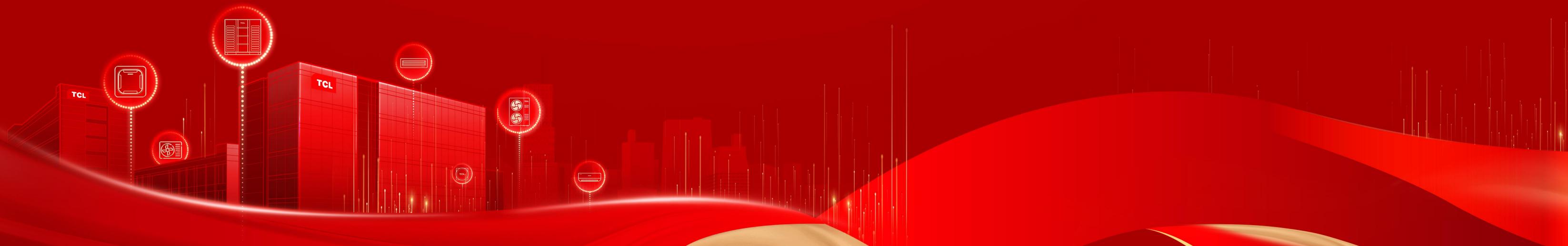


TCL 中央空调·热泵

# 智创新局 敢为不凡

TCL 智能暖通华北区域战略客户大会

2023.02.13 天津

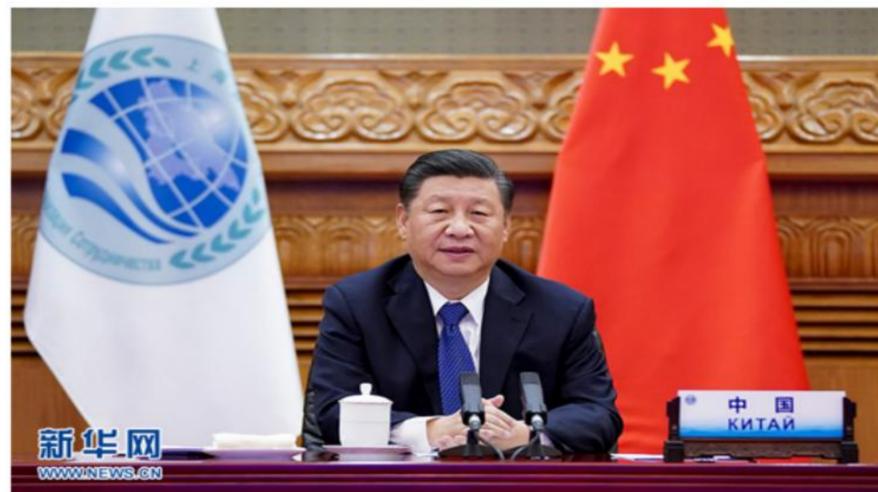


# 新机遇——中国制冷空调行业碳中和发展路线

中国制冷学会副秘书长 荆华乾（正高级工程师）



# 我国碳达峰碳中和战略路线



“实现碳达峰碳中和，是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求，是党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策。”

2022.1.24 于中央政治局第三十六次集体学习



## 我国制冷空调行业是能耗大户



- 最大能源消费国
- 最大制造国消费国
- 最大制冷剂消费国
- 制冷总产值8000亿元/全国114万亿：
  - 工商用制冷空调设备及配件：53%
  - 房间空调器：30%
  - 家用冰箱和冷柜：17%
- 许多产品产量世界第一：
  - 房间空调（1.3亿台）
  - 冰箱（8450万台）冰柜（2900万台）
  - 工商制冷设备
  - 汽车空调
- ✓占全社会用电量占15%以上
- 如冰箱：4.29亿台，用电1252亿kWh(2019年)。

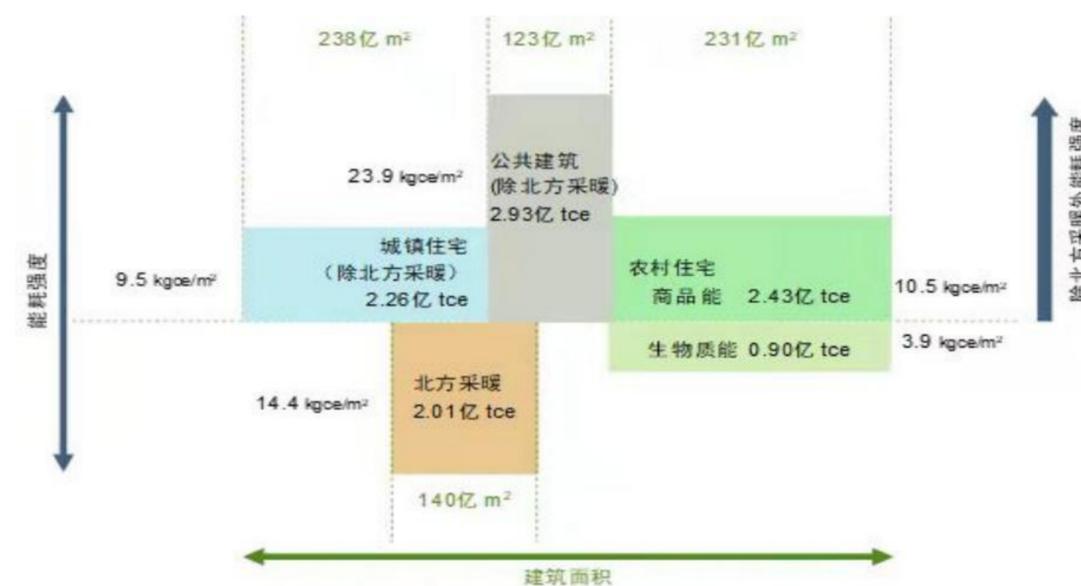
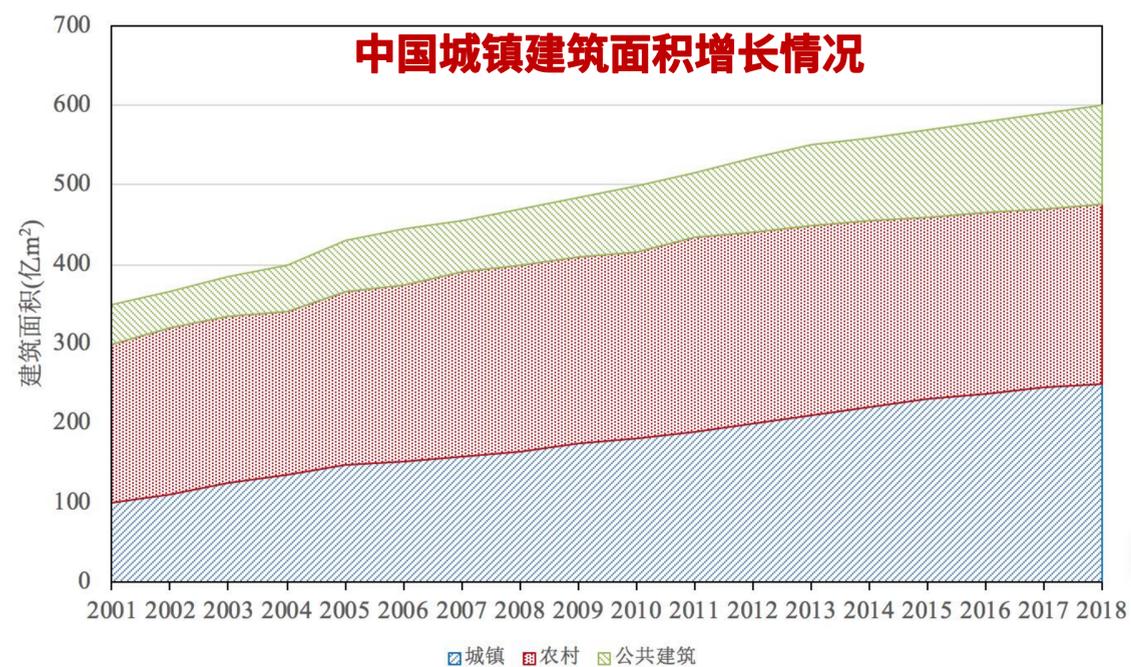


