

低碳发展 智汇冷暖

冷热耦合系统技术助力实现碳中和目标

于志强

2021年4月

冰轮环境技术股份有限公司
MOON ENVIRONMENT TECHNOLOGY CO.,LTD.

SINCE 1956





碳中和目标及进程

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的《全球温控1.5℃特别报告》指出，实现**1.5℃温控目标**有望避免气候变化给人类社会和自然生态系统造成不可逆转的负面影响，而这需要各国共同努力，在2030年实现全球净人为CO₂排放量比2010年减少约45%，在2050左右达到净零。

中国：2020年9月22日，中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会

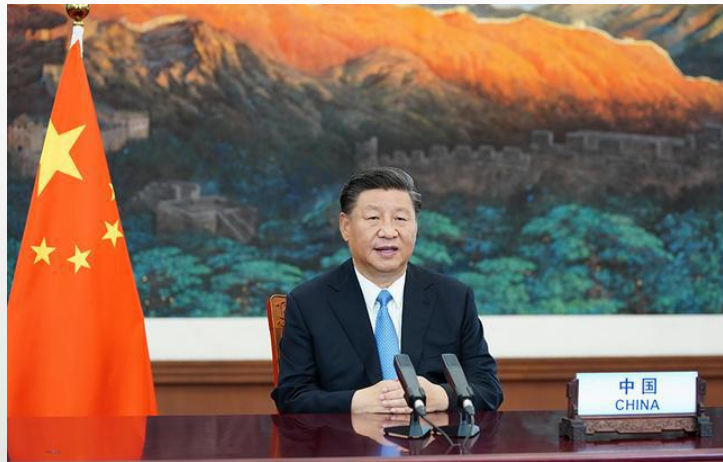
- 力争2030年前达到峰值
- 努力争取2060年实现碳中和（比欧盟缩短30年）

欧盟委员会2019年底发布的《欧盟绿色新政》

- 1990年碳排放达峰
- 力争到2050年成为“碳中和大陆”（60年后实现碳中和）

日本2050年力争实现碳中和

美国2050年全球经济范围内温室气体排放相对2050年下降80%





中国的碳中和路径

来源：碳排放网



行业	实现碳中和的技术
电力	1、停止新建未应用CCUS技术的常规燃煤电厂 2、识别并关停燃煤电厂中的一小部分老旧、高污染、低效率电厂 3、继续增加非化石燃料发电的比例（2025年提高至45%） 4、建立电力现货供应，通过电力市场改革增加跨省绿电交易 5、完善CCUS政策以促进新的化石燃料电厂采用CCUS
建筑	1、持续提高建筑节能设计标准 2、完善家电能效标准和标签计划 3、促进就地光伏发电和高效生物质利用 4、减少大型商业建筑依赖，鼓励自然通风和照明 5、部署智能技术，以改善需求侧响应和电网灵活性
工业	1、消除产能过剩，优化结构，提高效率和创新能力 2、完善环境影响评价和能源技术评价相关制度和标准 3、采用需求管理措施，控制工业品产量，降低总能源需求 4、优先部署节能技术，控制总能源需求 5、提高电气化水平，特别是替代煤炭的使用
交通	1、发挥铁路和水路的效用，加快长途货运结构的调整 2、以“公共交通+骑自行车/步行”为重点，加快完善绿色出行方案 3、以新能源汽车应用为重点，提高交通部门的清洁技术水平 4、发展智能交通，显著提高交通能效 5、加强交通需求管理（TDM）的政策创新

