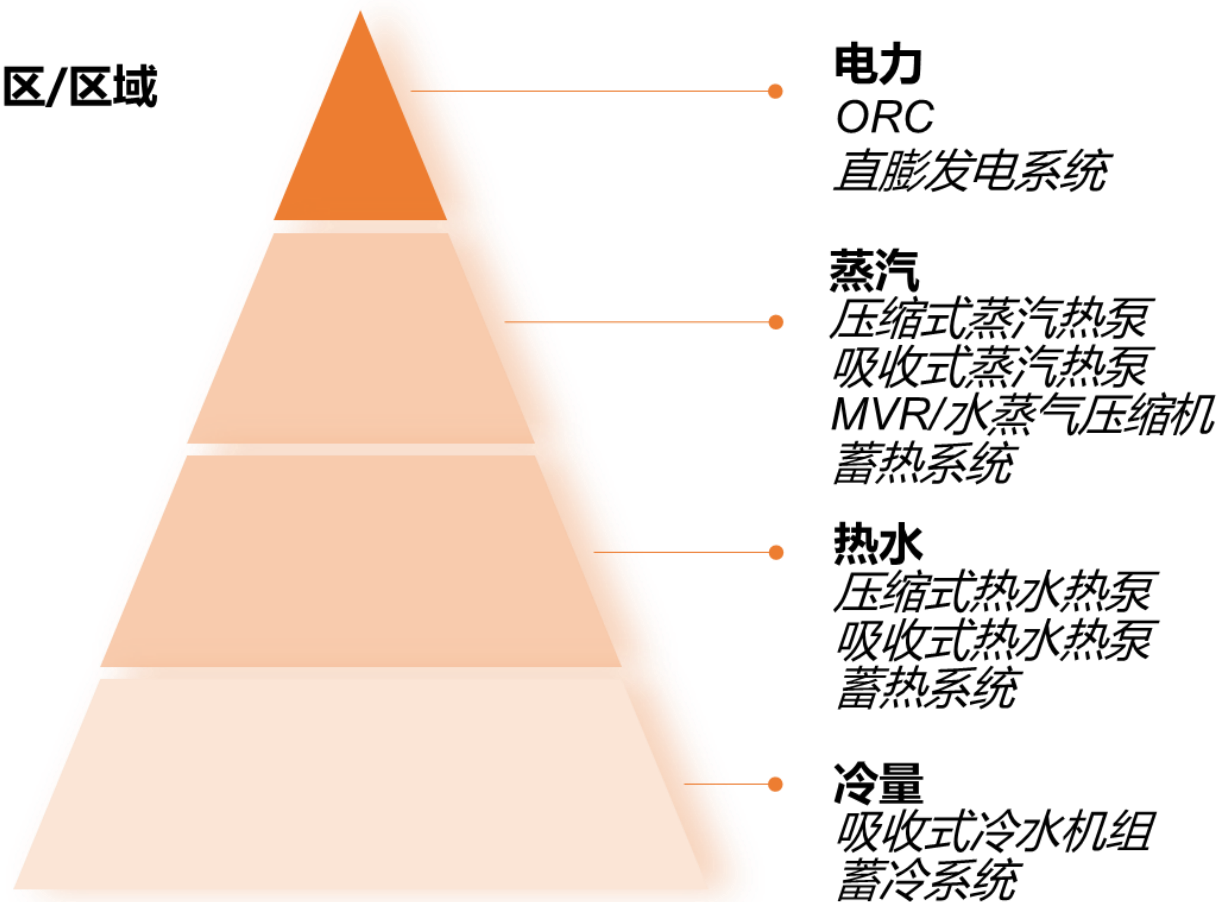
# 01 技术路径概述

多场景，多维度，全面覆盖用能需求

➤ 场景维度由小到大



➤ 能源分级全面覆盖





# 02 产品及特性

# 02 余热余压回收利用产品

## 回收资源

空气源/水源

冷凝余热

低、中、高温废水

低温乏汽/烟气/废燃气

谷电/多余绿电(弃光弃风)