- ✓2021年全社会用电量: 83128亿kWh
- ✓2021年三峡累计发电1036.49亿kWh
- ✓1度电=0.8kgCO<sub>2</sub>



## 我国空调行业当前碳排放情况

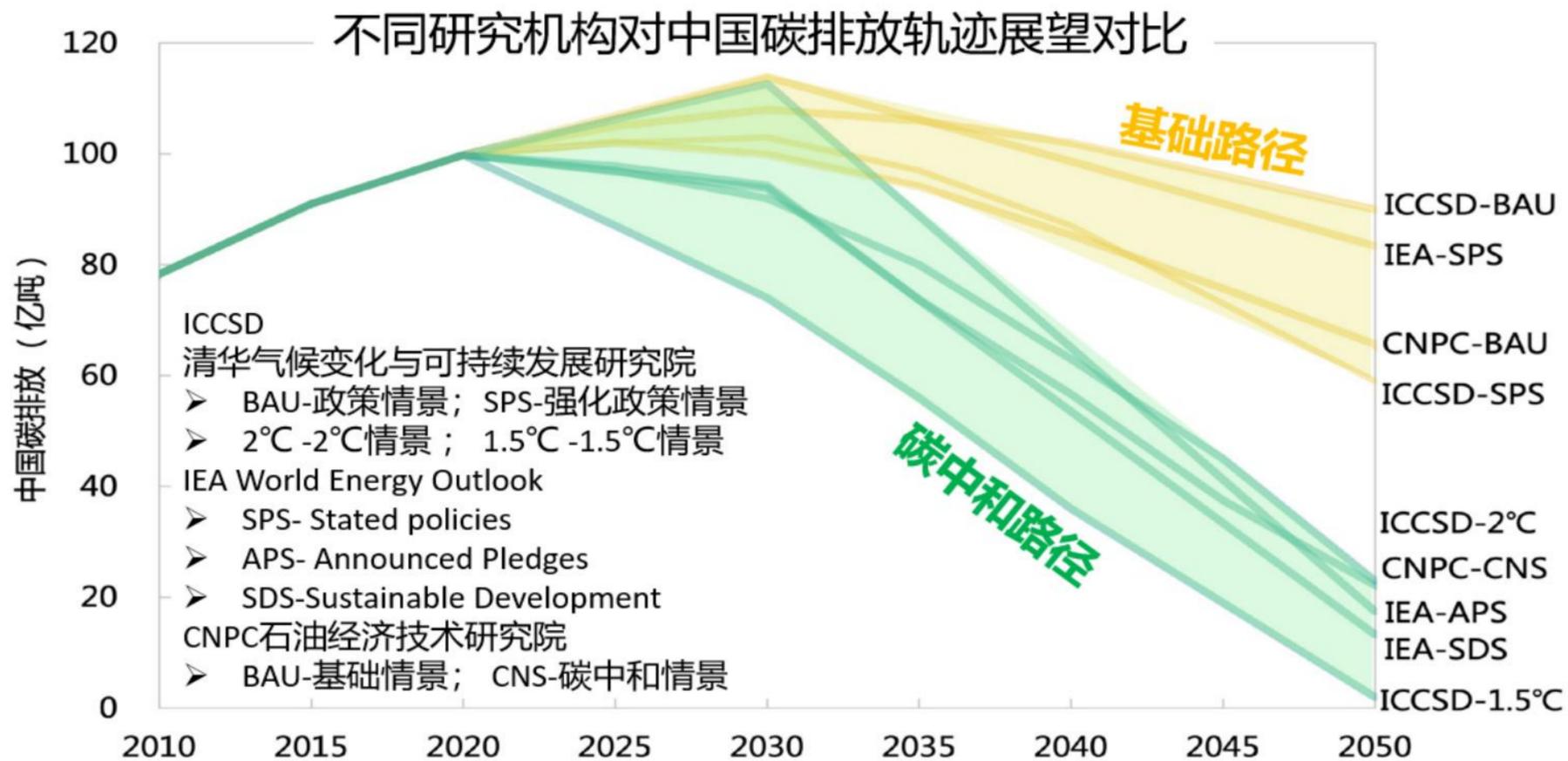
- 我国目前城乡约有**600亿平米**各种类型建筑
- **建筑运行**过程能源消耗导致的二氧化碳排放量约**22亿吨**二氧化碳
- **空调系统运行**能耗导致的碳排放约为**9.9亿吨**二氧化碳（直接5.5亿吨+间接4.4亿吨）



**供热和空调领域的低碳发展对碳中和至关重要!**

“实现‘双碳’目标是一场广泛而深刻的变革，不是轻轻松松就能实现的。”

- 基础路径下，均无法满足碳中和的目标。
- 截止2050年，基于2°C目标导向下，二氧化碳净排放比峰值年份下降80%，全部温室气体比峰值下降70%。
- 基于1.5°C目标导向下，二氧化碳实现净零排放，全部温室气体比峰值减排90%。



## 制冷空调行业碳中和面临的问题

### 制冷行业节能减碳面临的三大问题：

- 1) 减少温室效应制冷剂排放
- 2) 实现制冷产品节能
- 3) 实现行业、技术“转型革命”

### 制冷拓宽使用范围，替代原来高碳供热、交通燃油供热：

如：工业热泵、高温热泵、电动汽车热泵；

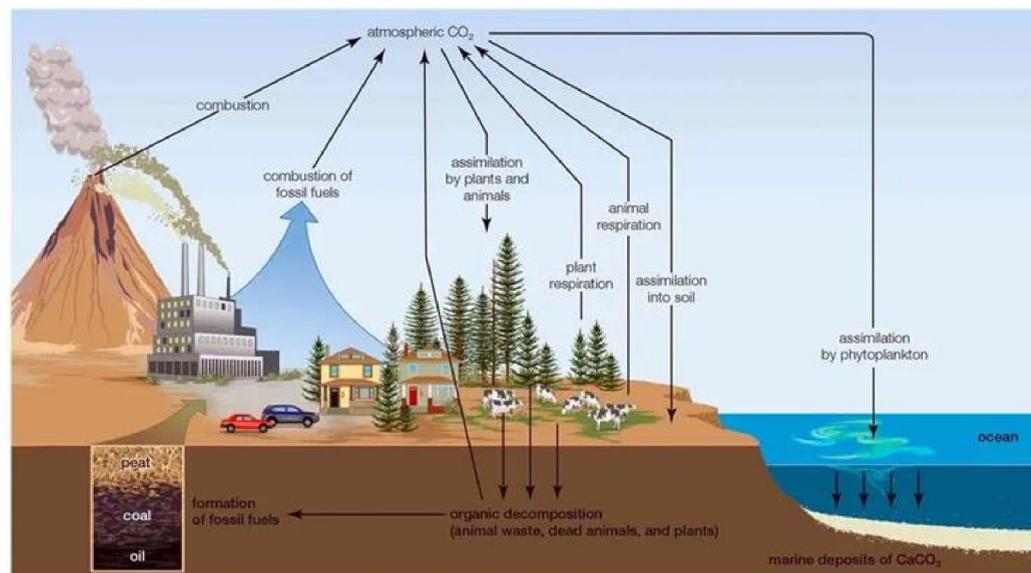
拓展能源利用种类、方法：

如：低碳能源利用、自然冷热能源利用、氢氨甲醇燃料利用。



## 实现碳中和的核心思路

- 1、提高产品能效；
- 2、降低冷热负荷，使用自然冷热源；
- 3、减少制冷剂泄漏、充注，采用低GWP制冷剂；
- 4、电力低碳化、绿色化，可再生能源；
- 5、减少化石燃料，采用绿色燃料（如氢气）。



