

无油压缩机制冷系统专题论坛

# 无油压缩机制冷系统 研究与应用进展

邵双全

2024-04-08

华中科技大学

# 1. 中央空调市场

## 细分市场：离心机组快速增长

### 内销调整分化，出口机遇显现

内销额 1263.1 亿元

出口额 166.0 亿元

2023年中国中央空调内外销规模季度走势对比 (单位: 亿元, %)



### 细分市场：离心机快速增长

2023年中央空调内销市场细分产品销售走势 (单位: 亿元, %)



# 2.新能效要求推动节能改造， 刺激新需求

## 2022/2024版《能效管理要求》对中央空调产品性能指标及评价体系的变化对比

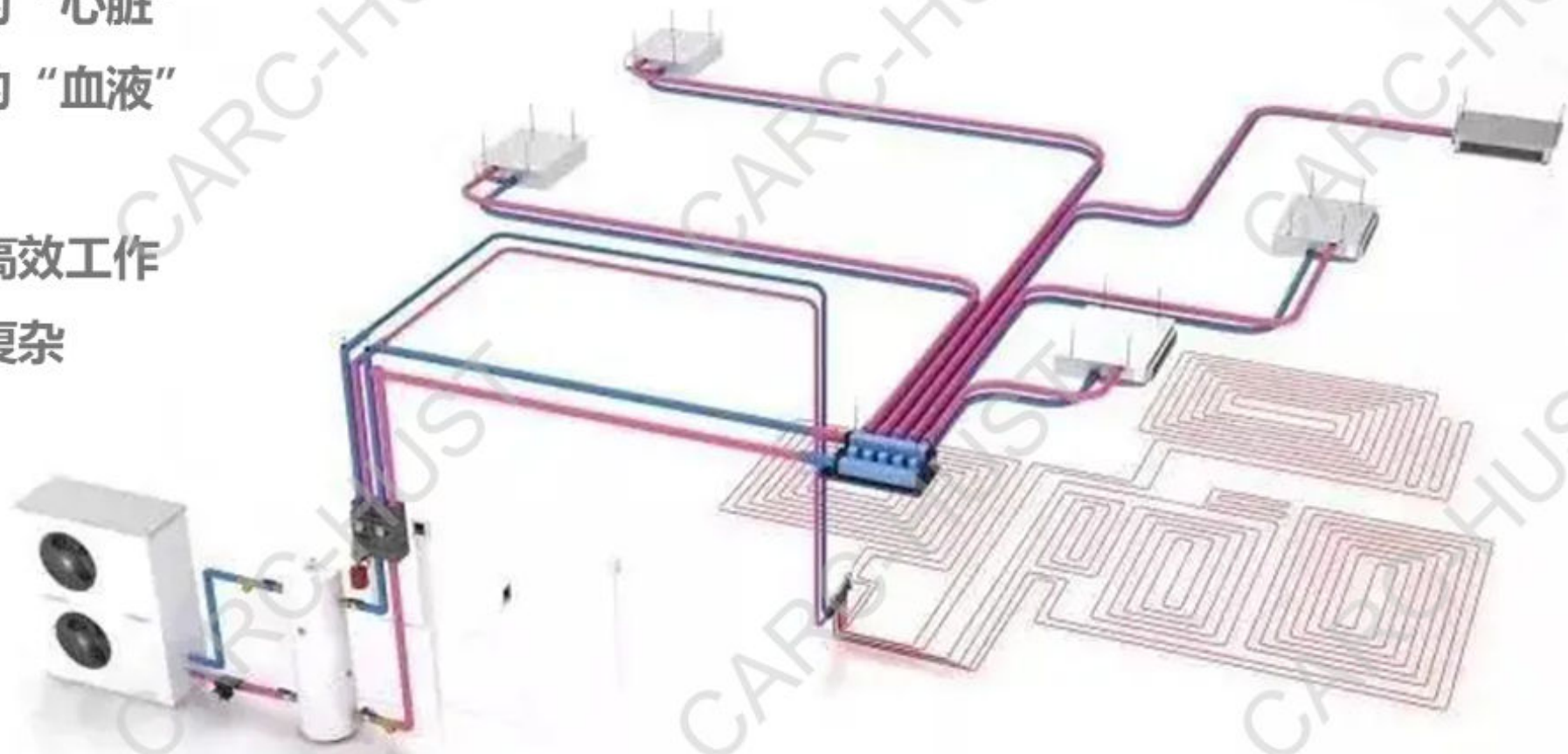
产品名称	能效指标	分类	先进水平	节能水平	准入水平	参考标准	
单元式空气调节机	制冷季节能效比 (W·h)/(W·h)	风冷式单冷型	7000W≤名义制冷量≤14000W	5.00	3.80	2.90	GB 19576 -2019
			名义制冷量 > 14000W	4.60	3.00	2.70	
	全年能源消耗效率 (W·h)/(W·h)	风冷式热泵型	7000W≤名义制冷量≤14000W	4.20 (2022: 4.00)	3.10	2.70	
			名义制冷量 > 14000W	3.60 (2022: 3.40)	3.00	2.60	
	全年能效比 W/W	计算机和数据处理机房用单元式空调 (2024年新增指标分类)	风冷式	4.00	3.60	3.00	
能效比 W/W	通讯基站用单元式空气调节机	水冷式	4.20	4.00	3.50		
多联式空调(热泵)机组	全年能源消耗效率 (W·h)/(W·h)	风冷式热泵型	名义制冷量≤14000W	5.60	4.40	3.60	GB 21454 -2021
			14000W < 名义制冷量 ≤ 28000W	5.40	4.30	3.50	
			28000W < 名义制冷量 ≤ 50000W	5.20	4.20	3.40	
			50000W < 名义制冷量 ≤ 68000W	4.80	4.00	3.30	
			名义制冷量 > 68000W	4.60	3.80	3.20	
	制热季节性能系数 (W·h)/(W·h)	低温多联机 (2024年新增指标分类)	名义制热量≤18000W	3.40	3.20	3.00	
			名义制热量 > 18000W	3.20	3.00	2.80	