余压

二氧化碳尾气



## 产品范围

机械式热泵机组

MVR/水蒸气增压机组

吸收式冷水机组

吸收式热泵机组

蓄冷、蓄热设备

余热余压发电机组

CCUS



## 产品分类

螺杆式机组

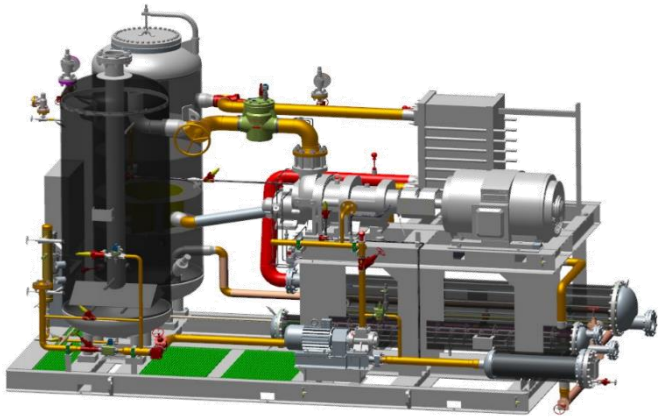
离心式机组

吸收式机组

产出冷/热/蒸汽/电力

二氧化碳再利用





## 循环冷却水余热回收热泵机组

回收厂区循环冷却水余热

末端制取最高达**90°C**高温热水

用于厂区工艺用水

综合能效高，适用范围广泛



## 大型水源/气源高温热泵机组

以低品位温水、气体等作为热源

末端制取最高**90°C**热媒

应用于工艺用热端

机组集成度高，综合效率高

回收

循环冷却水余热/空气  
源/水源

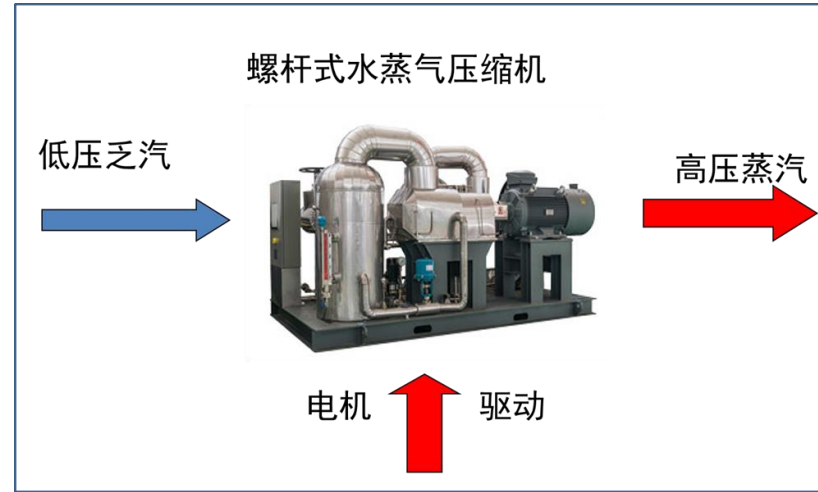
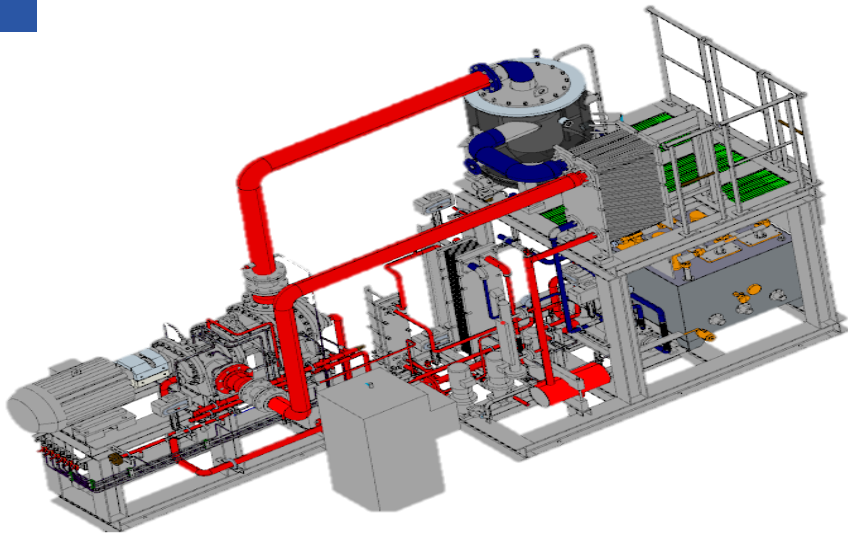
产出