“京都议定书”“绿色制冷行动方案”“碳中和”等等政策，最终目标都是控制全球变暖。除了降低CO₂的排放，降低热害、热污染、高GWP物质的排放都应当被考虑。

冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology



制冷行业的发展

制冷行业热点思考



COP+零部件效率↑

高效机房，高效压缩机、紧凑高效换热器，智能化、数字化技术加持



冷热割裂



高GWP制冷剂替代



需求

畜禽屠宰、乳品、啤酒等众多制冷企业，既需要用冷，又有大量的热消耗

问题

制冷排热的质量、数量不满足用热需求
制冷排热的时段不满足使用需求

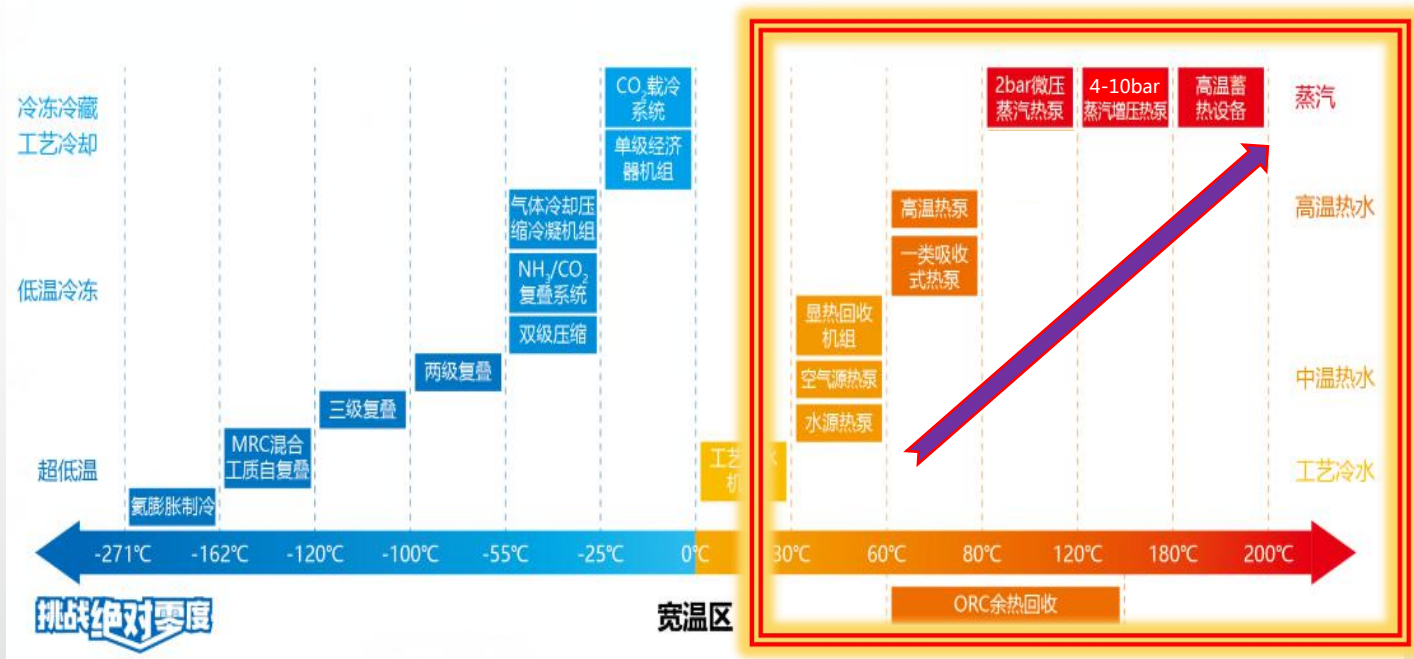
现状

制冷系统单纯制冷，制冷时不断向环境排热
依赖化石能源制热，污染环境，二次热害

打破冷热割裂，可以实现能源的高效综合利用！



全温区解决方案



制冷温区宽广，但均有废热可以利用

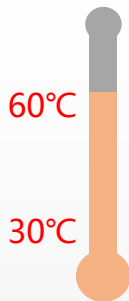
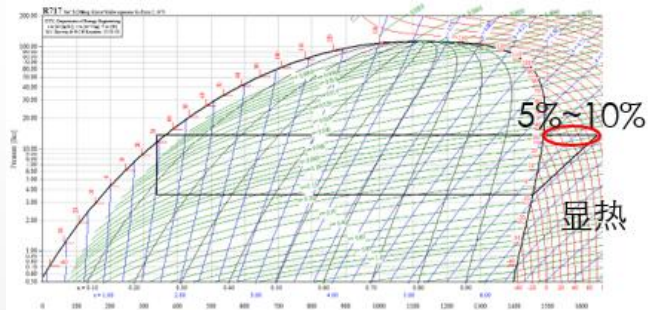
制热品味不同，从低到高逐项解决

冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology



显热回收



少量中温热水需求

系统简介：

利用显热回收器回收制冷系统排气显热，将热能转化到水中，用于清洗、淋浴等。

系统特点：

- **节能减排：**消耗少量水泵功耗可以制取中温热水，运行费用低；冷凝器负荷可减少；系统COP在30左右
- **简洁：**撬装化，既有项目改造方便，投资小
- **自动控制，无人值守**



高温热泵



95°C

60°C

大量高温热水需求

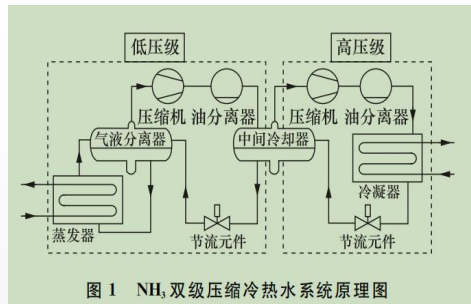


图1 NH₃ 双级压缩冷热水系统原理图

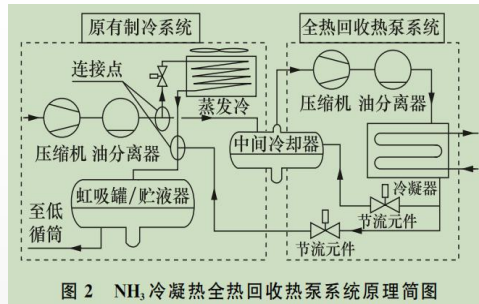


图2 NH₃ 冷凝热全热回收热泵系统原理简图

系统简介：

- 双级压缩冷热水系统
- 冷凝热全热回收热泵系统

系统特点：

- **节能减排：**回收冷凝热，减少蒸发冷耗功，降低无效热排放；可降低原制冷系统冷凝温度，提升原系统COP；冷热综合COP高
- **宽温区：**可实现多温区供热水的供应
- **系统简洁，撬装化**



高温热泵——NH₃作为热泵工质的特点

环保

ODP=0, GWP=0, 泄露时易现,
且获取容易, 价格低廉

物性

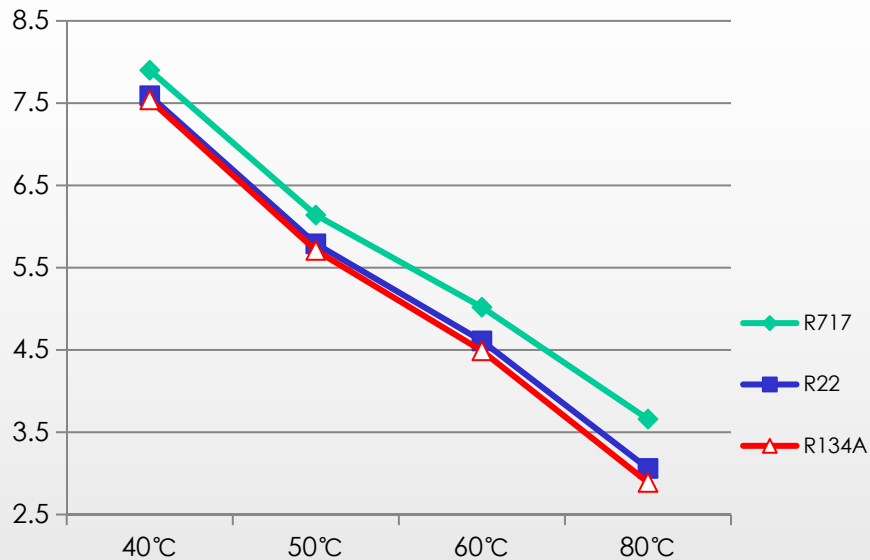
临界温度较高, 适用于高温热泵

高效

同工况下NH₃的COP最高

匹配

目前我国85~90%的制冷系统采用NH₃工质



蒸发温度30°C时不同冷凝温度对应COP对比



高温热泵——工质的选择

NH₃作为热泵工质温度限制

□1 一种高温热泵润滑油与工质相容性测试装置及测试方法

于志强;毛国良;徐树伍;
张超;孙瑞君;毛学莉;孟
大伟;吴昊

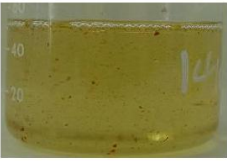
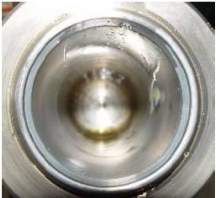
冰轮环境技术股份有
限公司

