

工商制冷空调行业




绿色低碳技术

应用案例

APPLICATION CASE





主 编：张朝晖 郭晓林

编写人员：陈敬良 李雄亚 王若楠

滑 雪 高 钰 刘璐璐

CONTENTS

目录

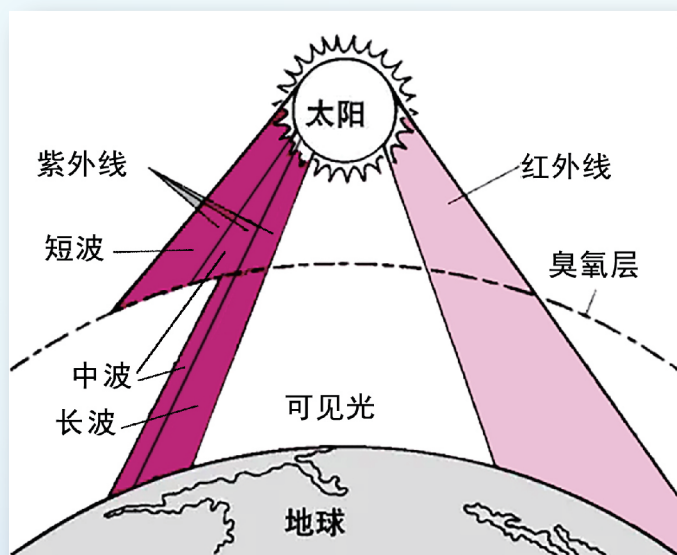
一	臭氧层保护 及气候变化应对	01
二	保护臭氧层 工商制冷空调行业在行动	05
三	绿色低碳技术 成功应用案例	12
	3.1 R32应用推广	12
	3.2 NH ₃ 应用推广	15
	3.3 NH ₃ /CO ₂ 应用推广	17
	3.4 CO ₂ /R134a应用推广	20
	3.5 CO ₂ 应用推广	22
	3.6 R290应用推广	24

一、臭氧层保护及气候变化应对

1.1 臭氧层的作用

地球表面覆盖着厚厚的大气层，其厚度约1000km以上，环绕着我们赖以生存的家园。在距地面15-60km高度的平流层，氧气与臭氧的转换达到平衡，成为大气层中臭氧浓度最大的部分，我们也称其为臭氧层。

阳光中的紫外线包括短波紫外线（波长200~280nm）、中波紫外线（波长280~320nm）和长波紫外线（波长320~400nm）。大气臭氧层能够吸收波长300nm以下的紫外线，主要是全部的短波紫外线和部分中波紫外线，从而保护地球上的生命免遭中短波紫外线的伤害。



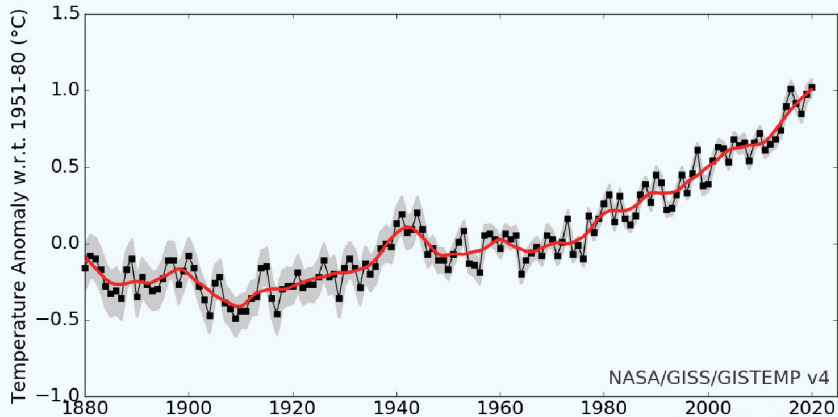
从上个世纪三十年代以来，一系列的CFCs和HCFCs等含有氯原子的物质陆续得到开发并逐步获得了大量使用，这些物质排放到大气中对臭氧层有破坏作用，属于消耗臭氧层物质（ODS）。随着这些物质排放的不断增多，大气中臭氧数量急剧减少，进而形成了巨大的“臭氧空洞”。

臭氧层破坏对地球和人类的影响

- 人类健康** 引起白内障疾病，诱发皮肤癌等
- 农业生产** 豆类瓜果类作物大量减产
- 海洋生物** 浅海中浮游生物数量减少，导致鱼类贝类死亡
- 社会经济** 加速人工合成材料的老化，增加经济成本
- 空气污染** 导致大气化学反应更为活跃，产生有害气体