最高**90°C**热水

典型用途

工业应用、供暖

# 02 螺杆式机组



回收  
低压蒸汽

产出  
高压蒸汽

典型用途

蒸发/结晶/再沸

## MVR/水蒸气增压机组

回收3barG以下低压蒸汽

最高可增压至**14.5barG(200°C)**

以水为热泵工质，做**100°C~200°C**区间的

热泵升温应用

## 应用场景

- ◆ 石化、化工等行业精馏工艺中二次低品位乏汽的回收
- ◆ 工业废水、原料浓缩过程的二次闪蒸气应用 (MVR)
- ◆ 对无法满足工艺要求参数外购管道蒸汽进行二次增压
- ◆ 与各级热泵组成系统，完全替代蒸汽锅炉

# 02 螺杆式膨胀发电机组



## ORC螺杆膨胀机组

回收水蒸气/热水/烟气

有机工质朗肯循环

吸热膨胀推动膨胀机发电

热能-压力能-机械能-电能



## 水蒸气/气体螺杆膨胀机组

回收0.1MPaG以上水蒸汽

利用水蒸气压力直接膨胀

天然气螺杆膨胀机组

应用于石油化工/钢铁冶金/食品医药

回收  
80-250°C废热  
0.2-2MPa水蒸气

产出  
400V-10.5kV电能

典型用途  
化工厂余热/余压发电

# 02 离心式机组

## 超高效双级离心冷水（热泵）机组

冷量范围：300~3000RT  
制热范围：300~2500RT

军品级别齿轮，  
国标**5级**精度

COP: max  
7.08

使用推荐

空间小

能源站

双级压缩，更宽压缩机比，更广运行范围

H系列COP平均超过**新GB一级10%**

可实现**10%**负荷稳定运行

专利设计高效补气联动控制，  
大幅提高综合部分负荷性能

高效满液式蒸发器，  
提升换热效率；

I-VISION控制系统，轻松实现机组远程监控或多机组联网群控。

热泵工况：max. **65°C**热水出水

蓄冰工况：**-10°C**乙二醇出水

回收  
空气源/水源

产出  
最高**65°C**热水

典型用途  
供暖生活





# 02 离心式机组



## 宽温域离散余热相变提质热泵机组

回收60°C-100°C热水作为热源

制取最高**112°C**高温水，**1.5barA**蒸汽

模块化，集成度高，安装简易，自动化程度高

高效，制蒸汽运行比锅炉更**环保**，更具经济优势



回收  
60°C左右热水

产出  
最高112°C热水  
1.5barA饱和蒸汽

典型用途  
工业余热回收  
制取蒸汽

# 02 吸收式机组



### 热水型吸收式冷水机组

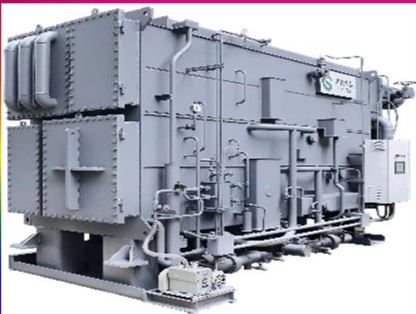
- 驱动能源：70°C以上的水或工业余热、废热、太阳能、地热等
- 功能：制冷
- 制冷能力：140-10550KW

### 蒸汽型吸收式冷水机组

- 驱动能源：0.012-0.8MPa 锅炉蒸汽、工业废蒸汽等
- 功能：制冷
- 制冷能力：140-10550KW

### 直燃型吸收式冷水机组

- 驱动能源：天然气、城市煤气、沼气、油类等
- 功能：制冷、采暖、卫生热水（可以做成一体）
- 制冷能力：140-10550KW
- 制热能力：112-8440KW