产品名称	能效指标	分类	先进水平	节能水平	准入水平	参考标准	
低环境温度空气源热泵(冷水)机组	综合部分负荷性能系数 (W/W)	名义制热量 ≤ 35kW (或名义制冷量 ≤ 50kW)	额定出水温度 35℃	3.70 (2022:3.60)	3.20	3.00	GB 37480 -2019
			额定出水温度 41℃	3.40	2.80	2.60	
			额定出水温度 55℃	2.30	1.90	1.70	
		名义制热量 > 35kW (或名义制冷量 > 50kW) (2024年新增指标分类)	额定出水温度 35℃	3.40	3.20	3.00	
			额定出水温度 41℃	3.00	2.80	2.60	
冷水机组	综合部分负荷性能系数 (W/W)	风冷式或蒸发冷却式	名义制冷量 ≤ 50kW	4.00	3.60	2.80	GB 19577 -2015
			名义制冷量 > 50kW	4.50	3.70	2.90	
		水冷式	名义制冷量 ≤ 528kW	8.00	6.30	5.00	
			528kW < 名义制冷量 ≤ 1163kW	8.80	7.00	5.50	
			名义制冷量 > 1163kW	9.50	7.60	5.90	

# 3. 有油压缩机制冷系统问题

## 传统压缩机制冷系统

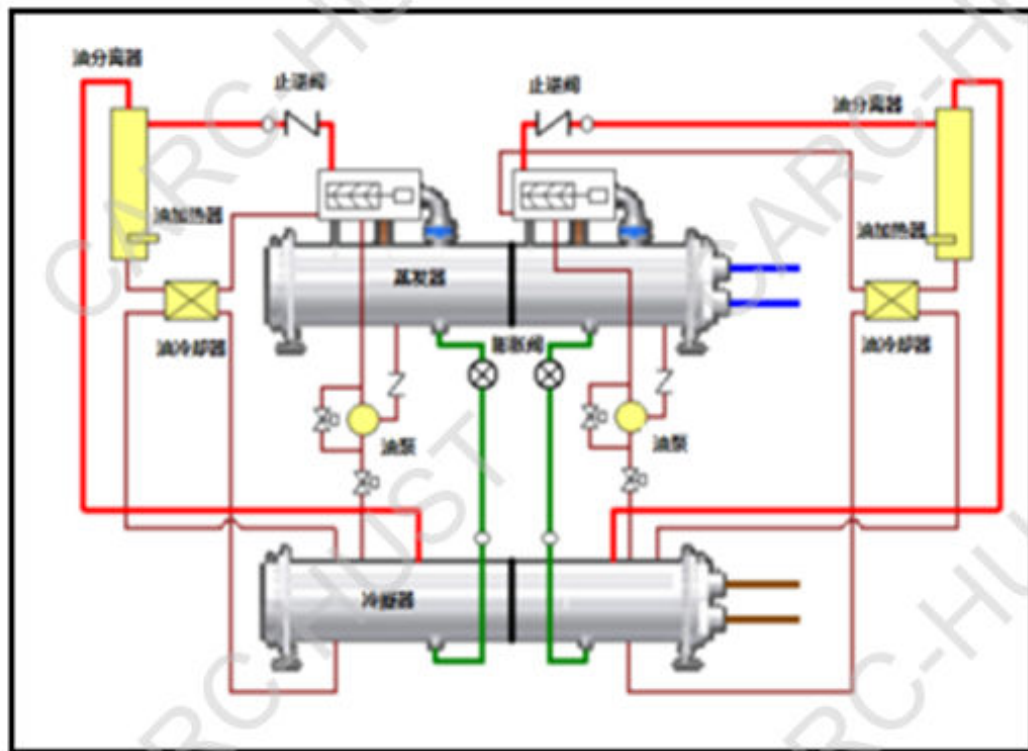
- 压缩机：制冷系统的“心脏”
- 制冷剂：制冷系统的“血液”
- 润滑油？
  - 保证压缩机安全高效工作
  - 回油系统及控制复杂
  - 换热器性能衰减



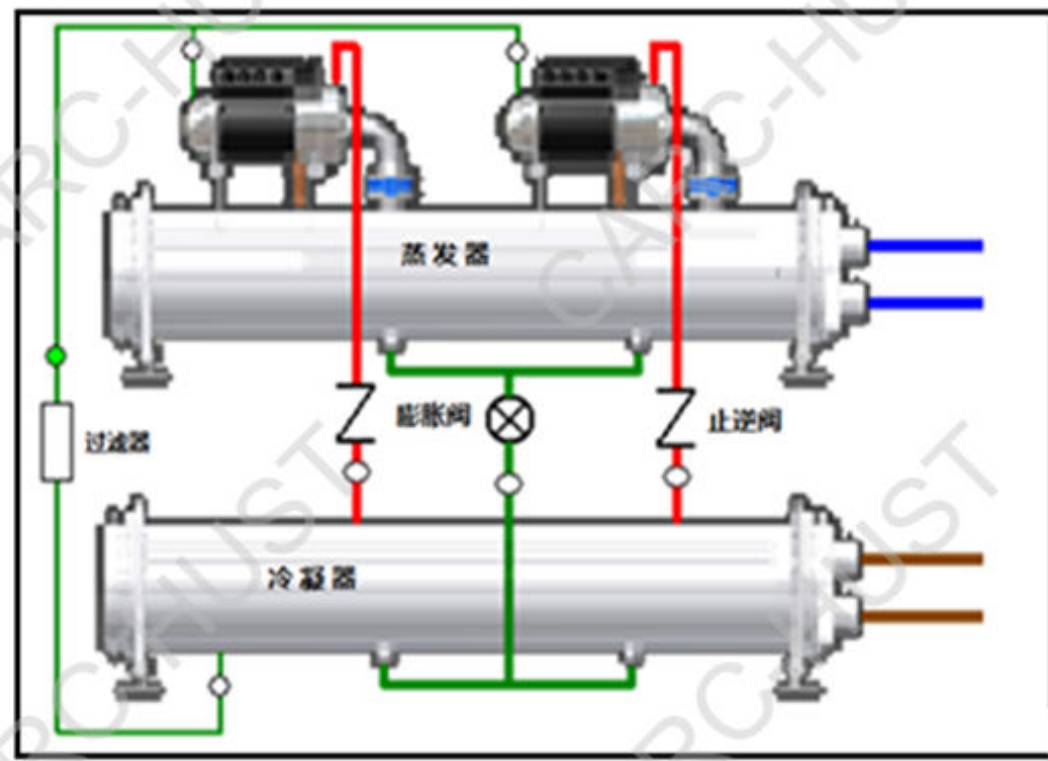
...