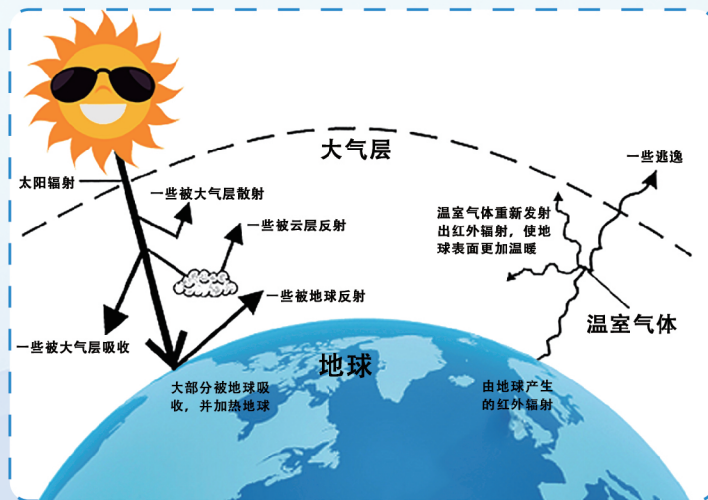
1.2 温室效应及全球变暖

根据观测，地球表面平均温度自19世纪以来上升了1°C左右，且在近数十年来，地球温升的速度呈现越来越快的趋势。



全球地表平均温度变化曲线*

注：以1951-1980年间的平均值为基线，实心黑线为年度平均值，红色实线为五年数据lowess拟合曲线，灰色阴影为95%置信区间的年度不确定性总数。



温室效应示意图

温室效应是指透射阳光的密闭空间由于与外界缺乏热交换而形成的保温效应，或者说是太阳短波辐射透过大气射入地面，而地面增暖后放出的长波辐射却被大气中的二氧化碳等物质所吸收，从而产生大气变暖的效应。当大气中的二氧化碳等物质浓度增加，阻止了地球热量的散失，使地球气温升高，这就是温室效应。

能够引起温室效应的气体就称为温室气体。温室气体包括二氧化碳（CO₂）、氟碳化合物类（CFCs、HCFCs、HFCs）、甲烷、氧化亚氮（N₂O）等。

* 图片来源：NASA Goddard institute for space studies，网址：https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/

一、臭氧层保护及气候变化应对

1.3 国际公约



国际公约

《联合国气候变化框架公约》

为了应对全球气候变暖给人类社会和地球自然环境带来的不利影响，国际社会于1992年达成了《联合国气候变化框架公约》。

目标：减少温室气体排放、减少人为活动对气候系统的危害、减缓气候变化、增强生态系统对气候变化的适应性、确保粮食生产和经济可持续发展。

《保护臭氧层的维也纳公约》

缔结于1985年，是全球保护臭氧层行动的重要法律基础。

公约规定各缔约方应采取适当措施，保护人类健康和生态环境免受人类活动造成臭氧层变化所引起的不利影响。

中国于1989年加入《保护臭氧层的维也纳公约》，成为缔约方。

《巴黎协定》

于2015年缔结，2016年11月4日正式生效。

目标：在21世纪内把全球平均气温升幅控制在工业化前水平之上2°C之内，并努力将气温升幅限制在工业化前水平之上1.5°C之内。

中国于2016年加入《巴黎协定》。

《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》

于1987年达成，旨在逐步停止生产和使用消耗臭氧层的化学品（包括CFCs、HCFCs类制冷剂）。

为逐步淘汰消耗臭氧层物质设定了具体可执行的任务。在各缔约国和国际社会的共同努力下，在世界范围内已成功淘汰超过99%的消耗臭氧层物质。

中国于1991年加入《蒙特利尔议定书》，成为缔约方。

中国等主要发展中国家的HCFCs削减时间表

年份	淘汰量
2013	冻结
2015	淘汰基线水平的 10%
2020	淘汰基线水平的 35%
2025	淘汰基线水平的 67.5%
2030	完全淘汰（仅保留少量维修用途至 2040 年）

HCFCs基线为2009年和2010年HCFCs生产或消费的均值。

《蒙特利尔议定书》基加利修正案

于2016年达成，旨在限控温室气体氢氟碳化物（HFCs）的排放，开启了国际社会协同应对臭氧层损耗和气候变化的历史新篇章。

HFCs应用广泛，涉及工商制冷空调、家用制冷空调、汽车空调、消防、泡沫、气雾剂等行业。

中国于2021年加入《蒙特利尔议定书》基加利修正案。

中国等大部分发展中国家的HFCs削减时间表

年份	生产量和消费量
2024	冻结在基线水平
2029	不超过基线的 90%
2035	不超过基线的 70%
2040	不超过基线的 50%
2045	不超过基线的 20%