驱动热源  
废热水/乏汽/燃气

产出  
5°C以上低温冷水

典型用途  
工艺冷却  
余热制冷

# 02 吸收式机组

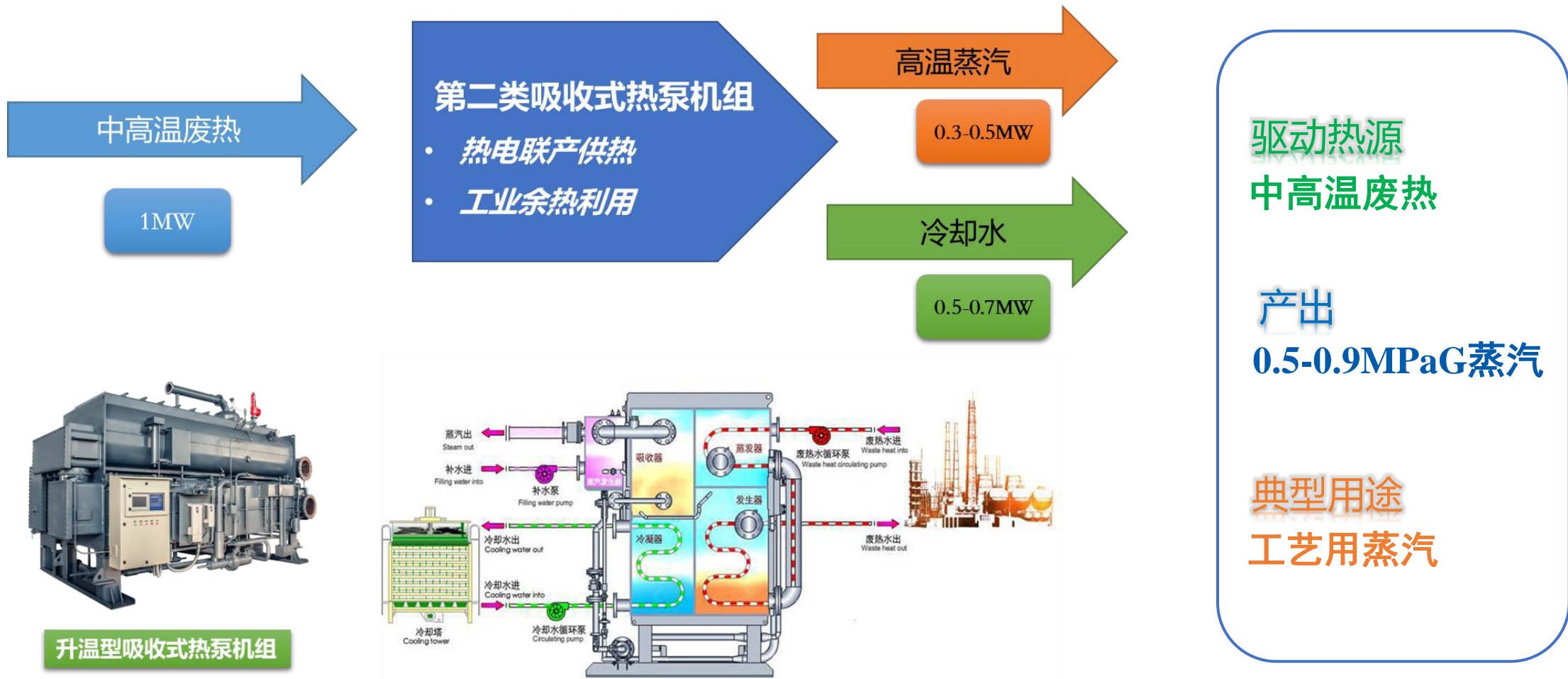


驱动热源  
废热水/乏汽/燃气

产出  
100°C下热媒

典型用途  
热电联产  
供暖

# 02 吸收式机组



# 02 螺杆式、离心式、吸收式机组对比

## 螺杆式机组优势

- 工作范围宽，压比高，温升大
- 对吸气干度无要求，湿压缩不敏感
- 能量调节性能好，变工况能力强
- 可靠性高，适用各种工况，寿命长

## 螺杆式机组劣势

- 效率较低
- 单机容量小
- 润滑油系统复杂，耗油量大
- 噪声大，加工精度和装配精度高

## 离心式机组优势

- 效率高
- 转速高，单机容量大
- 振动小，噪声低
- 无润滑油系统设计，换热系数高

## 离心式机组劣势

- 低负荷喘振，部分负荷效率低
- 对吸气干度要求高，不允许带液
- 离心负压，外气易侵入

## 吸收式机组优势

- 耗电量少，运行费用低
- 运动部件少，振动小，噪声低
- 能量调节性能好，操作简单
- 溴化锂溶液无毒环保，安全性高

## 吸收式机组劣势

- 效率低
- 溴化锂溶液腐蚀性强，使用寿命较短
- 真空下运行，密封性要求高

特定场景下，将螺杆、离心、吸收机组优势互补集成工业热管理系统，形成最佳能源方案

# 02 工业热管理解决方案





# 03 技术路径及应用

# 03 应用领域

- 石油化工
- 热电联产
- 钢铁
- 印染
- 医药
- 酒业
- 食用油
- 污泥干化
- 供暖
- 屠宰
- 乳制品
- MVR





# 03 石油化工-热电联产

## 石油化工行业特点

- **炼油环节排放大量余热**，包括自催化装置等工艺设备出来的余热水（水温约120-140℃）、厂区工艺蒸汽管线末端乏汽（约0.25MPaA）、部分工艺出来的蒸汽冷凝水（约85℃），厂区循环冷却水（约33℃），一般全部通过**空冷岛放散**。
- **化工环节需大量工艺冷水，高压蒸汽**

