

“双碳”目标下的 压缩机技术开发路线

上海海立电器有限公司

CTO 周易

2022.01.08



目 录

◆ 压缩机技术发展趋势

◆ 产品开发技术的演进

◆ 压缩机应用领域扩展

目 录

◆ 压缩机技术发展趋势

◆ 产品开发技术的演进

◆ 压缩机应用领域扩展

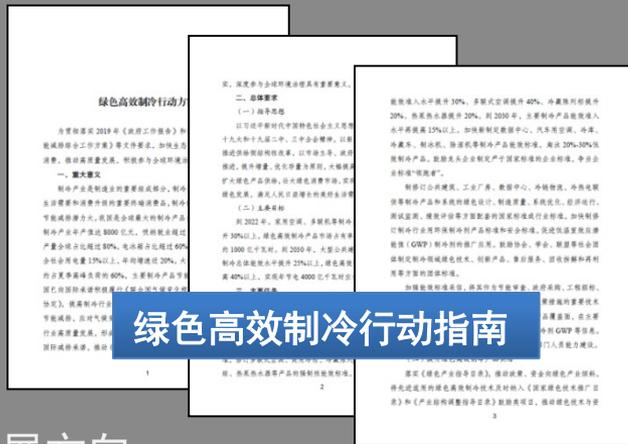
“双碳”目标下对制冷空调行业的影响

- ◆ 家用电器用电量占全社会用电量的11.3%，高达30%的居民碳排放来自于家电。
- ◆ 全球15%的碳排放来自于建筑暖通
- ◆ 节能提效是减碳的优先选择。

建筑标准

引导节能提效

设备标准



✓ 绿色高效制冷行动指南：

到2022年，家用空调、多联机能效提升30%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高20%，年节电1000亿千瓦时；

到2030年大型公建制冷能效提升30%，绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上，年节电1000亿千瓦时。

发展方向：

- ✓ 建筑节能为必然的发展方向
- ✓ 负荷（冷、热）大幅降低，将助推更小规格、户式多联+多功能结合。
- ✓ 低GWP制冷剂（碳中和+基加利修正案）

“双碳”目标下的家用空调的演变趋势

建筑低碳智能化

零碳智慧建筑，冷热**负荷减小**，空气**品质**要求提高



家用小匹数三联供



新风空调



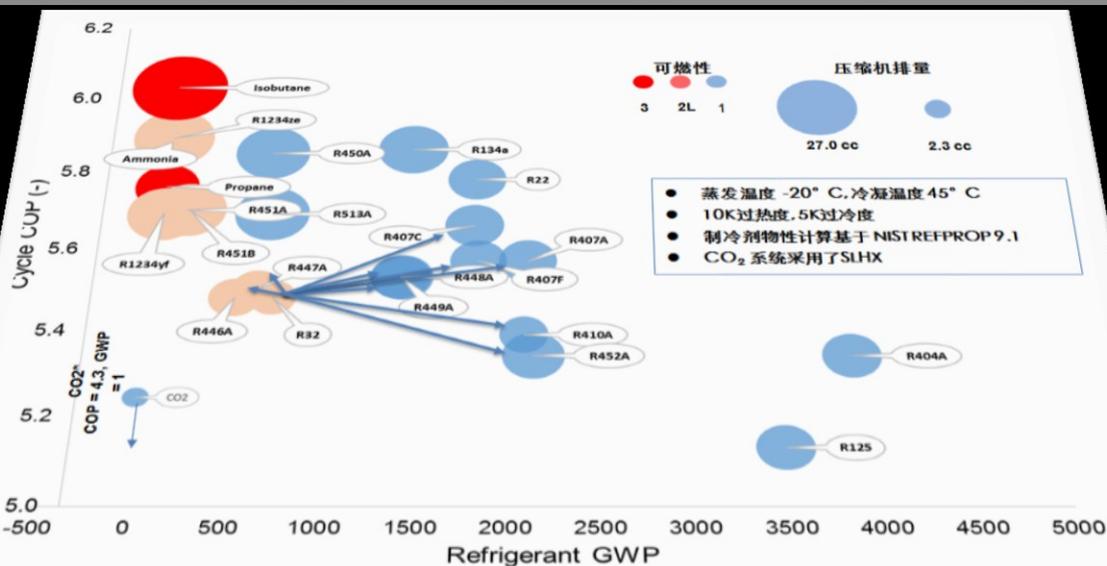
分布式新能源空调



家用空调小型化

“双碳”及《基加利修正案》下制冷剂的替代

- 通过《蒙特利尔协议》基加利修正案的实施，预测直接减排的HFCs，可避免0.4°C升温。
- 因此在《蒙特利尔协议》基加利修正案下，制冷剂替代（采用低GWP制冷剂）是行业的热点。