## 碳中和技术发展路线

1

全行业逐步低GWP、  
超低GWP制冷剂方向转型发展

2

供热热泵化、  
高温电动热泵快速发展

3

新能源汽车  
热管理的绿色发展

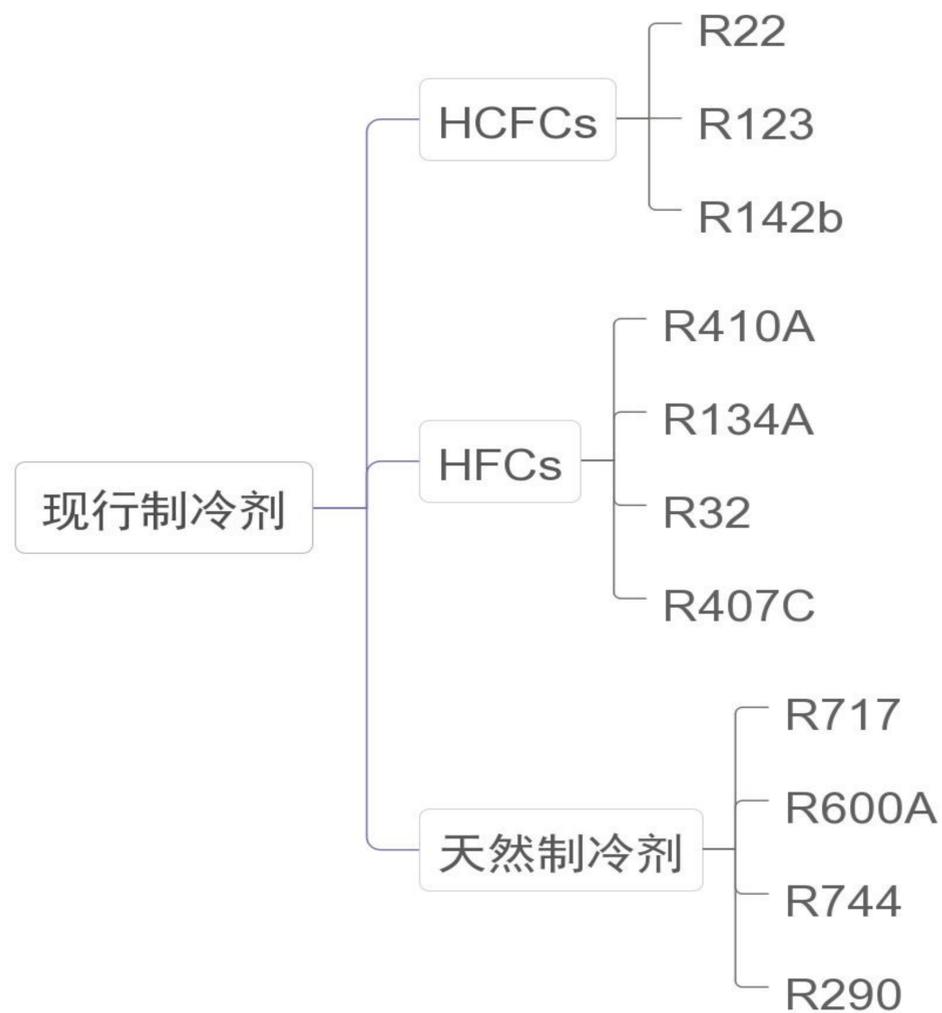
4

高效节能  
制冷产品和调节技术

5

系统综合能源  
协同利用技术

# 1、全行业逐步往低GWP、超低GWP制冷剂方向转型发展



## 低GWP制冷剂

- 低GWP的HFCs  
如R32、R152a...

## 超低GWP (GWP<30)制冷剂

- 天然制冷剂  
如R744, R290, R600a.....
- HFOs及混合物  
如R1234yf, R515A...



## 双碳目标是履约的有力承诺

《基加利修正案》HFCs削减时间表

| 国家类别 | 发达国家            |               | 发展中国家        |              |
|------|-----------------|---------------|--------------|--------------|
|      | 第一组<br>(美国、欧盟等) | 第二组<br>(俄罗斯等) | 第一组<br>(中国等) | 第二组<br>(印度等) |
| 削减进度 | 2019: 10%       | 2020: 5%      | 2024: 冻结     | 2028: 冻结     |
|      | 2024: 40%       | 2025: 35%     | 2029: 10%    | 2032: 10%    |
|      | 2029: 70%       | 2029: 70%     | 2035: 30%    | 2037: 20%    |
|      | 2034: 80%       | 2034: 80%     | 2040: 50%    | 2042: 30%    |
|      | 2036: 85%       | 2036: 85%     | 2045: 80%    | 2047: 85%    |

联合国环境规划署UNEP报告和北京大学团队的评估分析，相比于不受控情景，到2050年仅中国通过履约行动削减HFCs可带来减排300-400亿吨CO2当量的气候效益，可为减缓全球升温0.5°C做出三分之一的贡献

不同国家和地区对不同应用领域的制冷剂GWP值限定

| 国家及区域        | 应用           | 目标GWP值<br>(最高) | 全面实施的目标年份 |
|--------------|--------------|----------------|-----------|
| 美国<br>(SNAP) | 制冷系统>22千克    | 150            | 2021      |
|              | 制冷系统9千克和22千克 | 1500           | 2021      |
|              | 空调系统900克     | 750            | 2021      |
| 日本           | 冷水机组         | 150            | 2021      |
|              | 房间空调器        | 750            | 2018      |
|              | 商用空调         | 750            | 2020      |
|              | 商业制冷         | 1500           | 2025      |
|              | 冷库           | 100            | 2019      |
|              | 移动空调         | 150            | 2023      |
| 欧盟           | 家用冰箱和冷柜      | 150            | 2015      |
|              | 一体式可移动室内空调   | 150            | 2020      |
|              | 商用冰箱和冷柜      | 150            | 2022      |
|              | 房间空调器        | 750            | 2025      |

## 双碳背景下制冷剂替代技术的发展

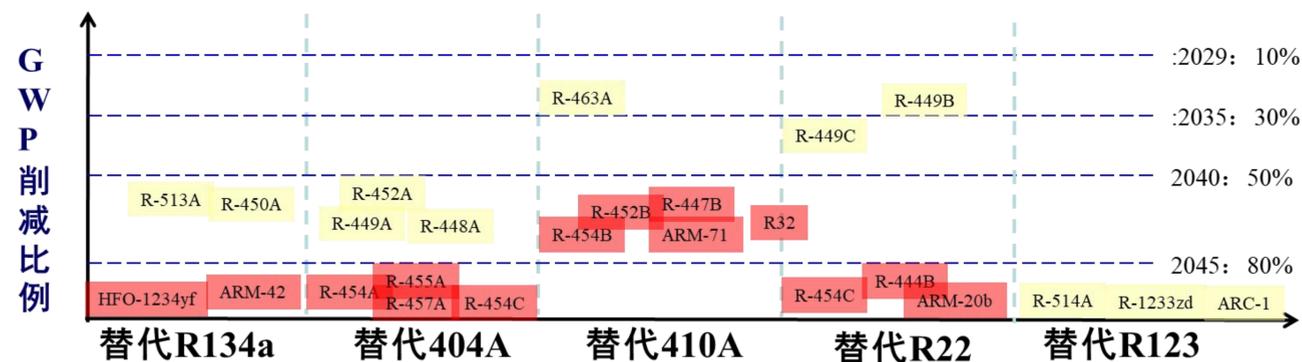
“双碳”背景下替代HFCs制冷剂的低GWP值产品，国内外研究机构正从两方面入手探索解决方案。

改善和提升NH<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O及碳氢类等天然工质的应用性能，扩其应用场景。例如：NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>在冷冻冷藏系统、CO<sub>2</sub>在热泵系统以及R290在房间空调器中的应用。

温室效应低的氢氟烯烃类（HFOs）制冷剂的应用，如R1234yf及其混合物等。

### 当前评测的几种HFOs制冷剂的基本性质

| 制冷剂         | 摩尔质量 (kg/kmol) | 密度 (kg/m <sup>3</sup> ) | 标准沸点(°C) | 临界温度(°C) | 临界压力 (MPa) | 安全等级 | GWP |
|-------------|----------------|-------------------------|----------|----------|------------|------|-----|
| R1132(E)    | 64.03          | —                       | -35.66   | 97.36    | 5.09       | —    | 1   |
| R1132(Z)    | 64.03          | —                       | -13.35   | 132.62   | 5.22       | —    | 1   |
| R1224yd(Z)  | 148.49         | 527.13                  | 14.62    | 155.54   | 3.34       | A1   | <1  |
| R1225ye(E)  | 164.03         | 517.00                  | -13.26   | 117.68   | 3.42       | B1   | 2.9 |
| R1225ye(Z)  | 164.03         | 517.17                  | -13.26   | 117.68   | 3.42       | B1   | 2.9 |
| R1225zc     | 132.03         | 517.00                  | -21.80   | 103.45   | 3.31       | B1   | 4.3 |
| R1233zd(E)  | 130.05         | 480.20                  | 18.26    | 166.45   | 3.62       | A1   | 1   |
| R1234yf     | 114.04         | 478.00                  | -29.49   | 94.70    | 3.38       | A2L  | <1  |
| R1234ye(E)  | 114.04         | 517.00                  | -20.76   | 109.51   | 3.73       | A2L  | 6   |
| R1234ze(E)  | 114.04         | 489.00                  | -18.97   | 109.36   | 3.63       | A2L  | <1  |
| R1234ze(Z)  | 114.04         | 470.00                  | 9.73     | 150.12   | 3.53       | A2L  | <1  |
| R1336mzz(Z) | 164.06         | 499.39                  | 33.45    | 171.35   | 2.90       | A1   | 2   |
| R1336mzz(E) | 164.05         | 515.30                  | 7.43     | 130.22   | 2.77       | A1   | 7   |
| R1243zf     | 96.05          | 413.02                  | -25.42   | 103.78   | 3.52       | A2   | 0.8 |