### 技术路径:



#### 溴化锂吸收式冷水机组

- 利用催化装置等设备出来的高温余热水和循环冷却水，产生工艺用冷水；



#### 离心式蒸汽热泵机组

- 利用中温冷凝水，以电机械式驱离心式热泵机组实现蒸汽制取；



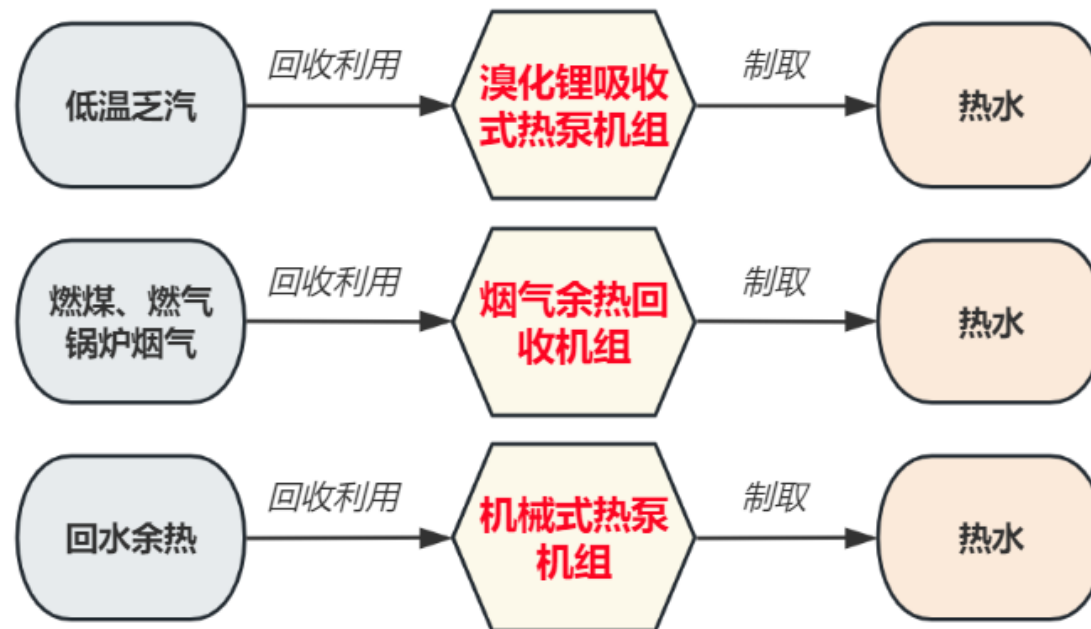
#### 水蒸气压缩机组

- 利用厂区蒸汽管线的末端乏汽，直接增压，产生高品位饱和蒸汽。

## 热电联产行业特点

- **存在乏汽及烟气余热**，比如有差不多**15%的乏汽余热**直接通过凉水塔等排放到环境中，同时，烟气也带走了大量热量，造成能源浪费。
- **供暖回水温度高**，回水约为70℃，在相同的水流量条件下，供暖能力收到限制。