HFCs基线以CO₂当量进行计算；HFCs基线=100%HFCs三年均值(2020-2022)+65%HCFCs基线。

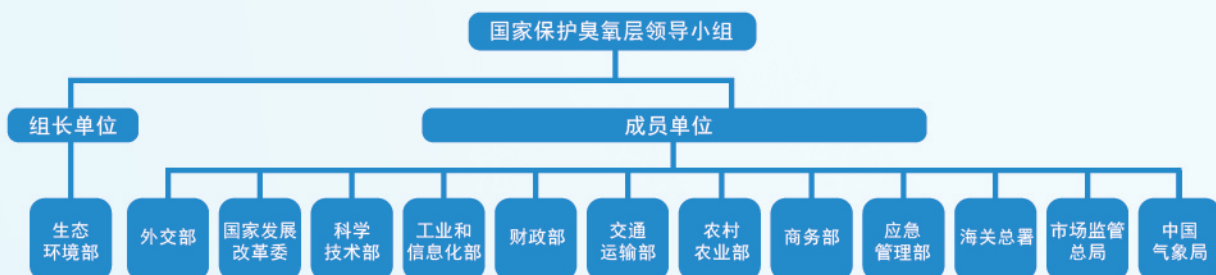
《基加利修正案》增加受控物质清单

类别	物质	100年全球升温潜能值
CHF ₂ CHF ₂	HFC-134	1,100
CH ₂ FCF ₃	HFC-134a	1,430
CH ₂ FCHF ₂	HFC-143	353
CHF ₂ CH ₂ CF ₃	HFC-245fa	1,030
CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	HFC-365mfc	794
CF ₃ CHFCF ₃	HFC-227ea	3,220
CH ₂ FCF ₂ CF ₃	HFC-236cb	1,340
CHF ₂ CHFCF ₃	HFC-236ea	1,370
CF ₃ CH ₂ CF ₃	HFC-236fa	9,810
CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	HFC-245ca	693
CF ₃ CHFCF ₂ CF ₃	HFC-43-10mee	1,640
CH ₂ F ₂	HFC-32	675
CHF ₂ CF ₃	HFC-125	3,500
CH ₃ CF ₃	HFC-143a	4,470
CH ₃ F	HFC-41	92
CH ₂ FCH ₂ F	HFC-152	53
CH ₃ CHF ₂	HFC-152a	124
CHF ₃	HFC-23	14,800

二、保护臭氧层 工商制冷空调行业在行动

2.1 国内政策

中国作为发展中国家中最大的ODS生产国和使用国，淘汰ODS的履约任务十分艰巨。为加强履约工作，国务院批准组建了由13个部委组成的国家保护臭氧层领导小组。生态环境部作为组长单位，负责组织蒙约履约工作及监督监管，制定相关政策措施。国家消耗臭氧层物质进出口管理办公室由生态环境部、商务部和海关总署联合成立，负责ODS进出口日常管理，对ODS实行出口许可证管理。生态环境部《蒙特利尔议定书》履约工作协调小组由生态环境部9个相关司局和单位组成，承担国家保护臭氧层领导小组办公室日常工作。在履约过程中，建立了国家牵头，省、市、县三级联动的履约管理机制。



1) 《消耗臭氧层物质管理条例》（以下简称《条例》）

《条例》对在中国从事ODS的生产、销售、使用和进出口等活动进行了规定。包括ODS生产和使用进行配额、备案制度；对制冷空调维修维保过程中ODS的泄漏和排放的要求；对ODS物质的进出口实行名录管理；并规定了相关机关和政府的监督检查职责和相应的法律责任等。



2) 关于加强HCFCs生产、销售和使用管理的通知（环函〔2013〕179号）

为了履行《蒙特利尔议定书》，根据《消耗臭氧层物质管理条例》，2013年生态环境部发布了《关于加强含氢氯氟烃生产、销售和使用管理的通知》，对HCFCs的生产、销售和使用实行配额备案管理。要求所有HCFCs生产企业必须持有生产配额许可证，年使用量在100吨以上的使用企业必须持有HCFCs使用配额许可证；HCFCs受控用途年使用量在100吨以下的企业应在本地省级环保部门进行使用备案。

3) 关于生产和使用消耗臭氧层物质建设项目管理有关工作的通知（环大气〔2018〕5号）

为了履约《蒙特利尔议定书》，依据《消耗臭氧层物质管理条例》，生态环境部于2018年发布了《关于生产和使用消耗臭氧层物质建设项目管理有关工作的通知》用于管控新建、改建、扩建的生产和使用ODS物质的建设项目。

2.2 工商制冷空调行业履约进程



二、保护臭氧层 工商制冷空调行业在行动

2.3 工商制冷空调行业履约行动

工商制冷空调行业第一阶段（2011 - 2015）共实施了36条产品生产线的制冷剂替代转换改造项目，第二阶段（2016 - 2020）共实施了19条产品生产线改造转换工作，这些项目大量采用了臭氧气候友好的R32、CO₂、NH₃、R290以及HFOs作为替代制冷剂，这些项目完成后可实现淘汰R22约11000吨。中国工商制冷空调行业第二阶段（2021 - 2026）HCFCs淘汰管理计划已于2020年底获批，目前已启动执行工作。

工商制冷空调行业2011-2020年生产线转换项目和替代技术应用一览表

子行业	改造生产线数量	替代技术
冷水(热泵)机组/单元机/压缩机	23	R32
冷冻冷藏机组/压缩机	15	CO ₂ /NH ₃
冷水(热泵)机组/压缩机	4	HFOs
冷冻冷藏机组	3	R290
冷水(热泵)机组/单元机/冷冻冷藏机组	5	R134a
多联机	5	R410A

- 01 成立行业HCFCs替代技术专家委员会
- 02 开展替代技术应用风险评估和研发活动
- 03 开展环境友好型替代技术推广应用
- 04 组织替代技术交流与研讨活动
- 05 制修订相关行业标准、编写培训教材

2.4 工商制冷空调行业标准制修订情况

GB/T 7778—2017 《制冷剂编号方法和安全性分类》



- 该标准规定了制冷剂的编号表示方法，根据毒性和可燃性数据对制冷剂进行安全分类的方法，以及确定制冷剂浓度限值的方法。
- 该标准是GB/T 7778-2008的修订版，该标准在安全性分类中增加了第2L类（弱可燃类），大大减少了弱可燃制冷剂应用和推广的障碍。

GB/T 9237—2017 《制冷系统及热泵 安全与环境要求》

- 该标准规定了与制冷系统及热泵有关的人身和财产安全要求以及环境保护要求，建立了制冷系统的操作、维护、检修以及制冷剂回收的程序。
- 规定了制冷系统设计、建造和安装的要求，以及有关试验、调试、标记和文件编制方面的要求。
- 规定了制冷系统及热泵的分类、选择原则和制冷剂充注量限值，规定了与安装场所相关的安全要求。
- 该标准是GB 9237-2001的修订版，针对不同级别的可燃性制冷剂新增加了相应的安全使用要求，使舒适性空调中使用可燃性制冷剂有了标准上的依据。