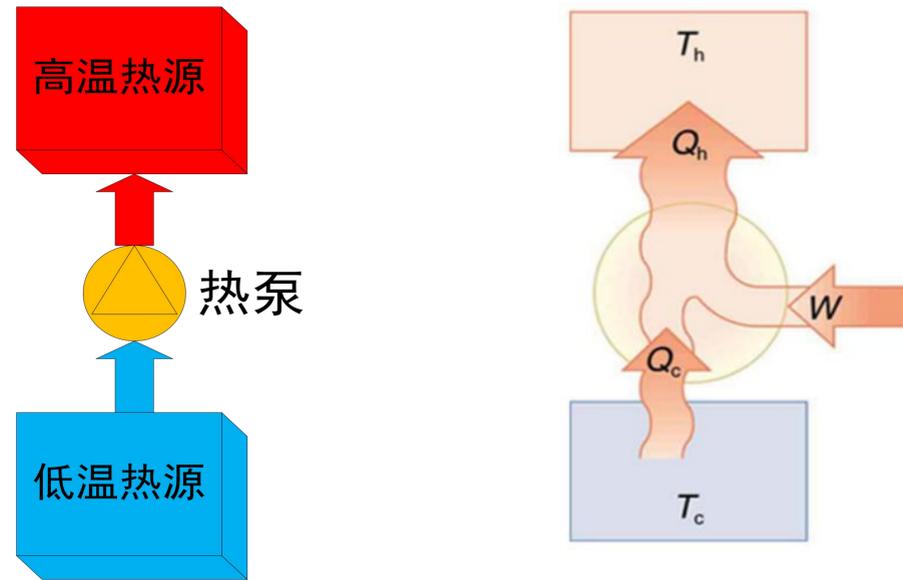
天然工质在环保性上有优势；

天然工质制冷剂仍存在易燃、或工作压力高、或能效水平低等问题；

制冷系统中所有设备的材料、设计甚至系统的控制系统都要根据这些制冷剂重新开发，而很多企业并不掌握天然工质应用设备的关键技术、同时对其风险认识和相应法规制定较落后。

加快天然工质制冷剂标准的修订，并逐步攻破天然工质制冷剂的核心技术，有利于我国在未来制冷剂替代发展应用掌握主动权，走出自己的特色。

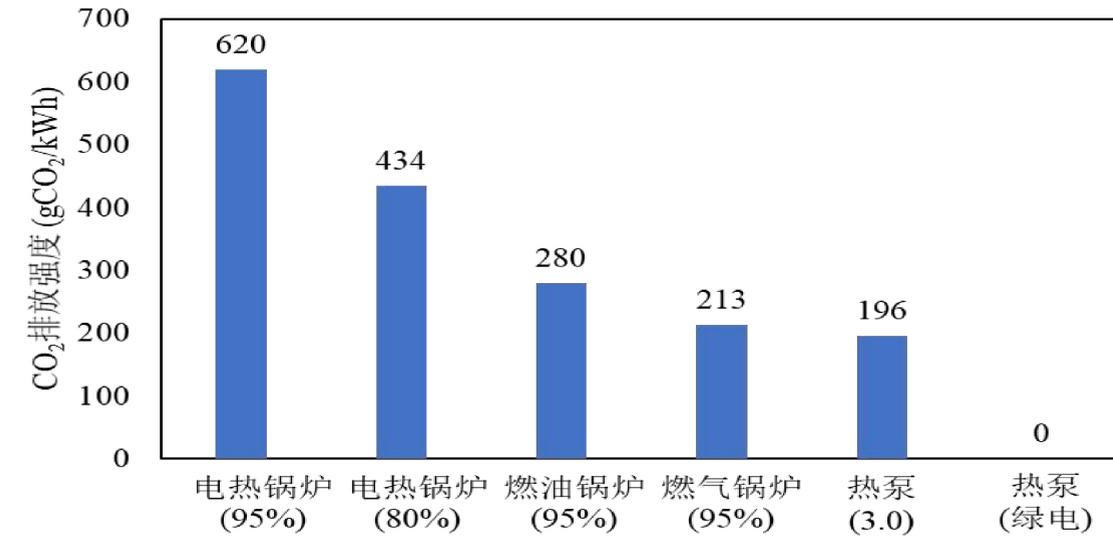
## 2、供热热泵化、高温电动热泵快速化



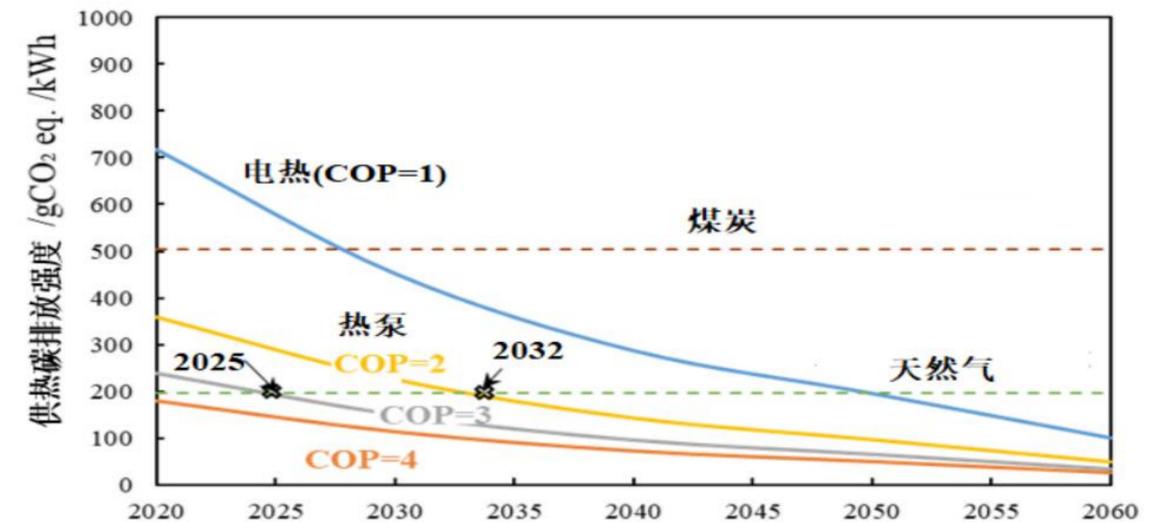
热泵原理

### 热泵供热优势

- 低碳排放
- 高效供热
- 可应用领域多



供热碳排放横向对比



供热碳排放随时间变化

## 核心市场表现：热泵北方采暖市场稳步提升

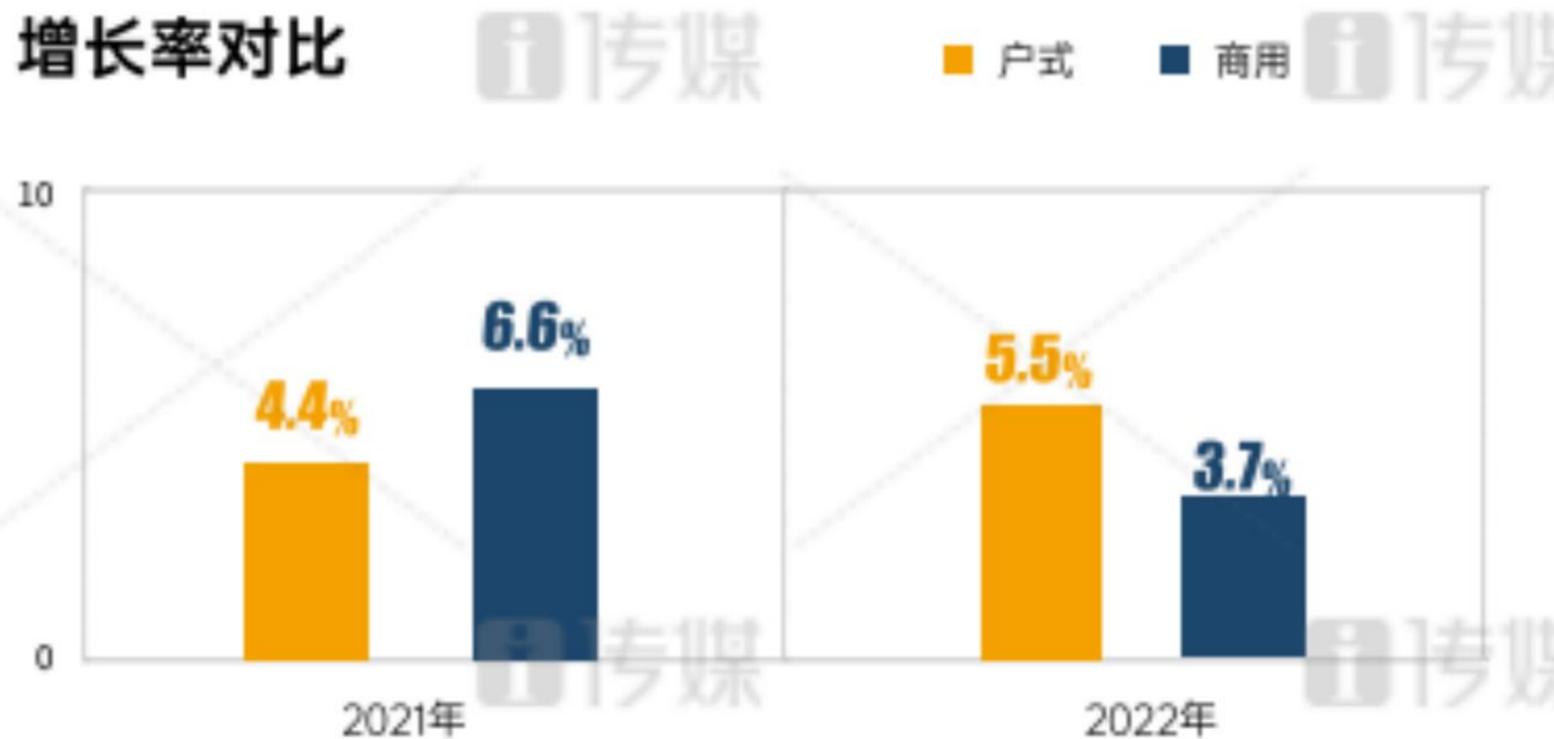
2020-2022年  
空气源热泵采暖市场

增长率对比



2021-2022年空气源热泵采暖户式/商用市场