《巴黎协定》：本世纪
内全球升温控制在2°C。

目前行业内还没有完美的替代制冷剂，一些替代制冷剂虽然GWP比较低，但存在能效低，安全性（如可燃性）等问题。

因此行业都在积极探索下一代制冷剂。

大气中主要温室气体及其对温室效应的作用

	二氧化碳	甲烷	氧化亚氮	氟利昂制冷剂	对流层臭氧
在大气中持续时间	50-200年	7-10年	150年	CFC11: 75年 CFC12: 11年	12小时或几天
温室效应作用百分比%	53	13	6~7	20	约8, 经常变化

主要制冷剂的GWP值

氟利昂制冷剂虽然用量不大，但其GWP值很高，因此对环境的影响很大

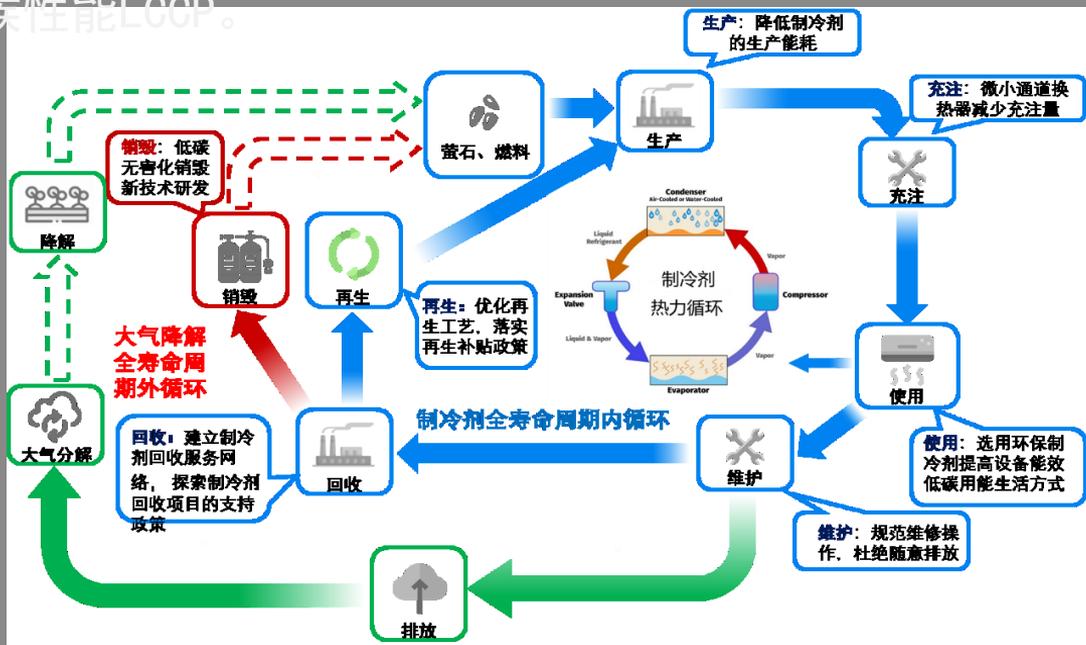
冷媒	R410A	R407C	R134a	R404A	R32	R290	CO ₂
GWP	2100	1800	1430	3900	675	3	1

HFCs类制冷剂

来源：欧盟F-gas法规附录章节。

“双碳”及《基加利修正案》下制冷剂的替代

制冷剂的替代还需要从全生命周期角度对制冷剂在不同环节（生产、运输、制冷产品生产、安装、维修、回收、销毁）的排放进行精确测算，这个指标称之为全寿命期气候性能LOOP。