GB/T 18430.2—2016 《蒸气压缩循环冷水（热泵）机组 第2部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组》



- 该标准规定了电动机驱动的采用蒸气压缩制冷循环应用于户用及类似用途的冷水（热泵）机组的术语和定义、型式与基本参数、要求、试验、检验规则、标志、包装和贮存。
- 该标准是GB/T 18430.2-2008的修订版，增加了对采用可燃性制冷剂的要求。

二、保护臭氧层 工商制冷空调行业在行动

GB/T 18836—2017 《风管送风式空调（热泵）机组》



- 该标准规定了风管送风式空调（热泵）机组的术语和定义、型式与基本参数、要求、试验、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。
- 该标准是GB/T 18836-2002的修订版，增加了对采用可燃性制冷剂的要求。

T/CRAA 1010—2017 《工商业用或类似用途的制冷空调设备维修保养技术规范》

- 该技术规范规定了工商业用制冷空调设备日常维护保养、定期维护保养、故障维修及维修后调试的基本技术要求。
- 对制冷空调系统维修保养过程中制冷剂泄漏检测、密封性能试验、抽真空、制冷剂充注、制冷剂的回收与再利用等做了明确要求。



2.5 工商制冷空调行业绿色低碳技术选择

R32

环境特性及安全分类： ODP =0, GWP=675; A2L

- ✦ 空调工况下相比R22和R410A，R32的单位容积制冷量分别大55%和12%以上；
- ✦ 相比R22、R410A制冷剂CO₂直接减排比例超过75%，对环境更加友好；
- ✦ 行业针对R32制冷剂弱可燃性问题，通过研究不同泄漏速率、不同浓度等多重因素影响下的R32泄漏沉降特性和燃烧机理，在设计、制造、安装及使用等各个环节设置和采取安全要求和风险防范措施，形成了完整的R32安全应用技术。

在单元机、中小型的冷水（热泵）机组等产品中得到大量应用和推广。



CO₂

NH₃

环境特性及安全分类： ODP=0, GWP<1; B2L

- ✦ NH₃具有单位容积制冷量大，导热系数大，蒸发潜热大，制冷效率高，价格低廉等优势；
- ✦ NH₃具有强烈的刺激性气味，有泄漏现象时易被发现。

形成了完善的法规标准保障体系，在大中型冷库、工业制冷等场合得到长期广泛应用。



NH₃/CO₂复叠

环境特性及安全分类：

NH₃: ODP=0, GWP<1; B2L

CO₂: ODP=0, GWP=1; A1

- ✦ NH₃/CO₂复叠系统可以大幅降低制冷系统中NH₃的充注量，最大限度降低了NH₃系统对人和食品带来的风险；
- ✦ 实际使用时节能效果明显，较传统的HCFC-22制冷系统运行效率提高10-15%，产品全寿命周期气候性能（LCCP）优越，节能降耗的同时实现温室气体的最大化减排。

在大中型冷库、速冻、制冰等领域得到广泛应用和推广，逐步在向中小型应用领域扩展。



二、保护臭氧层 工商制冷空调行业在行动

CO₂

环境特性及安全分类： ODP=0, GWP=1; A1

- ✦ CO₂无毒、不可燃、化学稳定性好、单位容积制冷量高、优良的流动和传热特性等；
 - ✦ CO₂临界温度为31.0℃，正常工作时通常为跨临界循环，工作压力近10MPa，为普通制冷剂的3~5倍，CO₂设备对使用的材料、压缩机、换热器、阀门、制造工艺等的要求大大超出了常规设备的要求；
 - ✦ CO₂复叠或载冷的亚临界系统，可大幅降低制冷系统的工作压力，减少了系统设计、制造的难度和成本。
- ✦ CO₂制冷/载冷系统在冷冻冷藏等领域得到大量应用和推广；
- ✦ CO₂跨临界循环在热泵制热、供暖等领域有广泛的应用前景。

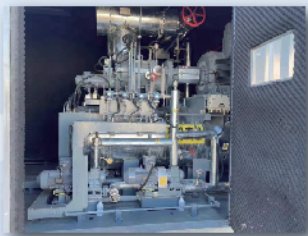


R290

环境特性及安全分类： ODP=0, GWP=3; A3

- ✦ R290具有很好的环保特性和热工性能，并对现有的常用材料及润滑油兼容；
- ✦ R290具有强可燃性，易爆，产品内的电子元器件需要进行防爆设计，应用场合受到很大限制，制冷剂充注量需要满足标准限值的严格要求。

在石油化工等安全等级要求比较高的特殊场合得到应用和推广。



三、绿色低碳技术成功应用案例

3.1 R32应用推广

3.1.1 R32单元机

珠海格力电器股份有限公司 - R32单元机应用案例

应用

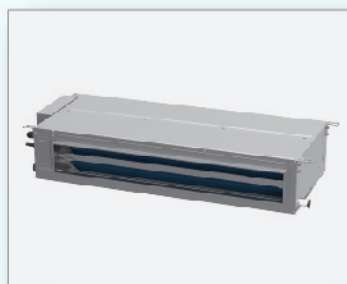
- ✦ 广泛应用于学校、办公、酒店、商超等场所。

技术优势

- ✦ 研发了湿蒸气压缩降排气温度及系统自我防护技术。
- ✦ 提出基于高温缺制冷剂时排气温度与低温制冷剂过多时润滑油粘度双边界可靠运行的设计方法，寻找最优吸气干度，解决了R32应用高排气可靠性差问题。
- ✦ 发明了基于小出口角微梯度风机和制冷“少进多出”高效流路换热技术，实现了换热量与能效的明显提升。