增长率对比



## 品质创新决定未来热泵采暖市场阵营

2022年空气源热泵采暖市场

主流企业阵营

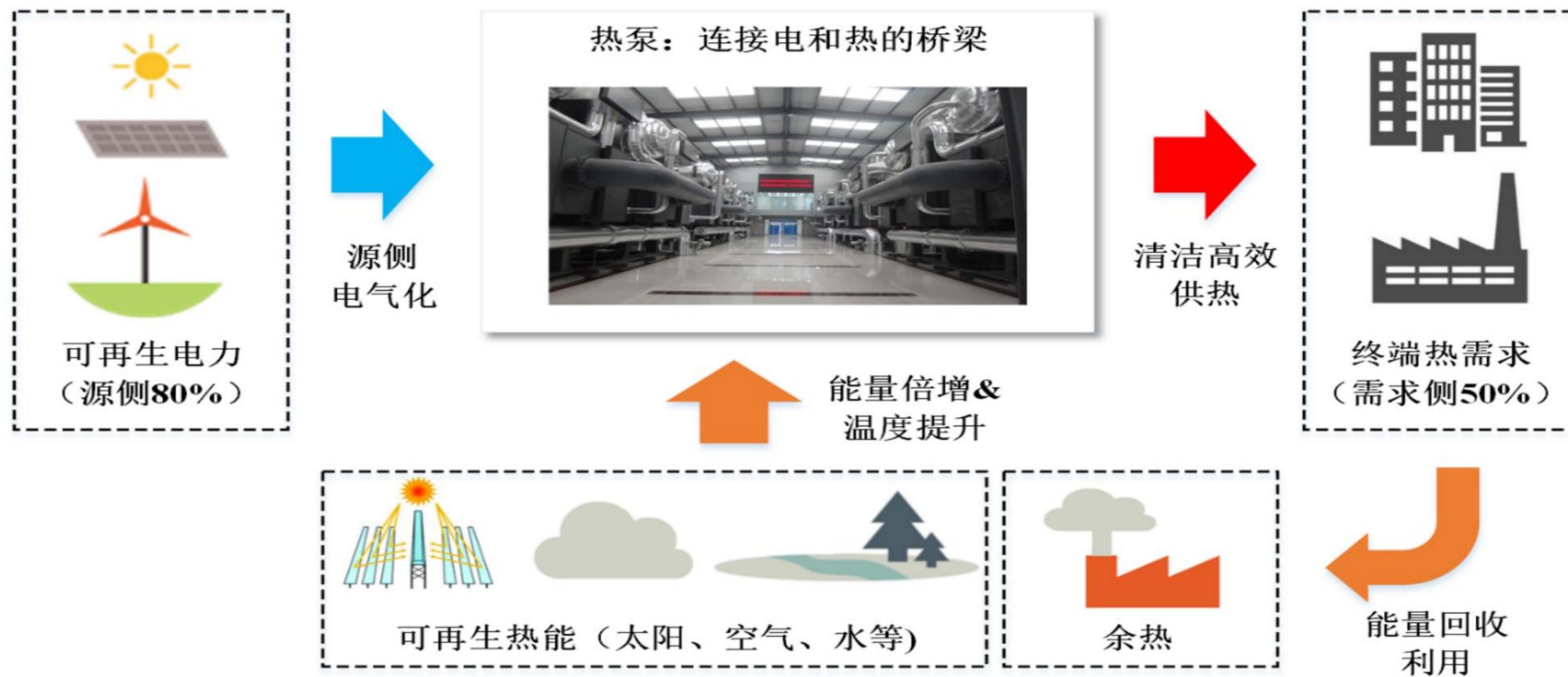


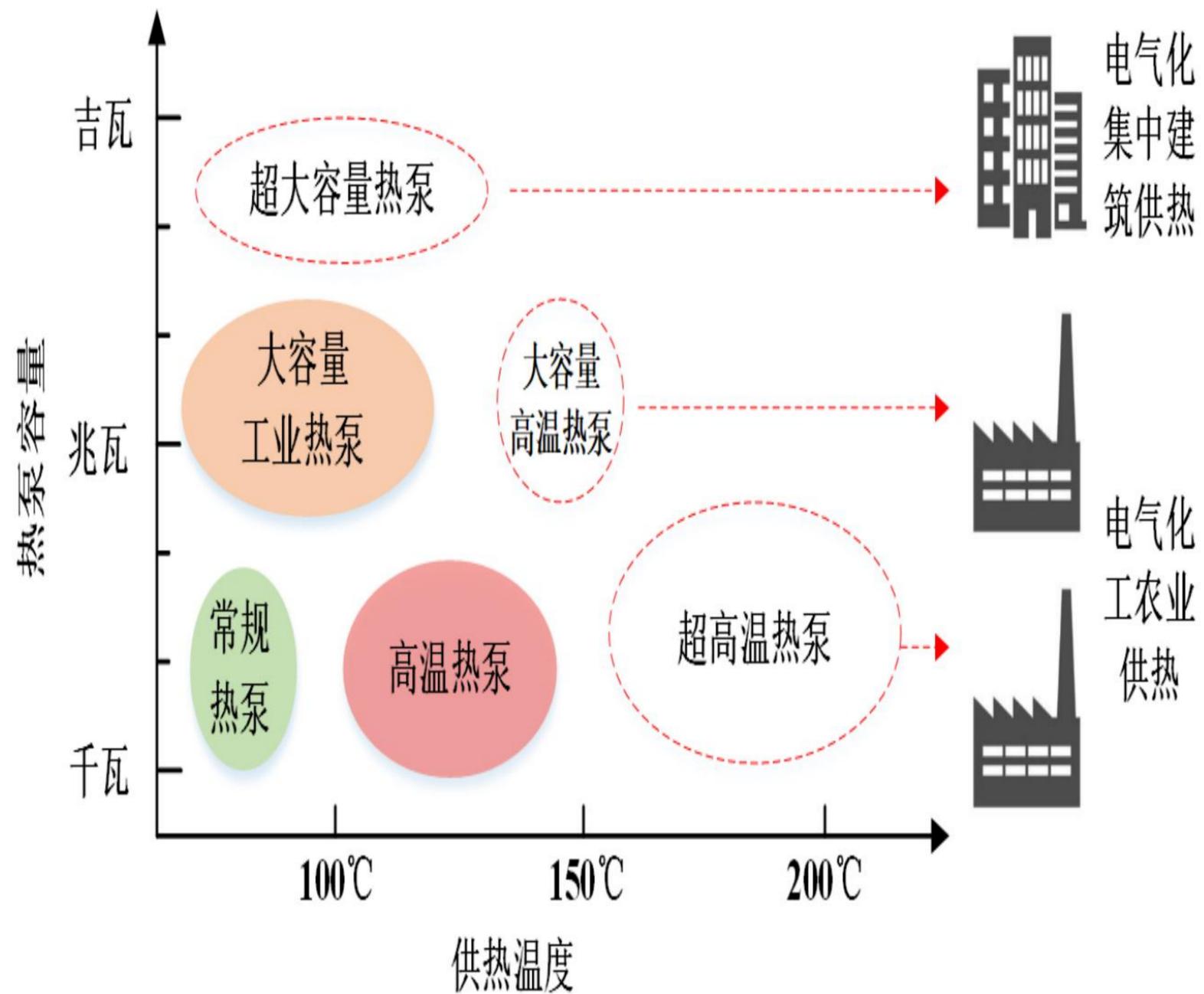
双一级能效户式机



120匹低温变频模块机

碳中和背景下，大部分能源供给变为电力；但终端能源需求中电力需求仅占~20%，冷热占~50%。热泵将成为碳中和背景下连接电能和热需求的桥梁。





空气源超高温热泵



余热源超大型热泵

## 热泵发展

- 空气源/水源/余热源
- 建筑/农业/工业
- 常温/高温/超高温

## 3、新能源汽车热管理绿色化技术

全球行业的重要方向，我国转型升级重要战略。

中共中央、国务院于2019年9月印发《交通强国建设纲要》，大力推动城市公共交通工具等车辆实现电动化、新能源化和清洁化。2020年11月2日，国务院印发的《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》明确指出，到2025年，新能源汽车新车销售量将达到汽车新车销售总量的20%左右，而在2030年达到40%左右。