### 技术路径:

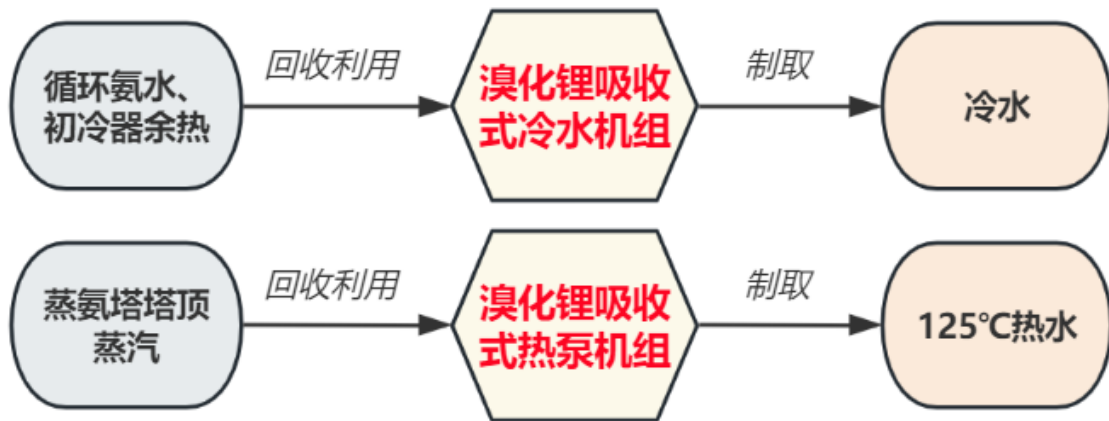


# 03 钢铁焦化-印染

## 钢铁焦化行业特点

- **副产大量高温余热**，例如需要降温的650-700°C荒煤气，850°C干熄焦惰性气体等。
- **节能减排要求高**，钢铁行业作为重要能耗行业之一，其节能改造接受程度高。

### 技术路径:



## 印染行业特点

- **高耗能、高耗水、高污染**的“三高”行业，各工艺环节**废水温度多样且较高**，一方面需要降温并做污水处理，另一方面在煮炼、染色、定型等流程中，需要**消耗大量蒸汽与热水**。
- **行业分散度高**。

### 技术路径:



**机械式热泵机组/  
水蒸气增压机组**

- 回收印染车间高温废水，制取蒸汽，低压蒸汽增压利用；



**溴化锂吸收  
式热泵机组**

- 回收低温热水，制取高温热水；



**溴化锂吸收  
式冷水机组**

- 制取冷水，用于车间、办公或生活区空调。

## 医药行业特点

- **工艺特异性高**，医药加工企业的工艺流程不具有通用性，用热主要是蒸汽，多数在130°C以上。废热情况包括：**发酵（生物反应自发热）、罐体表面余热、喷雾塔排气余热**等。
- **有蒸发浓缩工艺需求。**

## 技术路径:



**机械式热泵机组/  
水蒸气增压机组**

- 蒸发浓缩;



**多级热泵集成系统**

- 回收低温热水，制取高压蒸汽;



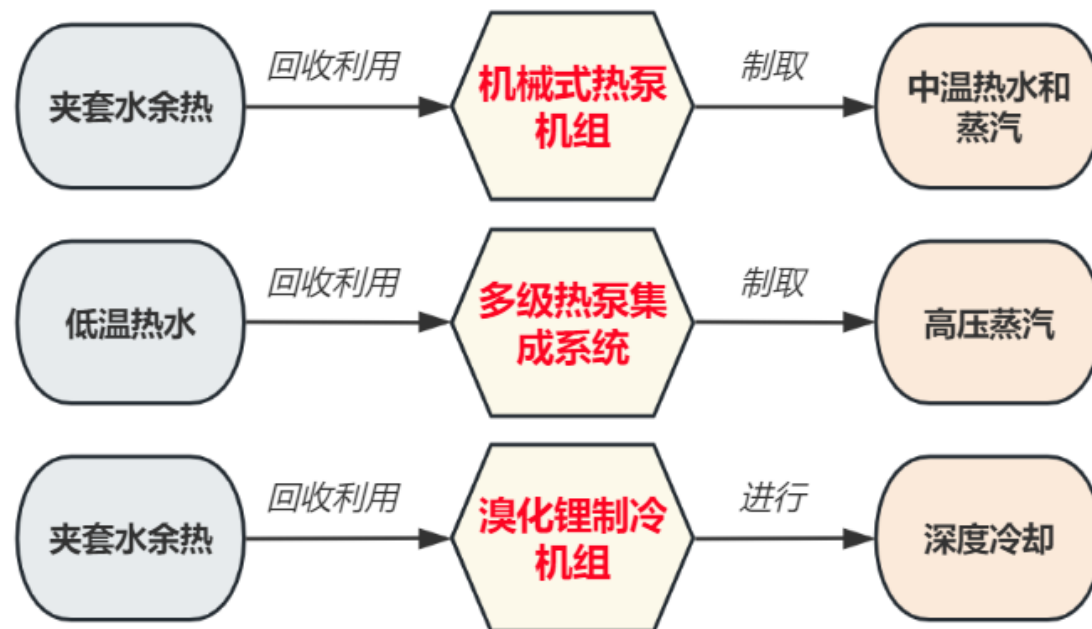
**喷淋式余热回收机组**

- 回收喷雾塔尾气余热，提供热源。

## 酒业行业特点

- **冷热需求量大**，白酒行业中，**蒸酒**过程中需要**消耗蒸汽**，多使用燃气锅炉或电锅炉制取，蒸汽成本较高；**取酒**过程需要**消耗大量的冷却水**。啤酒行业中，同时存在冷热的需求。