环境及经济效益

- ✦ 自2016年推出至2021年，格力天井机、风管机已累计销售超400万套，淘汰R22制冷剂超1万吨。合计直接减排温室气体1405万吨CO₂当量。
- ✦ 在相同配置下，由R22/R410A制冷剂切换为R32制冷剂，全年性能系数APF可提升超过20%。



海信(山东)空调有限公司 - R32单元机/多联机应用案例

应用

- ✦ 广泛应用于中高端家装、小型工装、房地产配套等领域。

环境及经济效益

- ✦ 在压缩机排量相同的情况下，采用R32制冷剂的系统，制冷量较R410A系统提高近12%。
- ✦ 据统计，自2018年至2021年，海信共生产销售商空单元机近17.2万台，替代R22制冷剂近318.8吨，相当于直接温室气体减排57.7万吨CO₂当量。



三、绿色低碳技术成功应用案例

3.1.2 R32风冷冷水（热泵）机组

珠海格力电器股份有限公司 – R32风冷冷水（热泵）机组应用案例

应用

- ✦ 广泛应用于国内及欧洲户用、商用领域工程，产品冷量范围覆盖4kW~60kW，共50个型号。

技术优势

- ✦ 研发R32双级增焓高效转子压缩机：提高系统低温制热能力的同时泄漏量减小，容积效率大大提高；压缩机双转子结构和优化平衡设计，运行平稳、振动小，噪音低；双级增焓补气技术，有效冷却电机，提高电机效率和可靠性。
- ✦ 高效双级增焓控制设计：精准控制冷媒分布，确保全工况下系统能效达到最佳，同时避免补气带液，可以使整体性能提升10%-15%。
- ✦ 双变流量最佳性能寻优控制策略：提出基于负荷需求控制氟侧、水侧流量的协同技术，换热器面积最大化利用及动态调整系统蒸发温度，使得系统性能达到最佳。

环境及经济效益

- ✦ 以2021年为例，格力R32风冷冷水（热泵）机组总销量约5.5万套，可减少使用R22制冷剂187.9吨，可实现直接减排温室气体264万吨CO₂当量。



同方人工环境有限公司 – R32空气源热泵采暖应用案例

应用

- ✦ 本案例为同方R32空气源热泵通过地板采暖的方式为北京市密云县司马台村居住楼等建筑供暖。
- ✦ 当地气候特点：供暖期长达150天，最低气温可达-24℃，低于-20℃的时间长达10天。

环境及经济效益

- ✦ 根据实际监测，供暖期内室内温度可以维持在20℃左右，供暖期系统的平均能效比为3.1，最低为2.6，较纯电采暖，节能率在50%以上。
- ✦ 根据某户建筑面积为122m²的用电量监测，其整个供暖季采暖费用，合计18.63元/m²。



浙江盾安人工环境股份有限公司 - R32风冷冷水（热泵）机组应用案例

应用

- 某医院建筑面积约为1.2万m²，原空调系统夏季采用多联机和冷水冷水机组制冷，冬季采用燃煤锅炉供暖。
- 本项目应用8台R32低环温空气源热泵机组替代原锅炉采暖 + 冷水机组进行冬季供暖和夏季供冷。



技术优势

- 机组采用R32制冷剂专用部件、采用补气增焓技术有效控制机组排温同时提升机组能力与能效。
- 采用智能霜控、翅片换热器抑冰等技术有效的改善了机组在低环温工况下的制热效果，机组除霜过程中出水温度波动小，供热效果好，实现高效稳定运行。

环境及经济效益

- 在2016-2017年供暖季项目方对该项目的运行参数进行了监测，系统运行120天，耗电68.3万kW·h，平均每天耗电5693kW·h，整个供暖季的系统综合性能系数为2.91，室内平均温度达17.8℃，满足医院的使用要求。供暖季实际运行费用为25.8元/m²，具有良好的经济效益。
- 与燃煤锅炉相比，可实现年减排CO₂约1023吨，减排粉尘约81.9吨，减排二氧化硫约5.2吨，环境效益显著。

顿汉布什（中国）工业有限公司 - R32模块式空气源热泵应用案例

应用

- 某办公楼附楼空调系统，供冷（热）面积约为1200m²。
- 本项目应用2台65kW的R32空气源热泵做为冷热源，夏季供冷、冬季供热。

技术优势

- 喷气增焓型号扩展低温应用，提升性能，喷液有效降低排气。
- 秉承径向和轴向柔性设计，有效防止压缩机液击；静动涡旋盘自动脱扣设计，增强可靠性。
- 较低的噪音和振动水平。