压缩机应用行业主要技术发展趋势

- ◆开发能满足高效及APF性能评价标准的高效、变频、变容量压缩机是空调压缩机的技术趋势。

更高的
节能要求

更高的
环保要求

- ◆R410A冷媒虽不破坏臭氧层，却仍有高温室效应等缺点。
- ◆R290、R32既不破坏臭氧层，又可降低温室效应，已成为新一代环保冷媒。

- ◆制冷制热速度快；大冷量、高热量；噪音品质；精确温控；空气调节。
- ◆变频变容量及低温喷汽增焓技术是方向

更高的
舒适性要求

更高的
资源要求

- ◆节省材料、材料再循环利用、包装材料的环保化。
- ◆产品小型化是压缩机技术发展趋势，变频压缩机高速化、变频范围的扩大是下一代产品研发主要课题。

目 录

◆ 压缩机技术发展趋势

◆ 产品开发技术的演进

◆ 压缩机应用领域扩展

空调压缩机结构及系统介绍

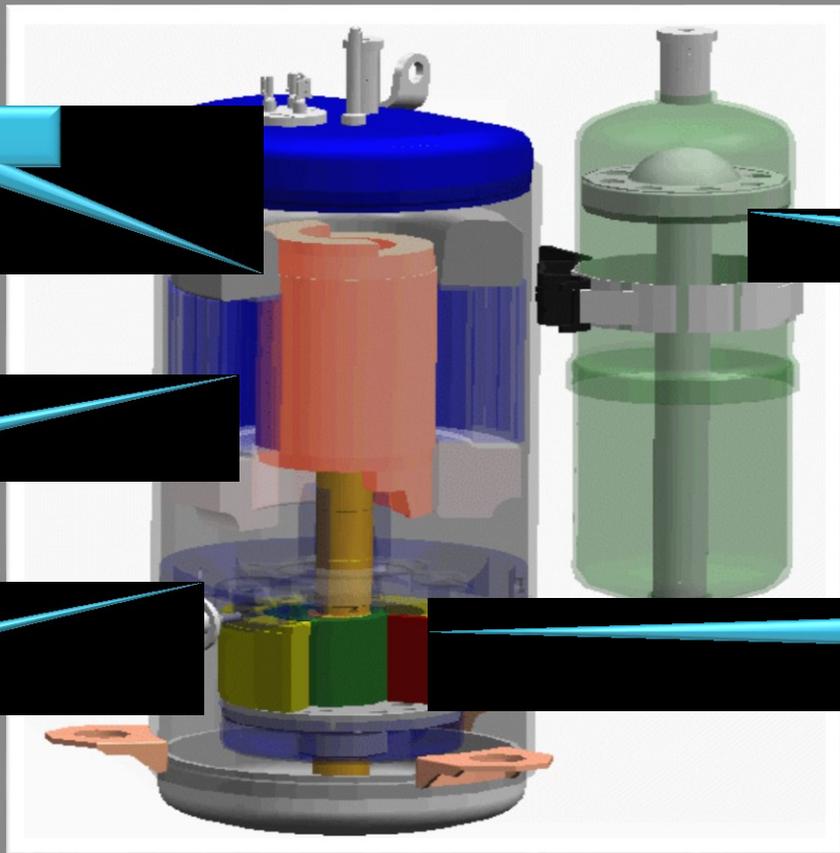
电力系统