## 技术路径:

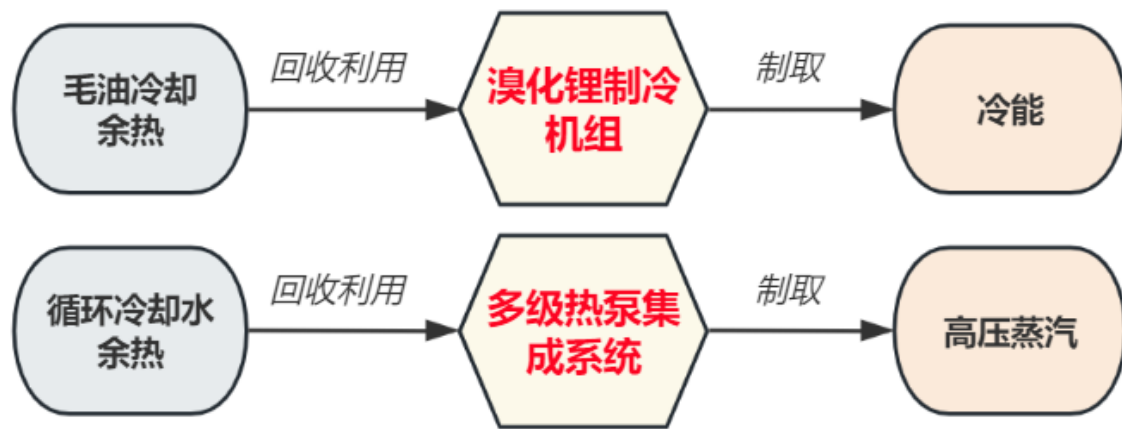


# 03 食用油-污泥干化

## 食用油行业特点

- **冷却需求量大**，食用油制油工艺主要分为**压榨法**、**浸出法**和**预榨浸出法**三种。压榨法榨出的毛油温度较高，在精馏工艺段需要消耗大量冷却水把热量带走，浸出法在工艺流程中也需要**大量循环冷却水**。

### 技术路径:



## 污泥干化行业特点

- **冷热耦合温差适宜**，污泥干化工艺段生产流程一般是通过蒸汽或燃气制取工艺热水加热污泥，蒸出污泥中的水分。**常规热水温度：90→70℃**，**冷却水温度：34→45℃**。冷热耦合温差适宜，采用热泵实现耦合，可以起到非常好的节能效果。

### 技术路径:



#### 溴化锂热泵机组

- 采用蒸汽或直燃驱动，显著减少热源消耗；



#### 机械式热泵机组

- 回收循环冷却水热量，制取高温热水，冷热耦合。

# 03 供暖-屠宰、乳制品

## 供暖行业特点

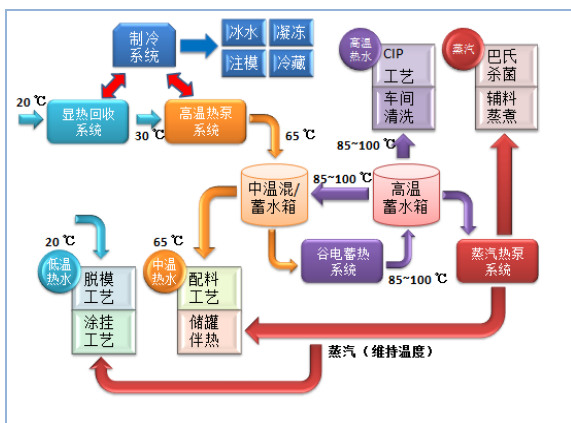
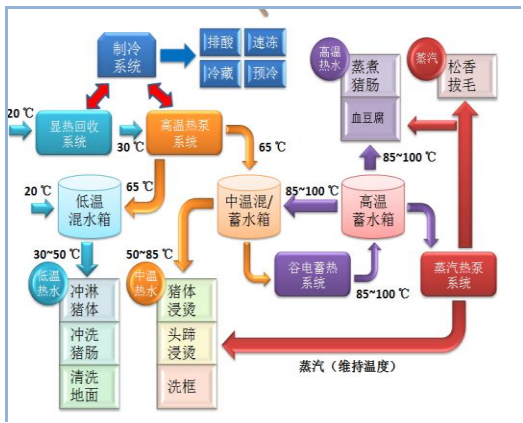
- **场景需求多样化**，除常规的市政供暖覆盖范围外，类似**油田，矿井**等，都存在供暖的需求，同时，又有大量的余热资源，例如**采油净化污水，矿井采出水，循环冷却水**等等。