环境及经济效益

- 相较于原设计的R22热泵，直接淘汰R22制冷剂40kg，直接温室气体减排56吨CO₂当量；且R32机组能效提升约10%。



三、绿色低碳技术成功应用案例

浙江国祥股份有限公司 – R32模块式热泵应用案例

应用

- ✦ 某工厂的材料仓库，仓库面积300m²，层高7米，空调负荷260kW。
- ✦ 使用4台20RT R32模块热泵全年运行为其全新风空气处理机组提供冷热源。

环境及经济效益

- ✦ 本应用可直接替代R22制冷剂56kg，实现直接减排温室气体71.7吨CO₂当量。
- ✦ 且应用R32制冷剂的机组较R22机组的能效提升约10%。



3.2 NH₃应用推广

冰轮环境技术股份有限公司 – 氨制冷剂全热回收系统应用案例

应用

- ✦ 某公司生猪屠宰加工项目，项目设计产能为650头/小时，日屠宰生猪6000~8000头，年屠宰生猪200万头。
- ✦ 项目分为四个主体车间，屠宰加工车间占地面积1.85万m²；冷却车间占地面积9350m²；分割冻结车间占地面积1.86万m²；全自动立体冷库占地面积6500m²，容量为1.5万吨。
- ✦ 四个主体车间的制冷系统分为四个系统，其中冻结间采用双级配搭制冷系统。



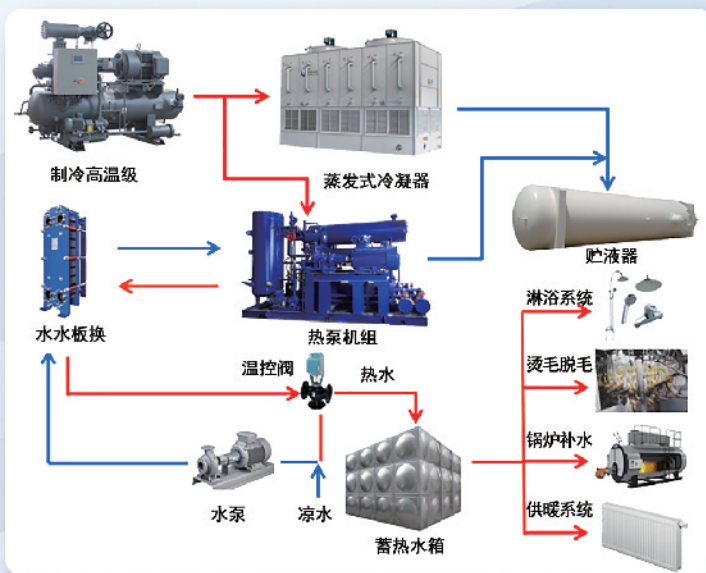
冰轮环境技术股份有限公司 – 氨制冷剂全热回收系统应用案例（接上）

技术优势

- ❖ 系统采用二次节流中间冷却方式以减少机房占地面积、降低投资和提升机组效率。
- ❖ 系统中间冷却器除了承担高压级负荷，同时承担副产品冷却间、白条加湿冷却间、冷却间、鲜白条暂存间、空调乙二醇系统等负荷，实现中温带负荷运行。
- ❖ 采用冷凝热回收技术，创新应用满足厂区制热需求的全热回收系统，降低能耗减少生产成本。
- ❖ 全热回收系统通过回收制冷系统的冷凝热量，并利用热泵专用压缩机实现热泵循环，完成热量的传递以及热量品位的提升。在不产生任何污废排放的情况下大大降低制热成本，是一种理想的节能环保的锅炉替代方案。

环境及经济效益

- ❖ 项目采用NH₃作为制冷剂，可减少使用R22制冷剂约70吨，可实现直接减排温室气体12.7万吨CO₂当量。
- ❖ 对比同等规模、工艺制热采用燃气锅炉的其他屠宰加工项目，测算年度能源使用费（锅炉燃气费减去全热回收系统的运行电费）减少约155万元，为用户节省了大量的能耗运行成本，经济效益可观。
- ❖ 在不增加系统造价的前提下，在冰水循环装置中实现猪头、猪蹄、大肠的分水路应用，解决了单一水路交叉污染的问题，有较好的示范意义，目前已经在国内大多数的在建生猪屠宰加工项目中得到广泛应用。



三、绿色低碳技术成功应用案例

3.3 NH₃/CO₂应用推广

冰轮环境技术股份有限公司 - NH₃/CO₂复叠/载冷机组应用案例

应用

- ✱ 某公司水产加工项目。该项目分为两期，一期项目总建筑面积约15万m²，共有3个冷冻加工车间，6座单层冷库，总冷藏吨位12万吨，冻结系统均采用NH₃/CO₂复叠制冷系统。二期项目包括5座单层冷库，总冷藏吨位10万吨，制冷系统采用NH₃/CO₂载冷系统。考虑换热面积6万m²顶排管仍有热气融霜需要，单独设置了CO₂专用融霜压缩机组。

技术优势

- ✱ 冻结与冷藏系统分设复叠系统中间温度：将速冻装置和冻结间、冷藏库分别设置为两个最优中间温度的复叠制冷系统，使冻结系统和冷藏系统均运行在效率较高的最佳工况。
- ✱ 冲击式板带速冻装置低压系统“一对一”设计：避免了各系统蒸发压力的互相干扰，保证了速冻装置内冻结温度的恒定和产品质量的稳定。
- ✱ CO₂顶排管和搁架排管采用高效全自动热工质融霜：除霜速度快，安全高效，利于回油，节省人力。
- ✱ 辅助冷却保压系统：在冻结装置制冷系统的二氧化碳低压循环桶上设置辅助冷却盘管蒸发器，通过两个系统的桥接管路，利用冷库制冷系统对其进行降温，省去了辅助制冷机组，节省投资、简化系统。
- ✱ 综合应用物联网技术：实时采集系统各部位信息，监控系统运行情况，并通过接入互联网/局域网，对关键故障及报警信息实时推送，提高系统运行管理的安全性和可靠性，大幅提升业主的设备管理水平和维保能力。