冷媒循环系统

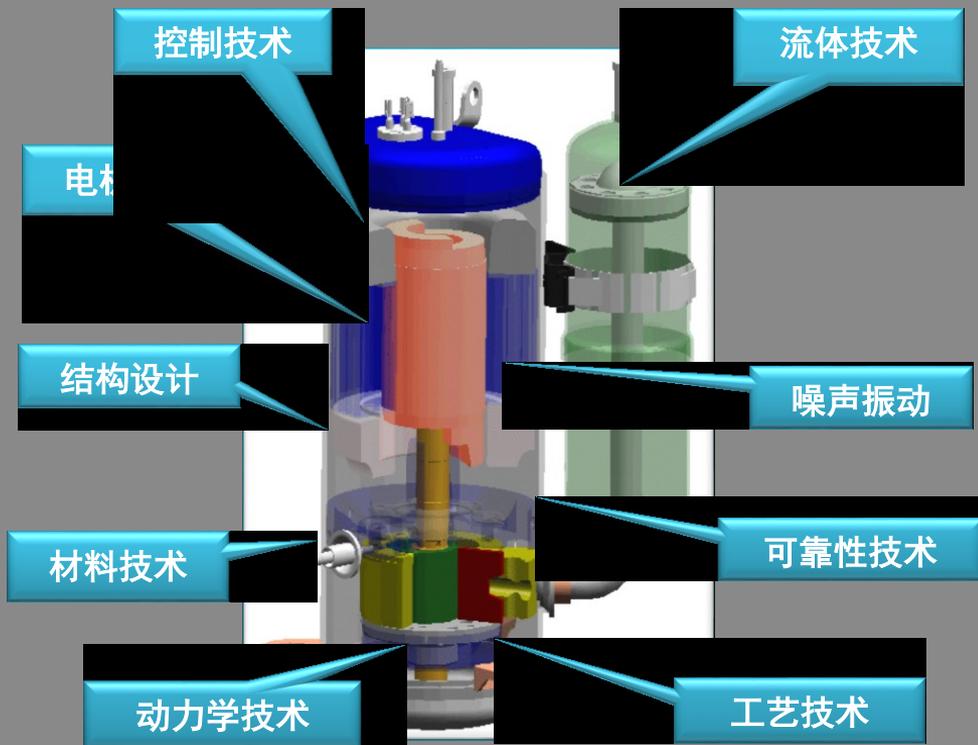
热平衡系统

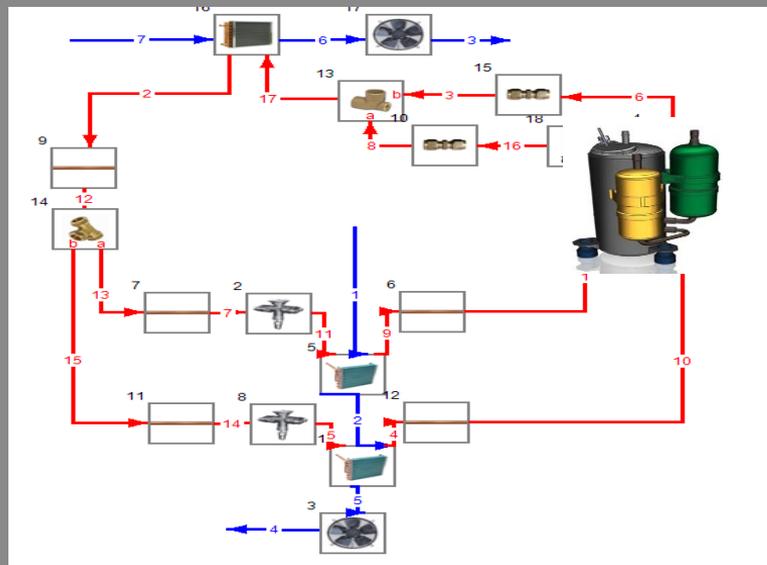
力平衡系统

冷冻机油
循环系统

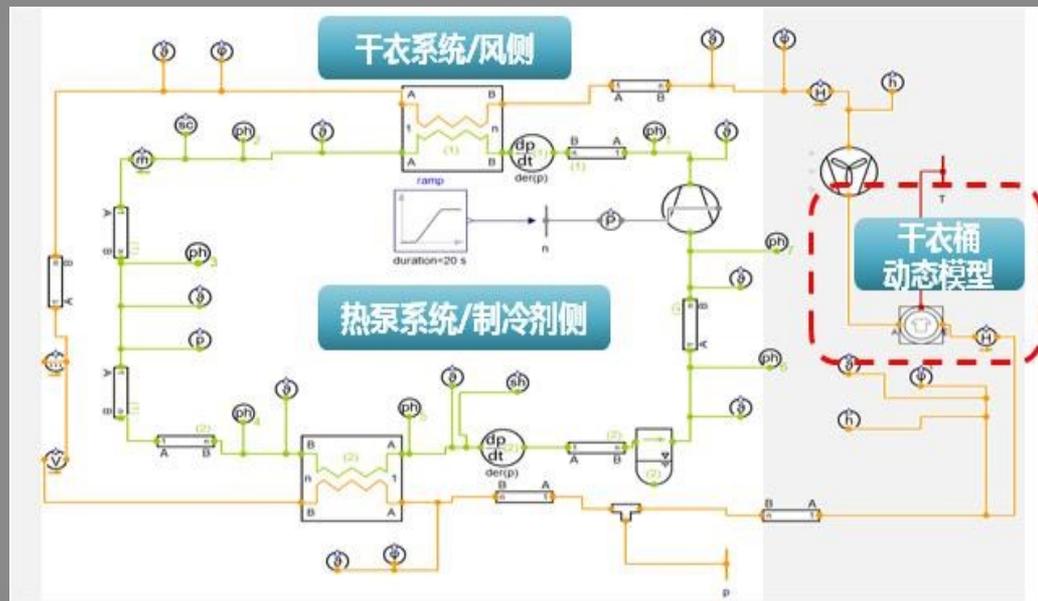


多学科耦合





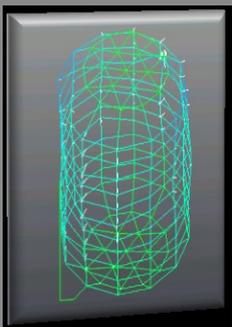
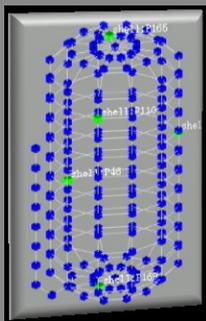
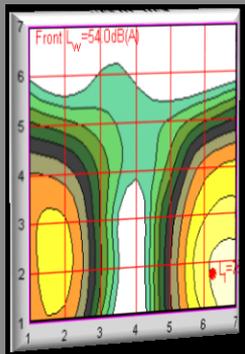
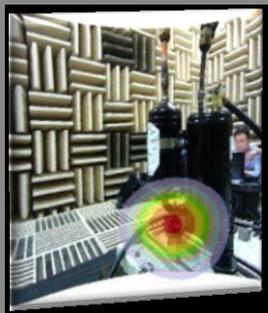
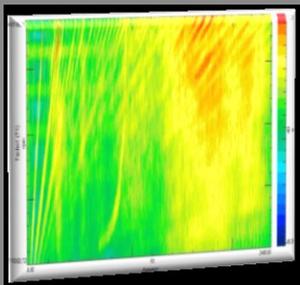
双蒸发空调系统



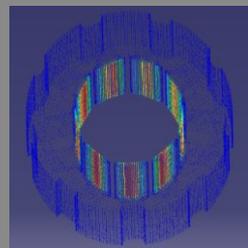