中国专利

2018-06-20

2018-11-13



油名 项目			
外观（试验后）			
试验釜			

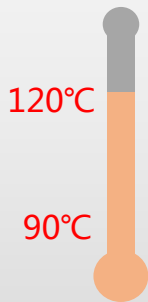
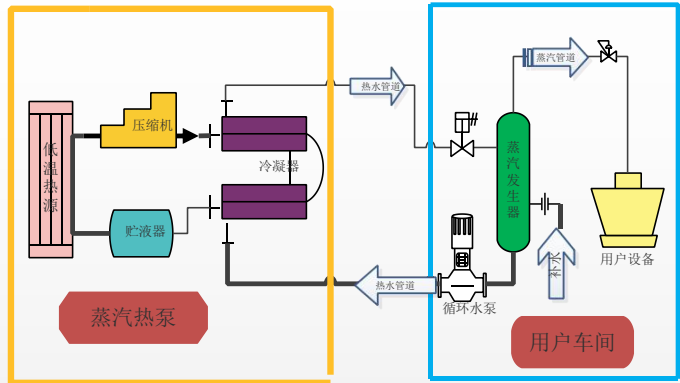
- 试验了矿物油、半合成油、合成油等多种油品，应用于NH₃高温热泵的稳定性
- 探明了NH₃与不同润滑油在极性、压力耦合作用下的极限应用温度
- 结论：出水温度在85℃以下，未发现聚合物生成，超过85℃，长期运转会有聚合物产生
- 建议：
 - 使用NH₃做热泵工质，出水温度设定在80℃
 - 超过80℃应采用R245fa及其替代工质

冰轮环境
MOON-TECH

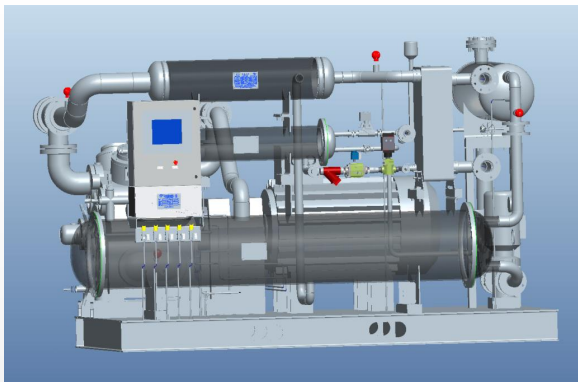
智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology



微压蒸汽热泵



高温热水
2bar高品位微压蒸汽

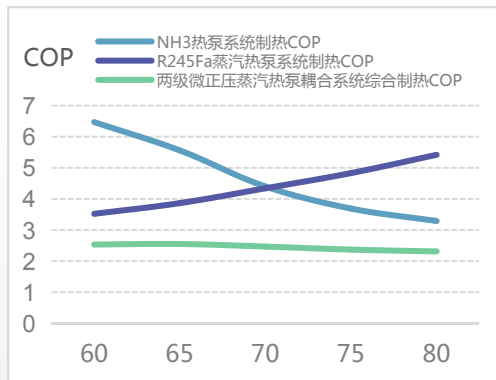


工作原理：

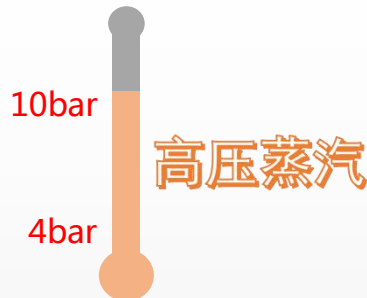
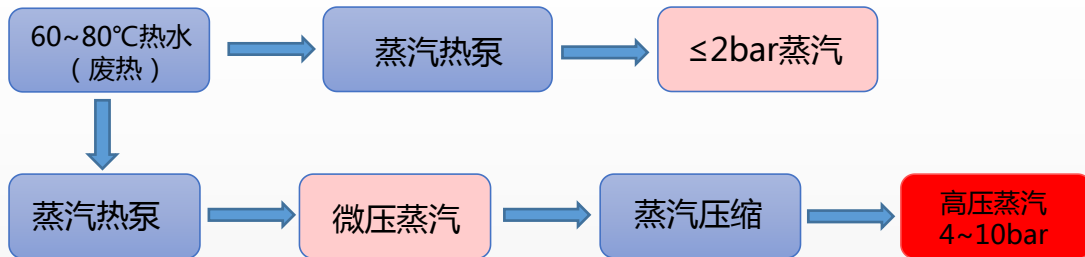
- 以高温热泵制取的60~80℃热水或其它工业废热为热源（蒸发器侧）
- 通过蒸汽热泵系统制取100℃以上的高温水
- 高温高压的热水节流产生微压蒸汽