环境及经济效益

- ✱ 本项目可减少使用R22制冷剂980吨（低温库需全部采用顶排管），实现直接减排温室气体177.4万吨CO₂当量。



冰山冷热科技股份有限公司 – NH₃/CO₂复叠制冷系统应用案例

应用

- ✦ 该项目共包含1座4层的生产车间及1座4层的低温冷藏库。制冷区域为生产车间一、二层速冻库和单冻机，以及4层低温冷藏库。速冻库库间温度-35℃，低温冷藏库库间温度-20℃。速冻库存货量共计128吨，单冻机加工量3吨/h，冷藏量3万吨。
- ✦ 速冻系统采用NH₃/CO₂复叠制冷，氨作为高温级，蒸发/冷凝温度：-20℃/+36℃，CO₂作为低温级，蒸发/冷凝温度：-42℃/-15℃。

技术优势

- ✦ 系统安全设置：NH₃全部集中在机房，生产车间库内为无NH₃运行。机房及库房均设置气体浓度报警及控制系统，采用三级预防和控制措施。系统设置安全阀、管路泄压装置、水雾喷淋系统等安全防护设计。
- ✦ 该机型高压设计可满足融霜要求。
- ✦ 采用国际最新双边非对称形齿，性能优异。
- ✦ 采用滑阀调节，调节范围为10~100%无级调节。
- ✦ 采用油泵强制供油方式，供油压力稳定，提高整机可靠性。
- ✦ 采用高效卧式油分离器，通过独有的结构（高效滤芯可更换）实现三级分离，降低油耗。
- ✦ 采用高性能的合成冷冻油，便于系统的回油管理。

环境及经济效益

- ✦ 该冷库项目合计直接替代HCFCs制冷剂52吨，实现直接减排温室气体9.4万吨CO₂当量，实现年间接减排温室气体2342吨CO₂当量。



三、绿色低碳技术成功应用案例

烟台市奥威制冷设备有限公司 - NH₃/CO₂载冷机组应用案例

应用1

- ★ 广州某物流园加工分配区，建筑面积6000m²，设计库温：8~10℃。

技术优势

- ★ 机组应用CO₂立式全液流屏蔽泵，很好的解决了CO₂在-5℃以上工况时，粘度低影响轴承润滑的问题。

环境及经济效益

- ★ 年省电93万kW·h，减排CO₂为420吨。

应用2

- ★ 印度尼西亚某物流库项目，21000吨0℃保鲜库和10℃月台（高温库）。

环境及经济效益

- ★ 每年省电215万kW·h，减排CO₂为1580吨。



山东神舟制冷设备有限公司 - NH₃/CO₂复叠和载冷系统应用案例

应用1

- ★ 某冷库项目，有需降温低温冷藏间4间，单间尺寸分别为：17.68m*57.4m*8.5m，库温：-22℃。
- ★ 采用NH₃/CO₂复叠技术通过桶泵满液式供液，设计蒸发温度为-30℃。

环境及经济效益

- ★ 项目完成后，可替代R22制冷剂3.5吨，实现直接减排温室气体6335吨CO₂当量。

应用2

- ★ 某冷库项目，采用NH₃/CO₂载冷技术的双级螺杆并联变频机组为5间低温冷藏间降温。单间尺寸分别为：27.8m*15m*7m，库温：-23℃，蒸发设计温度为-31℃。

环境及经济效益

- ★ 项目完成后，可实现替代R22制冷剂2吨，实现直接减排温室气体3620吨CO₂当量。



3.4 CO₂/R134a应用推广

安徽红府超市中心广场店- CO₂/R134a复叠制冷系统应用案例

应用

- ★ 安徽红府超市中心广场店门店面积约4000平米，于2017年4月份开始改造，并于同年7月改造完成，是中国首个内资超市的二氧化碳制冷系统。
- ★ 由艾默生提供的二氧化碳制冷整体解决方案，使用CO₂/134a亚临界复叠制冷技术替代R22制冷系统为超市的中低温冷柜、冷库供冷，其环保性能和能效水平得到显著提升。

技术优势

- ★ 冷柜设备位于负一层，机组位于超市中部区域，设置独立机房，机房内有CO₂监测仪、通风系统，冷凝器位于地下停车场坡道入口处上方，通风调节良好。
- ★ 改造后制冷系统采用数码调节技术，实现10%~100%的连续能量调节，不仅可以精确的匹配柜温，同时可以大大减少压缩机的启停次数，延长压缩机使用寿命。

环境及经济效益

- ★ 该项目完成后，实现替代R22制冷剂345kg，可实现直接温室气体减排约109吨CO₂当量。
- ★ 通过压缩机能效提高和数码技术的应用，年耗电量降低约23%。
- ★ 通过综合考虑“制冷剂泄漏导致的温室效应 + 制冷系统耗电带来的能源耗费”的TEWI分析，改造后系统全年碳排放比之前减少约22%。