技术制约：

- 电池安全
- 电池寿命
- 冬季续航
- 冷媒替代



交通碳排放量占25%

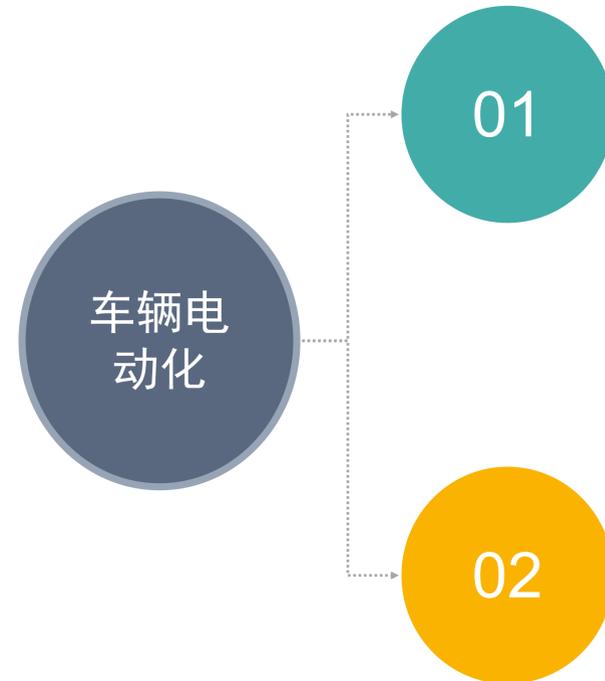
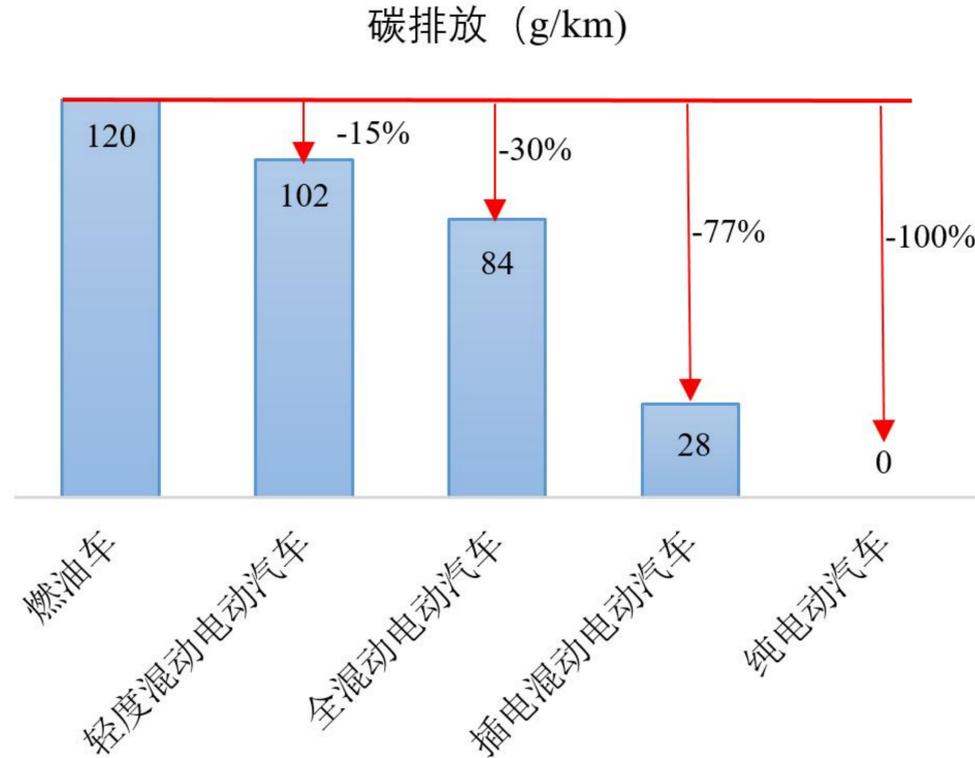
要求整车热管理：

低碳、节能、完备、适宜、有效

# 电动汽车热管理技术与装备

## 背景 & 困境

- “**碳中和**”目标敦促着交通行业的能源改革，车辆电动化本身就是“碳中和”的重要助力
- 车辆新能源化向制冷行业提出了“节能”和“减排”两个重要课题；
- “**节能**”：寻找低温热泵技术，替代PTC电加热方式，解决低温制热需求；
- “**减排**”：寻找环保型制冷剂，替代传统氟利昂(HFCs)等强温室效应气体。



依靠热泵技术从低温环境中吸收能量，供给乘员舱内供暖、电池加热等功能，相比PTC方法电能利用效率提升至2倍以上，每年可节省电能超1400亿kWh

车辆空调系统传统采用的氢氟碳化物几乎全部为强温室效应气体。我国乘用车空调内充注的R134a制冷工质若可以全部替换为天然工质CO<sub>2</sub>，则可减少当量碳含量2.4亿吨



## □绿色高效化

- 强温室效应气体减排，GWP限制，工质绿色化替代
- 制热需求驱动热泵技术发展，性能高效化发展

## □功能一体化

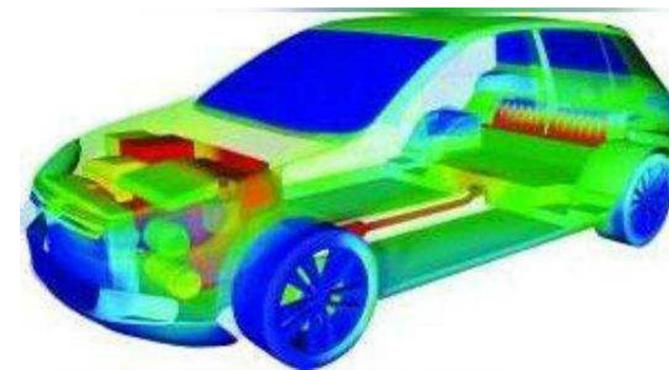
- 车室冷热/三电设备精细化热管理/辅助功能等驱动一体化设计
- 新能源汽车多功能需求驱动