热泵干衣机系统仿真

压缩机噪声溯源与正向设计

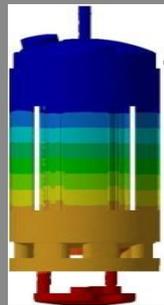
声源定位



噪音特征



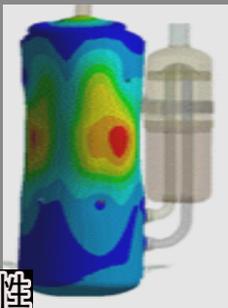
电磁噪音



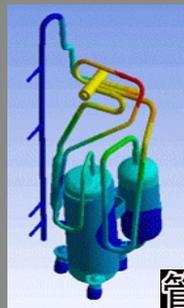
声腔响应



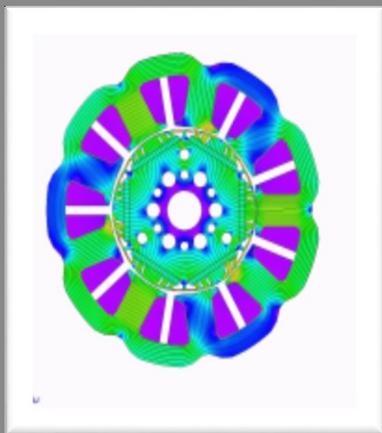
气动噪音



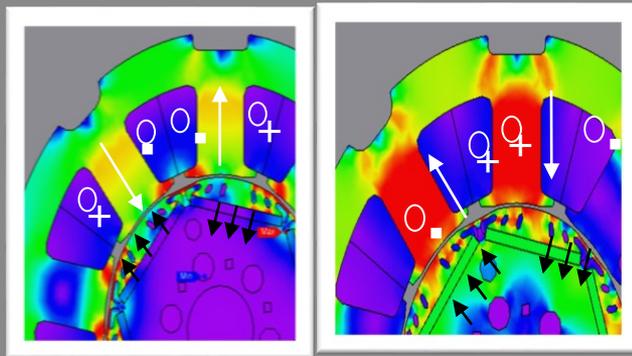
结构动特性



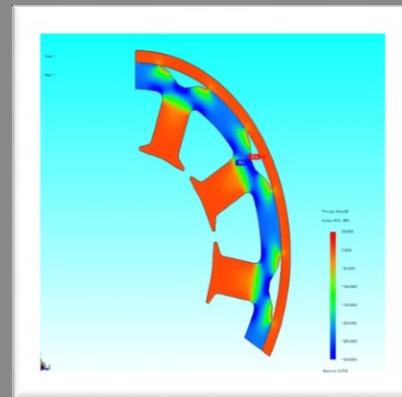
管路特征



磁场分布



通过减磁电流时的磁密云图



压应力铁损

基于仿真优化的新8极电机压缩机

低成本

高效化

低噪音

新8极电机

高反电动势

多极化 (8极)