系统特点：

- 热品味高
- 可替代燃煤、燃油蒸汽锅炉



蒸汽增压输送

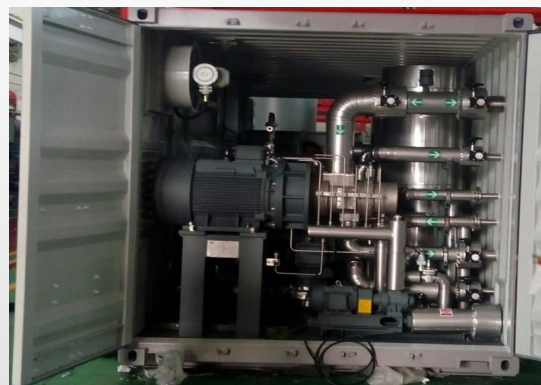
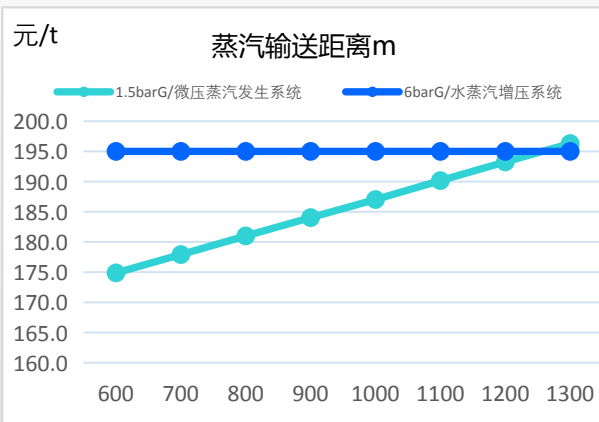


工作原理：

采用蒸汽增压系统，对蒸汽热泵产生的蒸汽增压后远距离输送

系统特点：

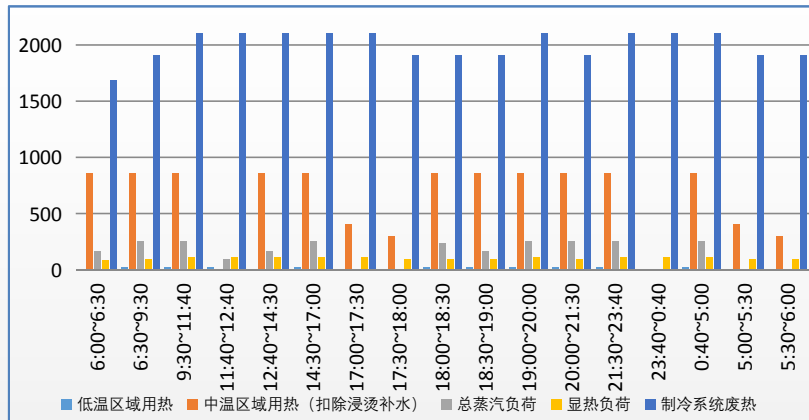
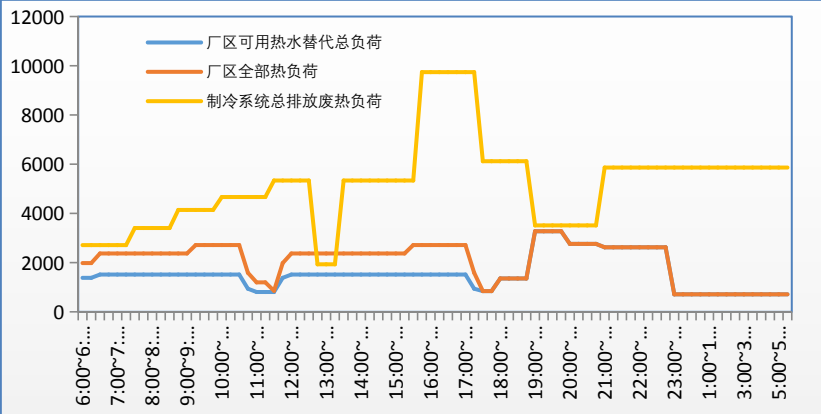
- 满足蒸汽远输需求
- 不锈钢材质，保证蒸汽的洁净