## □结构模块化

- 模块化增加可靠性、降低成本、拓展通用性
- 系统愈趋复杂化，传统配置模式难以满足要求

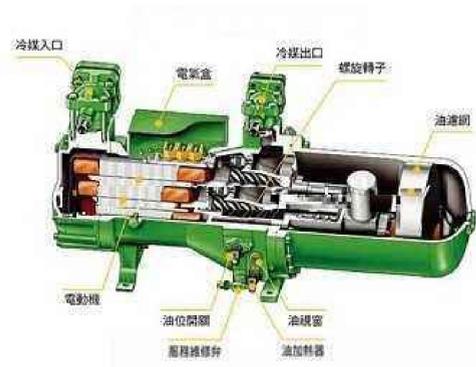
## □控制智能化

- 复杂热管理系统的最优运行——智能控制算法
- 精细化热管理、多样性用户需求驱动



## 4、开发高效节能制冷产品和调节技术

关键部件——压缩机、换热器。



拓展活塞、滚动活塞、涡旋、螺杆、离心等各种型式压缩机的容量和工况范围



自然冷媒、低GWP制冷剂应用扩大

制冷压缩机

永磁电机驱动等高效节能技术的研发与应用

风冷：缓解积尘结垢、易清洗翅片结构

紧凑型高效换热器

水冷：高效传热管、各种抑制结构、便于除污垢技术

开展制冷空调产品气候分区标准和现场测试标准的研制

## ■压缩机

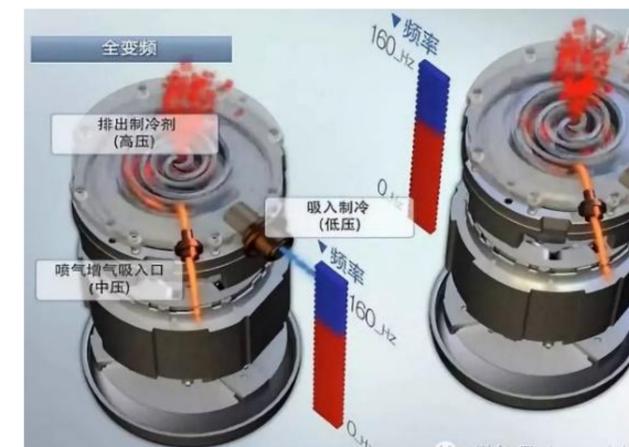
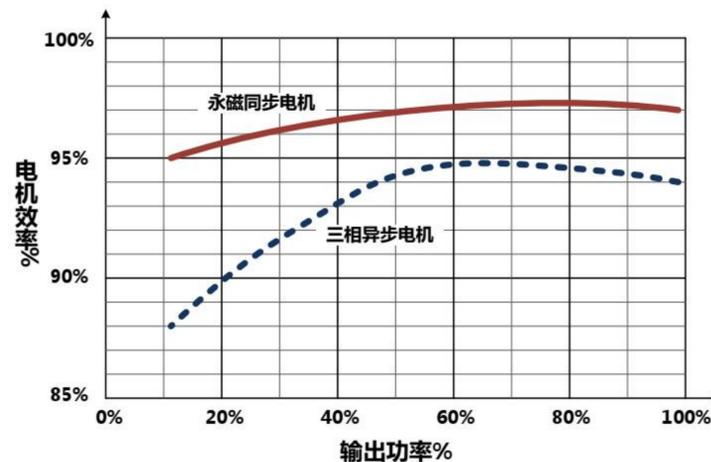
- 变频驱动、冷量变化范围大
- 变容积比、运行压比范围宽
  - ✓涡旋压缩机：卸载阀（中间压力排气阀）
  - ✓变频变容积比螺杆压缩机
- 无油压缩：磁浮、气浮离心机
- 双级压缩、级间补气
- 小型轻量化、节材减碳
- 直流驱动、适应可再生能源

## ■换热器

- 风冷换热器：小管径、异型管、微通道
- 水冷换热器：降膜式蒸发器、板式
- 蒸发式冷凝器：板式、套管式

## ■阀件

- 节流元件：电子膨胀阀、硅膨胀阀、CO2等膨胀机
- 四通换向阀：大型化



## ■ 基于特定制冷剂的关键部件研发

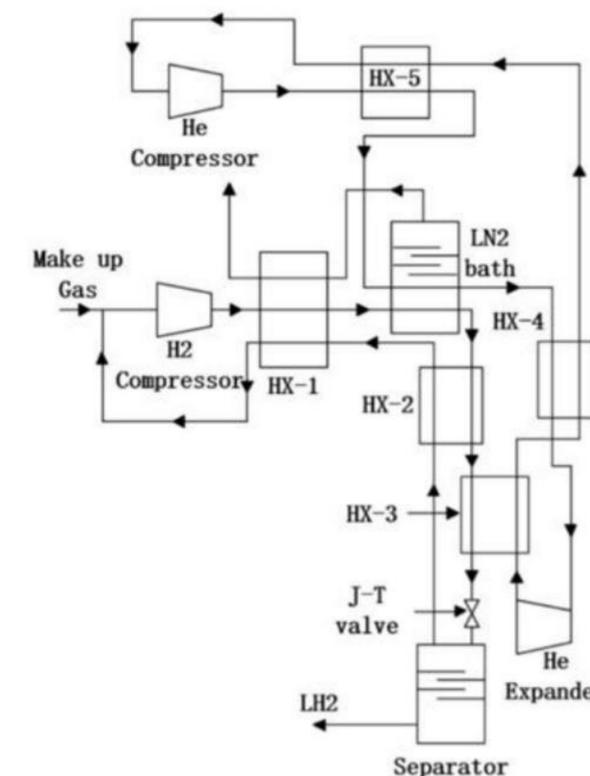
- 天然工质：NH<sub>3</sub>、R290、CO<sub>2</sub>、空气等
- 低GWP合成工质及其混合物
- 替代制冷剂“缺陷管理”

## ■ 热泵

- 高温工业热泵、水蒸气压缩机
- 冷热综合利用
- 自然冷、热能利用，多能互补

## ■ 其它新需求

- 新能源汽车热管理
- 高温供水空调、数据中心冷却
  - ✓ 小压缩比压缩机
  - ✓ 高进气温度
- 氢液化系统
  - ✓ 氦气压缩机
  - ✓ 氢气压缩机
- CCUS系统