谐波优化

力矩波动减小

驱动技术

PFC电压提升

调制率提升

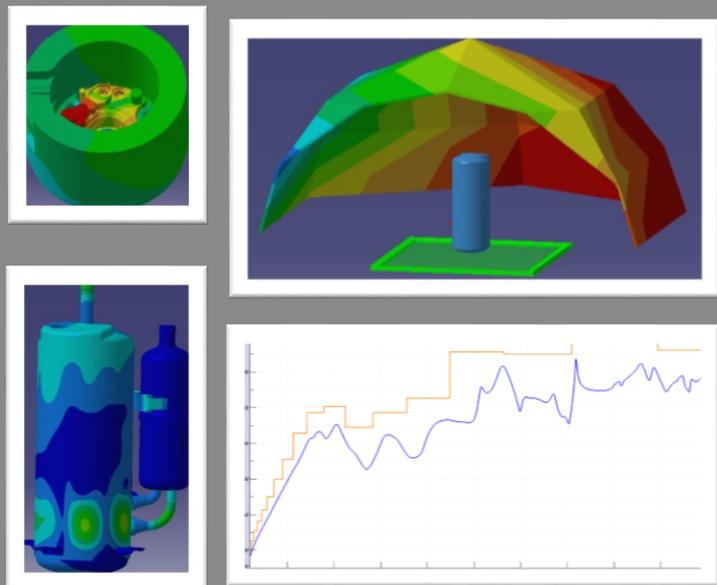
高速稳定性提升

电流调节速度提升

计算速度加快

载频增加

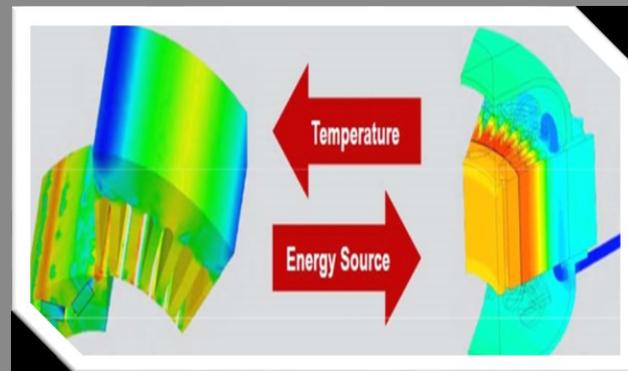
低速力矩补偿优化



基于声固液耦合的声辐射

电机发热

电机冷却



电机气固耦合换热

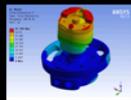
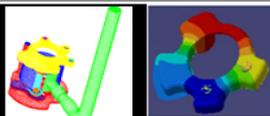
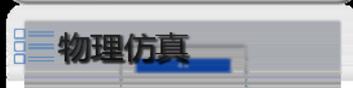
基础计算

1



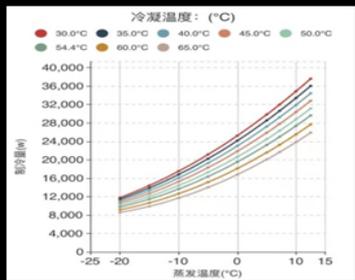
详细设计

2



数字样机

3



几何样机



匹配推广

4



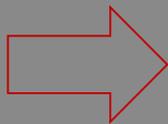
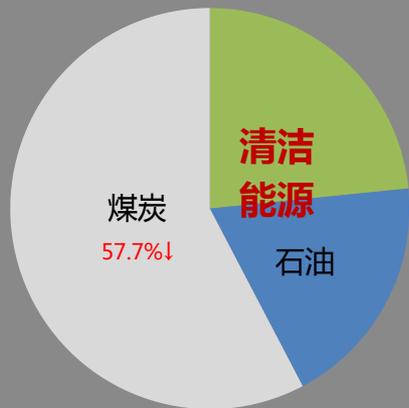
目 录