200℃以内，每一种用热需求都可以找到合适的解决方案！但如何使热泵产生的热适逢其会，是及时热？



匹配需求



数量匹配

制冷系统排热负荷 与用热需求不匹配

时段匹配

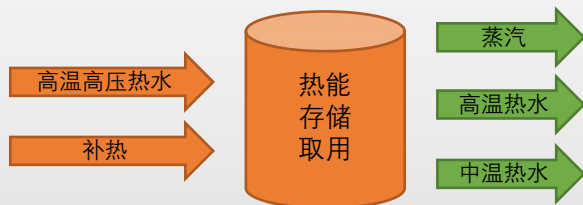
制冷与用热不同步，用热时无废热，有废热时不用热

热水、蒸汽质量匹配

热水、蒸汽制取量与实际需求不匹配

效率匹配

存在最佳中间温度使得系统综合COP最高





高温蓄热技术

冷热总量匹配 & 冷热时段匹配

制冷系统排热负荷
 $\geq$ 用热需求负荷



制冷与用热同步（匹配性好）

制冷与用热不同步，用热时制
冷排热负荷不足



高温蓄热装置



制冷系统排热负荷
 $<$ 用热需求负荷



制冷与用热同步（匹配性好）

制冷与用热不同步，用热时制
冷排热负荷不足



谷电蓄热装置

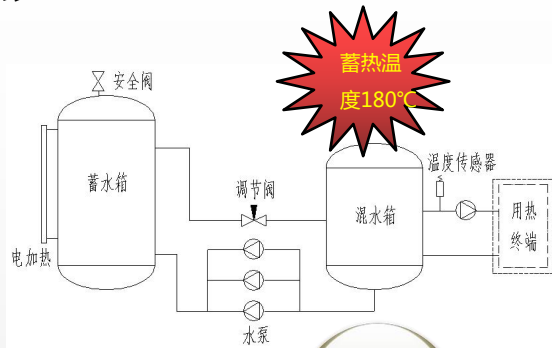


冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology



高温蓄热之谷电补热



工作原理：

在电价便宜的谷电时段，采用水为蓄能介质，将电能转化为热能储存于水箱中，需要时再把热量取出

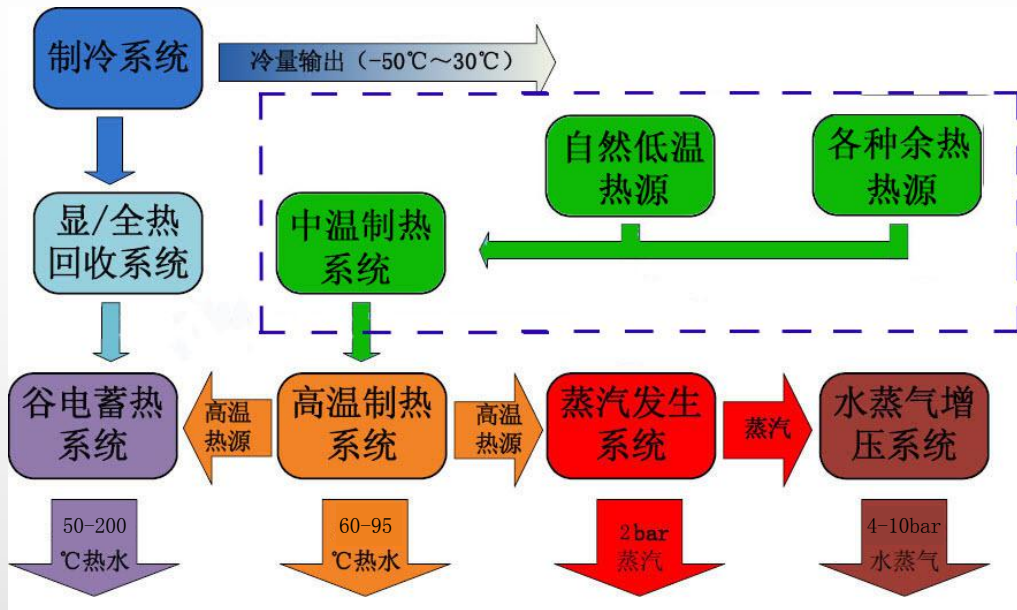
系统特点：

- 同箱冷热水分区，使蓄热量可以充分利用
- 系统简单，投资小，经济性好