## ■完善标准体系

### ➢扩大覆盖面

- ✓冷冻冷藏设备能效标准
- ✓换热器测试方法及能效评价

### ➢与建筑等其它行业标准的对接及协调

## ■开展标准研究

### ➢考核工况

### ➢IPLV权重

## ■产品分区标准

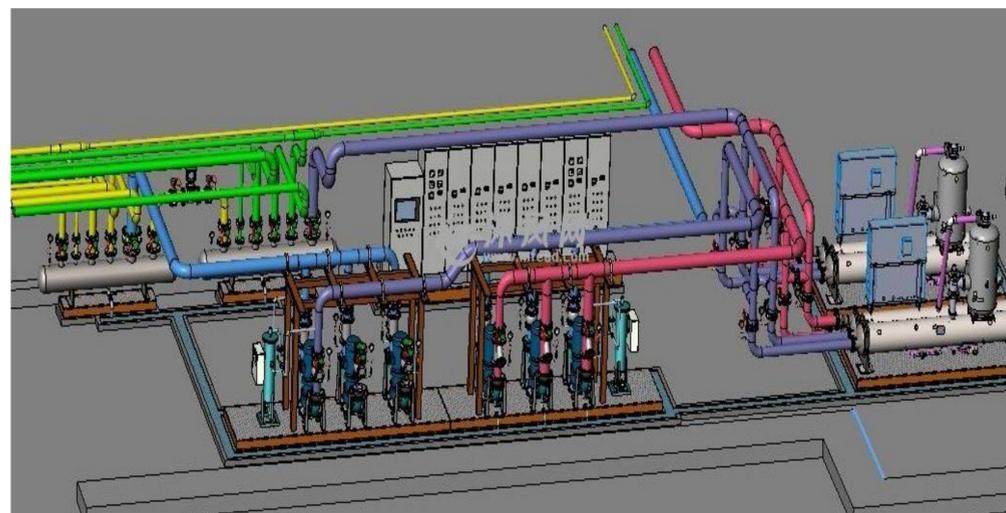
### ➢北方：家用空调配置中间补气

### ➢长江流域：家用空调结霜除霜

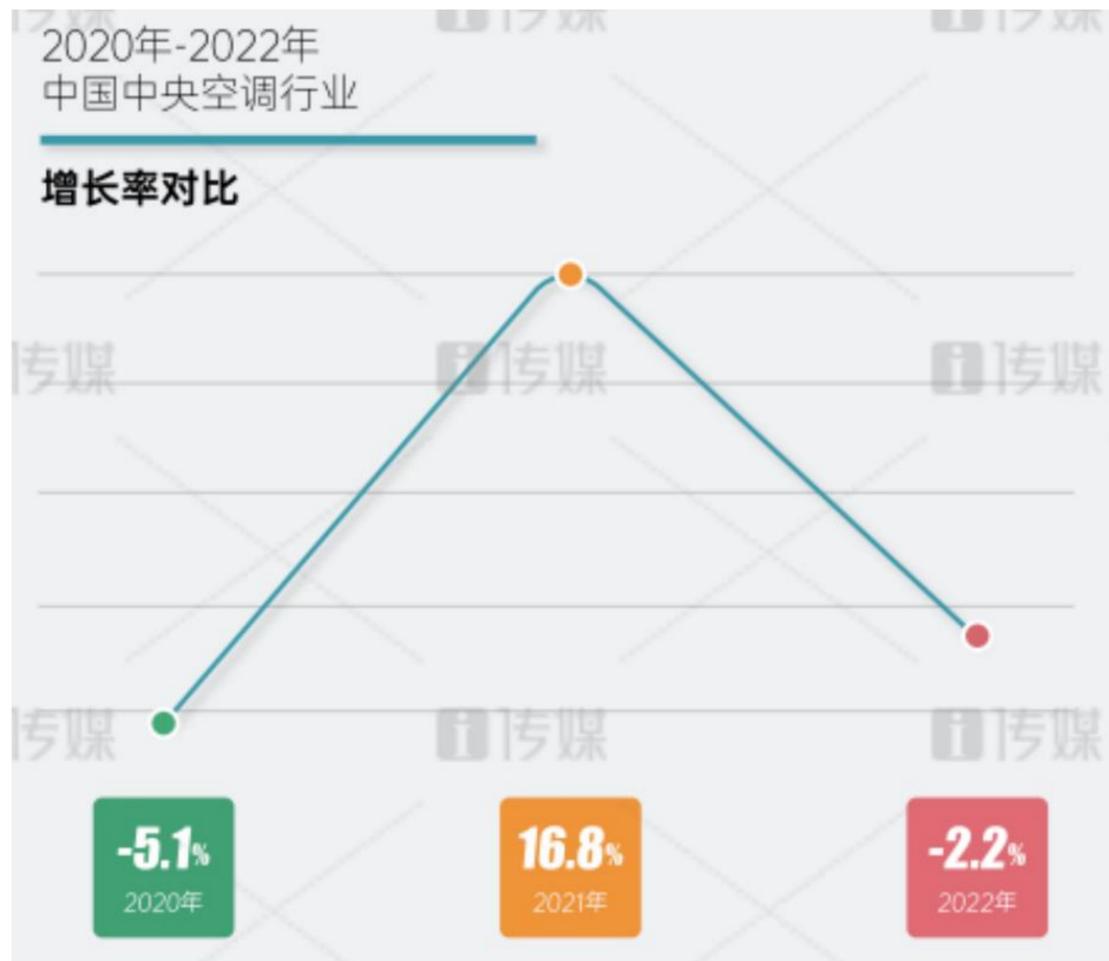
## ■现场检测标准

### ➢测试方法及评价标准缺失

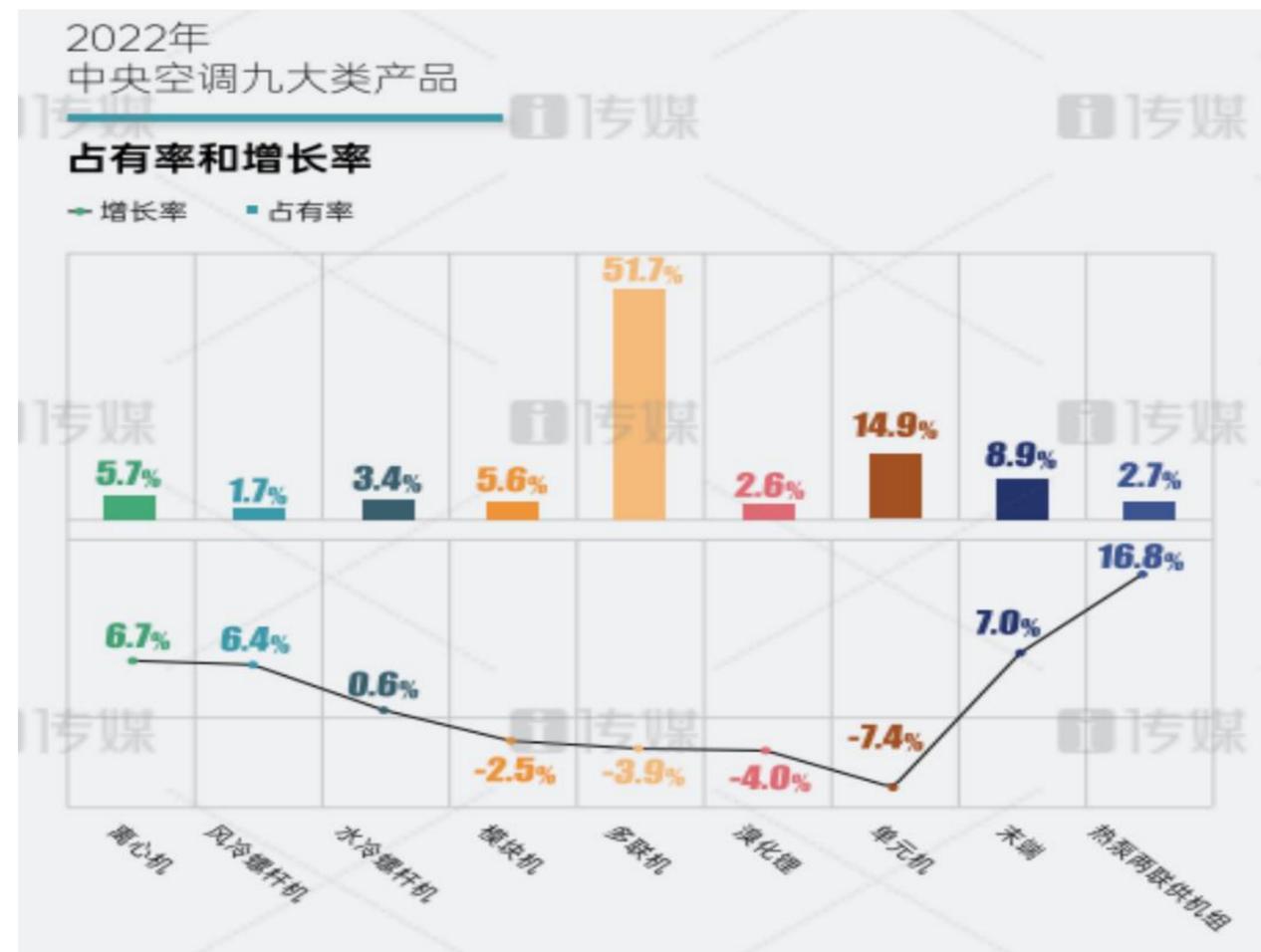
### ➢产品标牌与实际性能差别大



## 新挑战背景下的中央空调行业整体维稳

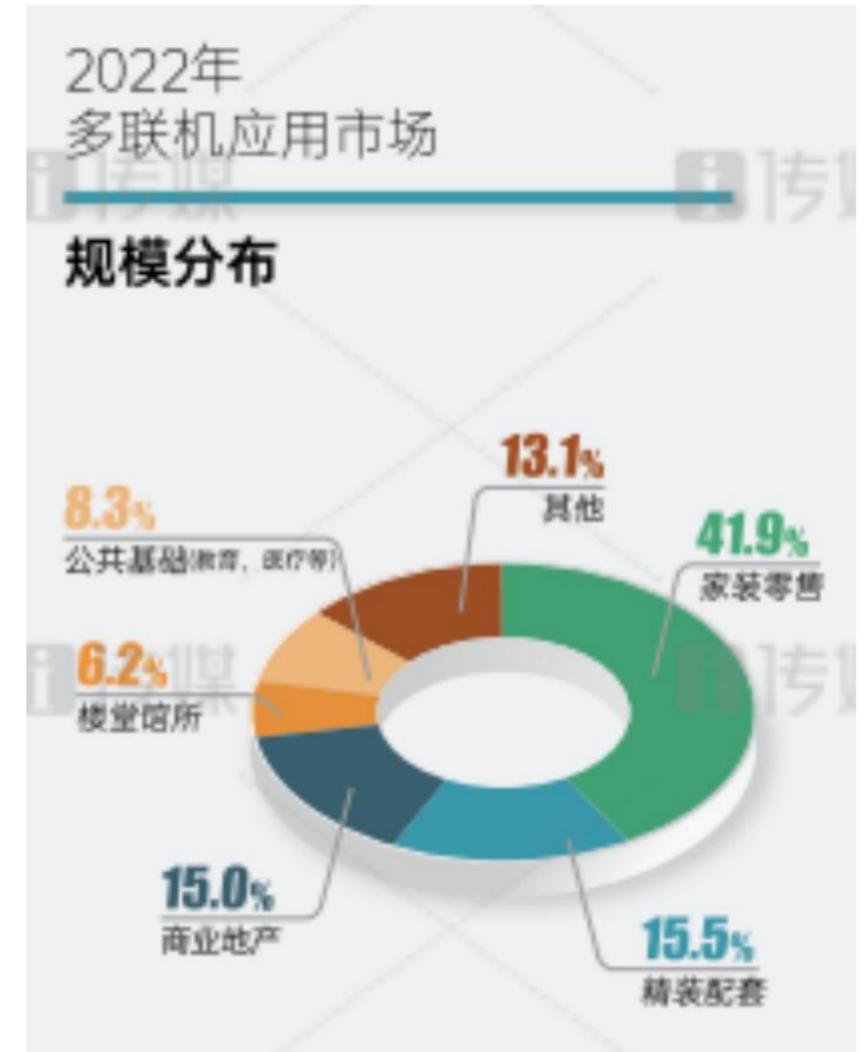


中国中央空调行业增长率



中央空调九大类产品占有率和增长率

## 多联机市场未来将成为创新的主力战场



突破智造，突破冷量



智能制造产业园投产



行业大单台冷量多联机产品

## 5、系统综合能源协调利用、推荐系统节能降碳

### 节能降碳主要措施：

- (1) 降低冷热负荷
- (2) 提高冷热站能效
- (2) 提高输配效率
- (3) 提高系统柔性
- (4) 智慧运维技术

**目标：**零碳排放：直接碳排放=0；间接碳排放=0

**措施：**首先：要求电驱动、降低用电需求、可再生电源，  
其次：推进系统减碳的相应规范与机制。



### 规范、机制方面：

- (1) 系统产碳量的科学合理计算；
- (2) 减碳效果定量公平评估；
- (3) 结果导向的全生命问责机制等。

## 总结：我国暖通空调系统低碳发展的总体思路

最大限度提升产品能效

全面提升既有建筑节能改造升级

全面推进可再生能源利用

大力推广热泵在工业、农业、建筑和交通领域的应用

选用绿色、高效制冷剂

着力提升冷热源综合利用水平

推进新材料应用和绿色循环

进一步加强标准建设

THANKS FOR WATCHING

谢谢观看！