◆ 压缩机技术发展趋势

◆ 产品开发技术的演进

◆ 压缩机应用领域扩展

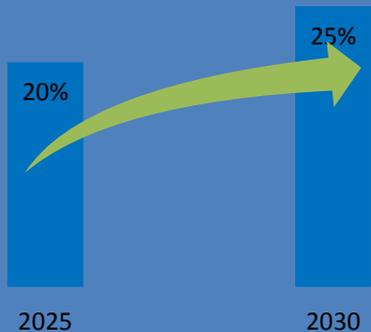
“双碳”目标下热泵的机遇



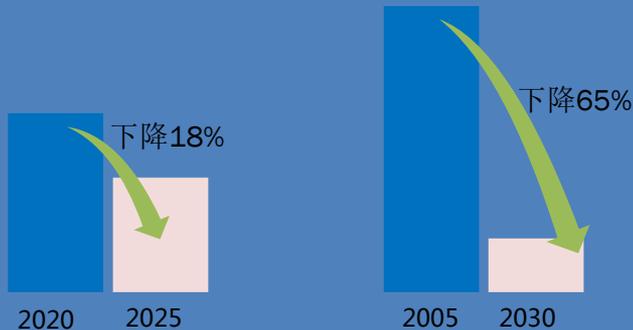
风能
水能
太阳能
天然气
热泵



非化石能源消费比重



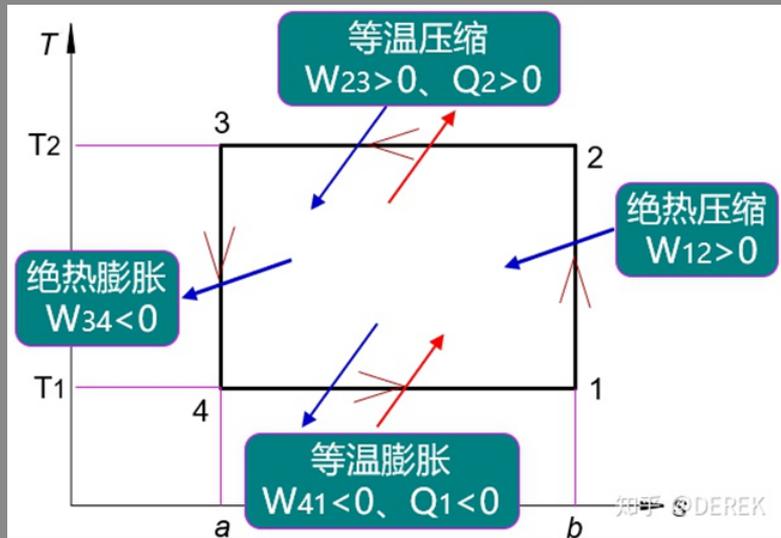
单位国内生产总值二氧化碳排放



“双碳”目标下热泵的机遇

热泵技术利用逆卡诺循环原理，高效的实现低品位能源向高品位能源的位移

需要电热/燃气/
热泵能效标准统一
的爆发点



热泵干衣



热泵热水



部分需求集中
在10HPI以上
定速



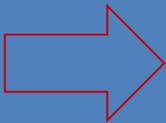
热泵烘干

热泵采暖

空气源热泵在越来越多的省份，已获得作为可再生能源对等的政策和招标优势。

可再生能源特点：

- ★风电、光电受天气影响，无法根据负荷随时调节
- ★核能只有稳定运行才能保证经济性
- ★水电受地理条件、冬季枯水期影响



储能技术：

抽水蓄能等物理储能

电化学储能

热储能

氢气储能

储能
空调



降低核心设备损耗

5G通信领域新能源的应用



直流基站空调



变频机房空调



户外机柜空调

降低汽车尾气排放

汽车电动化取代燃油化，减少碳排放



电动汽车
空调



新能源冷藏车
及驻车空调



新能源大巴空调
及电池热管理



充电桩
冷却系统

目 录

◆ 压缩机技术发展趋势

◆ 产品开发技术的演进

◆ 压缩机应用领域扩展

HIGHLY
海立

智能
制造

科技
创新

多元
应用

领先，不止步
Keep Leading



海立·冷暖世界