### 技术路径:



#### 机械式热泵机组

- 回收低品位热源，产出高温热水。



## 屠宰、乳制品行业特点

- **冷热流程相对一致，冷热需求明确**，屠宰行业中，制冷系统产生的冷用于排酸、速冻等，其产出的**冷凝余热非常可观**，用热包括清洗、蒸煮等环节，所需温度不等，由高到低。**乳制品行业中**，20°C的低温水可以用于脱模和涂挂，65°C的中温热水可以应用于配料工艺和储罐的伴热，85~100°C的高温热水可用于CIP高温清洗工艺。

### 技术路径:

#### 宽温区制冷供热耦合集成系统：集成低温制

冷、高温制热、微压蒸汽及蒸气增压等系统，实现-50 ~ 200°C温度范围内的高效环保的冷热联供零排放、水汽同制大温区的工程应用，满足个性化的工艺过程用能需求。



# 04 总结

## 一、初级：点对点、品位提升

- ◆ 目前市场绝大多数的热泵机组应用都归于此类；如制冷系统的全热回收热泵、吸收式热泵应用等
- ◆ 难度主要集中在热泵系统自身设计

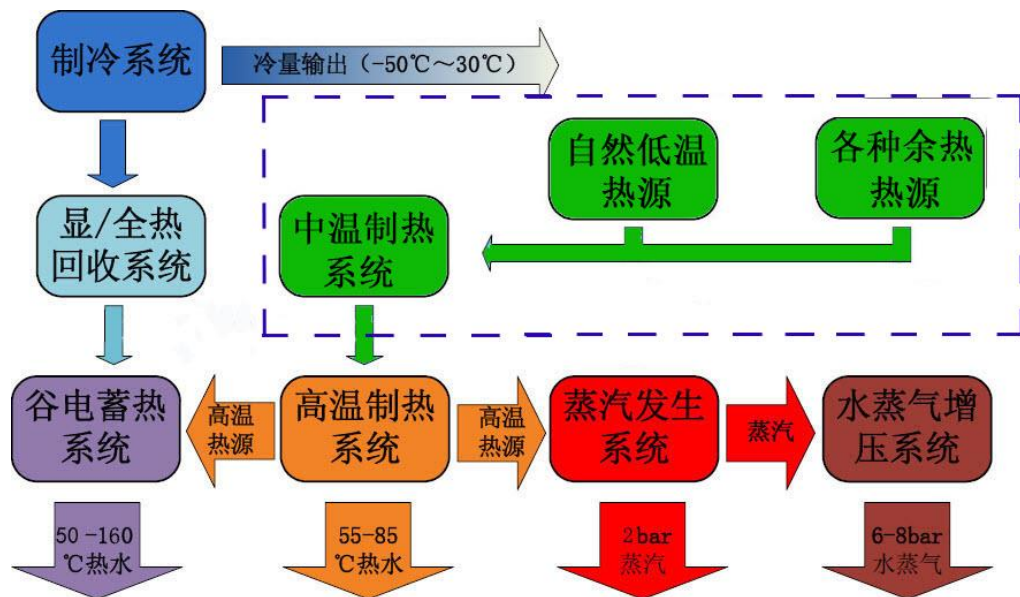
## 二、中级：温度对口、梯级利用

- ◆ 有一定的技术门槛，市场案例较少
- ◆ 需要对用户整体工艺参数有较深入了解，设计人员要求具备很高的系统集成能力

## 三、高级：温度对口、梯级利用、统筹规划

- ◆ 特定场景下余热资源及用热工艺集成网络化的整体能源解决方案（双碳政策下今后的发展方向）
- ◆ 尚处于起步阶段：设计院缺少具体技术支撑；企业缺少方案实施具体场景和政策支持
- ◆ 需对余热利用技术拥有全面认识了解；可将各项技术灵活有效的集成应用，产品也不再局限于企业自制

# 04 工业热管理关键技术



- 冷能、热能、电力系统的集成
- 制冷与供热量的匹配
- 废热、用热逐时匹配
- 热水、蒸汽用量的匹配
- 热水、蒸汽温区最佳系统效率匹配
- 系统的综合效率及投资经济性

各种热利用技术灵活有效集成应用，提供整套工业热管理方案





让温度更有温度  
BEYOND JUST TEMPERATURE

致力于人类生活  
质量的提高

*Making A Better Life*

欢迎批评指正