三、绿色低碳技术成功应用案例

黑龙江爱科德科技有限公司-CO₂/R134a复叠空气源热泵供暖系统应用案例

应用

- ✦ 该项目位于河北承德市围场县，毗邻塞罕坝林场，地理位置海拔较高，围场县平均海拔1500米，极端最低气温达到零下四十多度，年均积雪七个多月，因此冬季供暖期较长一般为6个月。该项目楼房采暖面积约5000m²，平房采暖面积约2500m²。

环境及经济效益

- ✦ 采用超低温CO₂/R134a空气源热泵作为供暖热源，采暖季室内温度均可达到20°C以上，采暖系统的综合能效比约为2.74，采暖季机组运行每平米耗能47.3kW·h。
- ✦ 与采用R22作为制冷剂的空气源热泵相比，采暖季可节约46.6吨标煤、同时可减少约31.7吨碳粉尘、减排CO₂约116吨。整个系统约可减少使用R22制冷剂450kg，实现直接减排温室气体271吨CO₂当量。



3.5 CO₂应用推广

南京天加环境科技有限公司 - CO₂热泵热水机组应用案例

应用

- 某公司需要原料热水加热系统，其需要将低温-5℃存储的液态粘稠化工原料加热至35℃~55℃以降低物料粘度，便于后续生产加工。化工原料采用圆柱型钢桶存放，每桶物料约200kg，每天需要使用48桶。
- 原采用电加热带绑缚在钢桶上加热，加热效率低下，耗电量高，且物料加热时间长，不能令客户满意。

技术优势

- 本方案改造为采用以CO₂为制冷剂的高温热泵热水机组制取热水浸泡加热物料的方式。
- 客户要求3小时内热泵热水机组可将24桶物料从-5℃加热至55℃，经计算加热功率需要71kW，一台天加CO₂高温热泵热水机可满足使用要求。
- 通过CO₂热泵热水机制取90℃高温热水对原料进行加热，使用后的热水温度有一定降低，部分低温热水通过溢流排污等方式排走表面油污及其他杂质，其余热水循环回到热泵热水机组中再次加热，实现热水的循环利用。

环境及经济效益

- 热泵系统年平均COP高达4以上，热泵实际平均输入功率仅17.75kW。
- 综合水泵及其他辅助电气，客户每天加热需要的耗电量为190kW·h/天。而客户原采用的捆绑型电加热耗电量高达1100kW·h/天，大大节约了客户运行能耗，仅此一个加热系统可减少CO₂排放约300吨/年。



三、绿色低碳技术成功应用案例

浙江盾安人工环境股份有限公司-CO₂热泵热水机应用案例

应用

- ✦ 某四星级酒店拥有客房158间套，1008平方米宴会厅，另有相关娱乐设施。夏季平均日用热水量30吨，冬季50-90吨；供应热水温度夏季为50°C，冬季为55°C。
- ✦ 酒店原使用2套真空燃气热水锅炉（单台供热量：930kW）和2组共14台空气源热泵热水机（单台制热量：37.7kW）来供应热水。
- ✦ 该项目使用3台CO₂热泵热水机替代燃气锅炉和热水机，并进行一次加热式管路系统设计。

环境及经济效益

- ✦ 改造后，使用3台CO₂热泵热水机替代了84kg的R22制冷剂，可实现直接减排温室气体152吨CO₂当量。
- ✦ 该项目还结合峰谷电进行运行，利用夜间谷电运行热泵蓄满一天用水量供白天使用，降低运行费用。
- ✦ 同时CO₂热泵为一次加热方式，直接使用自来水制取热水，与循环加热的R22热泵必须配套大功率循环泵相比降低了水泵的耗能，大大节省了费用。
- ✦ 以3台CO₂热泵热水机每天平均生产35吨热水，每年较原设备可节省耗能7.4万kW·h，减少二氧化碳排放73.9吨，二氧化硫排放约2.2吨，氮氧化物约1.1吨。



3.6 R290应用推广

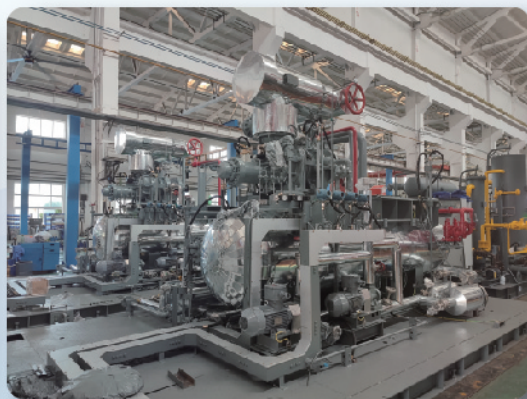
冰轮环境技术股份有限公司-R290螺杆式制冷系统应用案例

应用

- ★ 本案例为中石油大庆油田天然气液化项目配套气体冷却设备。
- ★ 液化天然气项目配套气体冷却多年来多采用R22作为制冷剂，该项目的招标工作组经过多方对比评定，认可并使用了冰轮环境的R290螺杆式气体冷却机组，使得该项目成为天然气液化领域内R290作为制冷剂替代R22的标杆项目。
- ★ R290螺杆式气体冷却整套系统实现无机房自动运行，满足东北地区-40℃的极低气温稳定运行。该机组系统设计也满足目前我国油气田的野外工作、防爆要求、环境恶劣、无水等现状。

环境及经济效益

- ★ 该项目共替代R22制冷剂20吨，可实现直接减排温室气体3.4万吨CO₂当量。



保护臭氧层

我们在行动