- 解决热能需求时段不匹配的问题





系统集成需求



冷热耦合整体解决方案

实现了能源综合高效利用，取代燃煤、油、气各类高污染锅炉，推进制冷行业的碳中和进程！

集成技术：

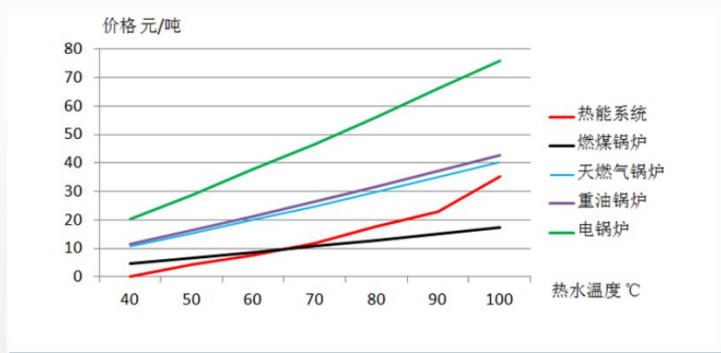
- 将低温制冷、高温制热、谷电蓄热、微压蒸汽及蒸气增压等系统集成于一体
- 实现-55 ~ 200°C温度范围内的高效环保的冷热联供、水汽同制工程应用
- 满足个性化的工艺过程用能需求



经济效益

	热能系统	燃煤锅炉	天然气锅炉	重油锅炉	电锅炉
制热能力	26m³/h				
能源种类	电	煤	天然气	重油	电
燃料热值	kcal/kW.h	kcal/kg	kcal/Nm³	kcal/kg	kcal/kW.h
	860	5500	8500	10000	860
燃尽率	100%	70%	99%	98%	100%
制热效率	6.5	0.67	0.94	0.84	0.98
燃料单价	元/kW.h	元/t	元/Nm³	元/t	元/kW.h
	0.80	500	3.5	3600	0.80
燃料耗量	250kW	542kg/h	182Nm³/h	170kg/h	1658kW
能源成本	7.70元/t	10.42元/t	24.56元/t	23.50元/t	43.10元/t
脱硝+人工	0.01元/t	0.53元/t	0.02元/t	0.40元/t	0.02元/t
总成本 元/t	7.71	10.95	24.58	23.90	43.12

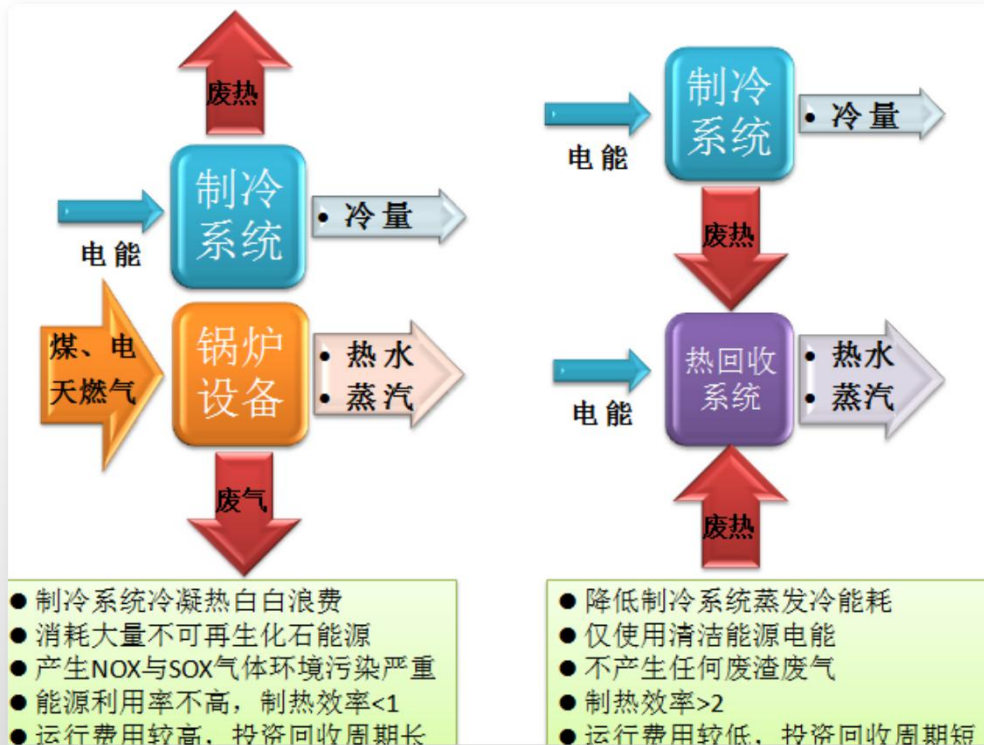
注：制取60℃热水对比；热能系统蒸发温度30℃，冷凝温度63℃，补水温度15℃。



注：电价0.80元/kW，燃煤500元/吨，天然气3.5元/Nm³，重油3600元/吨
热能系统蒸发温度30℃，冷凝温度比热水出水温度高3℃，补水温度15℃。



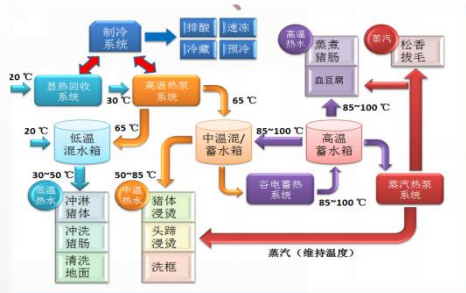
社会效益



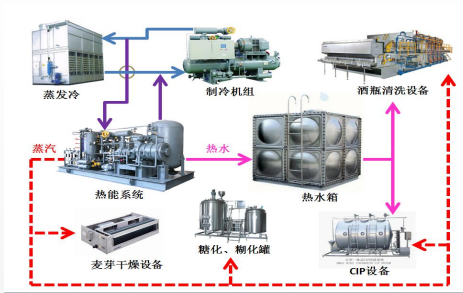


应用举例

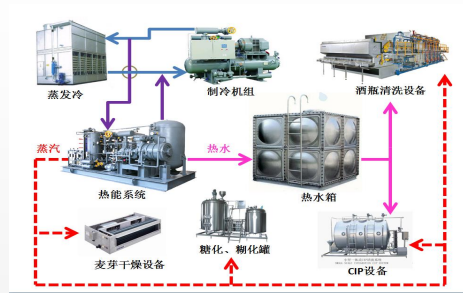
畜禽屠宰



乳品行业



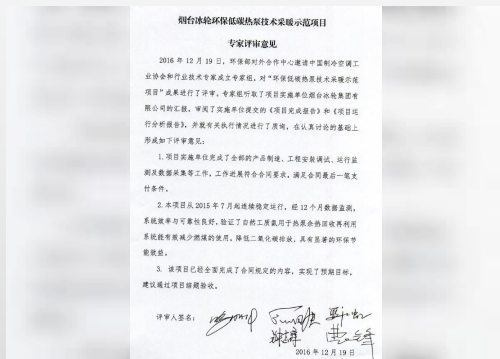
啤酒行业



冷热耦合系统在畜禽屠宰、食品加工、乳品、啤酒酿造、采暖、大型锅炉补水等领域均有广泛的应用！

冰轮环境
MOON-TECH

智慧 绿能 生态
Intelligent Green energy Ecology



拥抱变化 共赢未来



冰轮环境
MOON-TECH



冰轮环境公众号



冰轮环境官网

地址：山东省烟台市冰轮路1号

邮编：264002

电话：800-860-2811

网址：www.moon-tech.com