# 4. 无油压缩机制冷系统优势

无油 → 制冷系统结构简单



(a) 传统离心式冷水机组

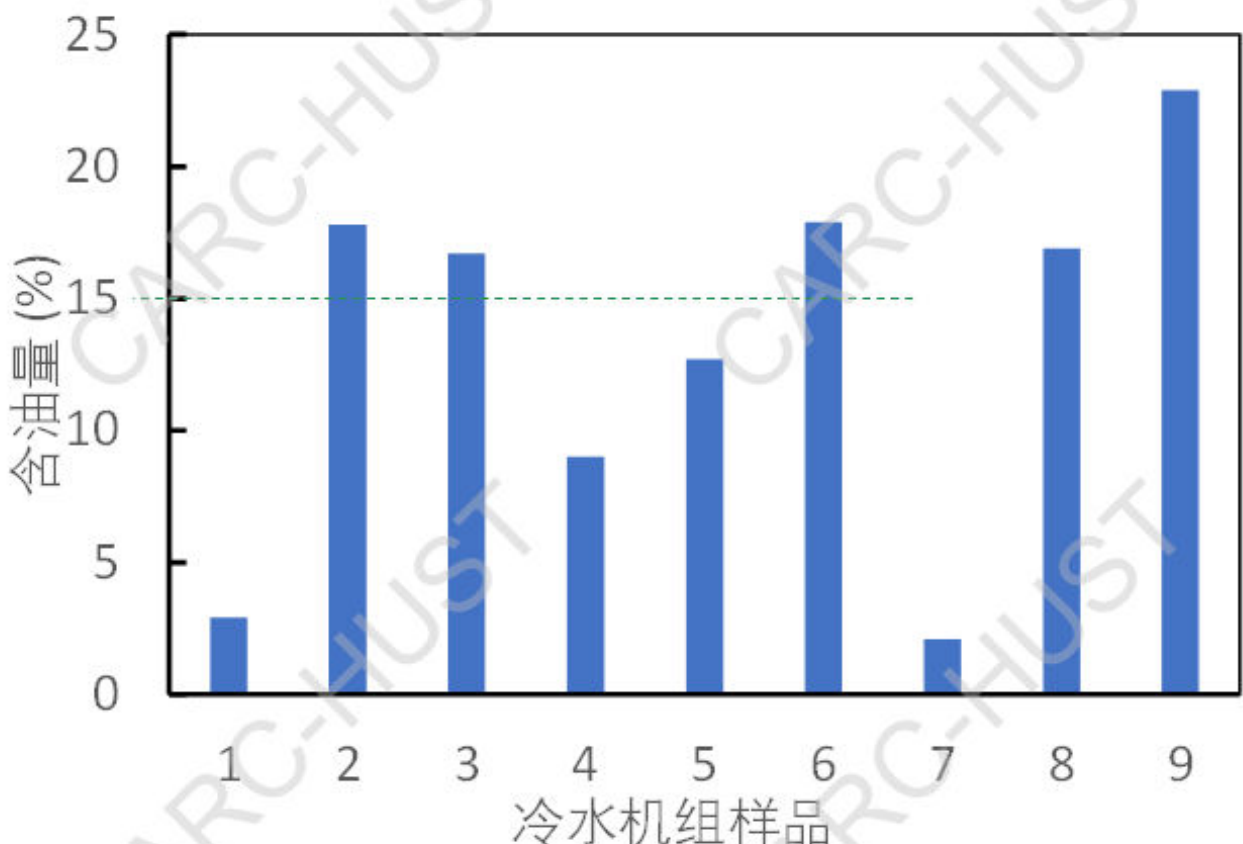


(b) 磁悬浮离心式冷水/热泵机组

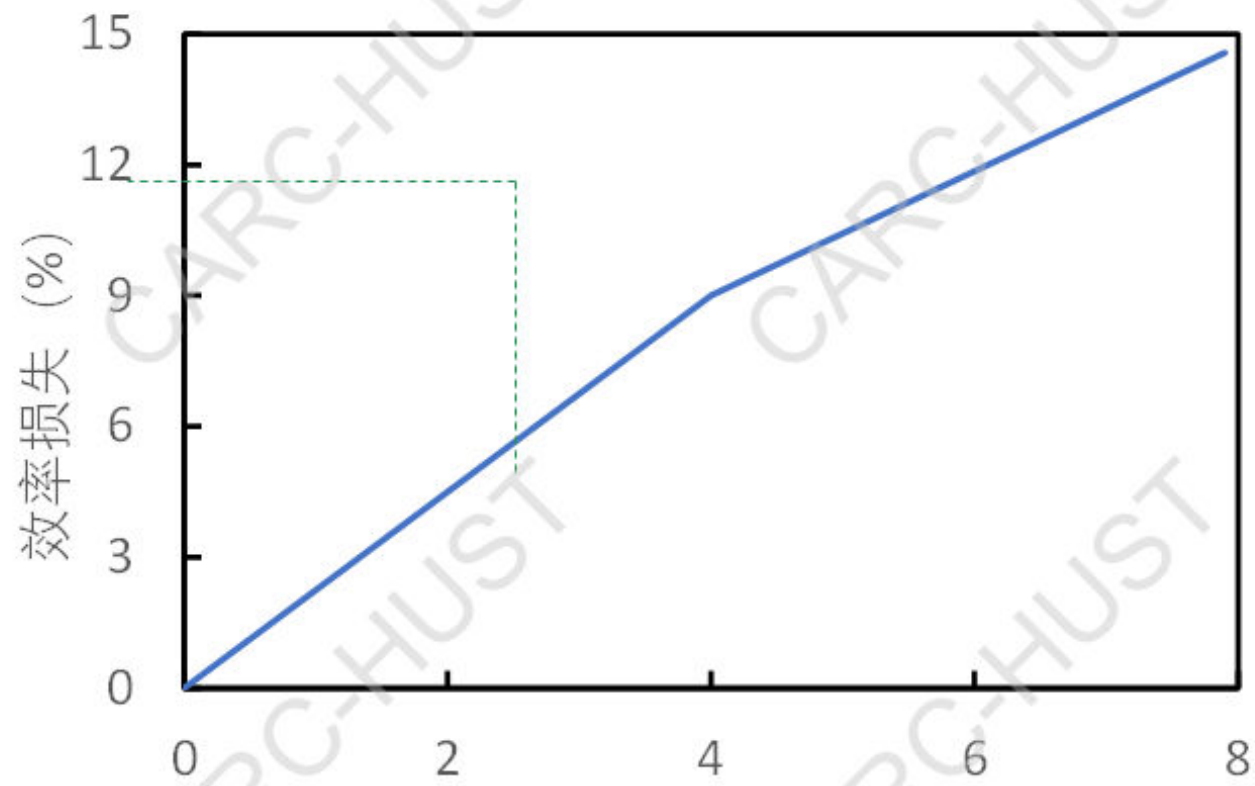
由于使用了磁悬浮轴承，转子在运转时是浮动的，**没有机械接触，不需要润滑**。转速高，效率高，结构简单，尺寸小。无油膜导致的机组性能衰减，同时无润滑油路维护费用

# 4. 无油压缩机制冷系统优势

无油→长期运行性能衰减小



普通冷水机组含油率

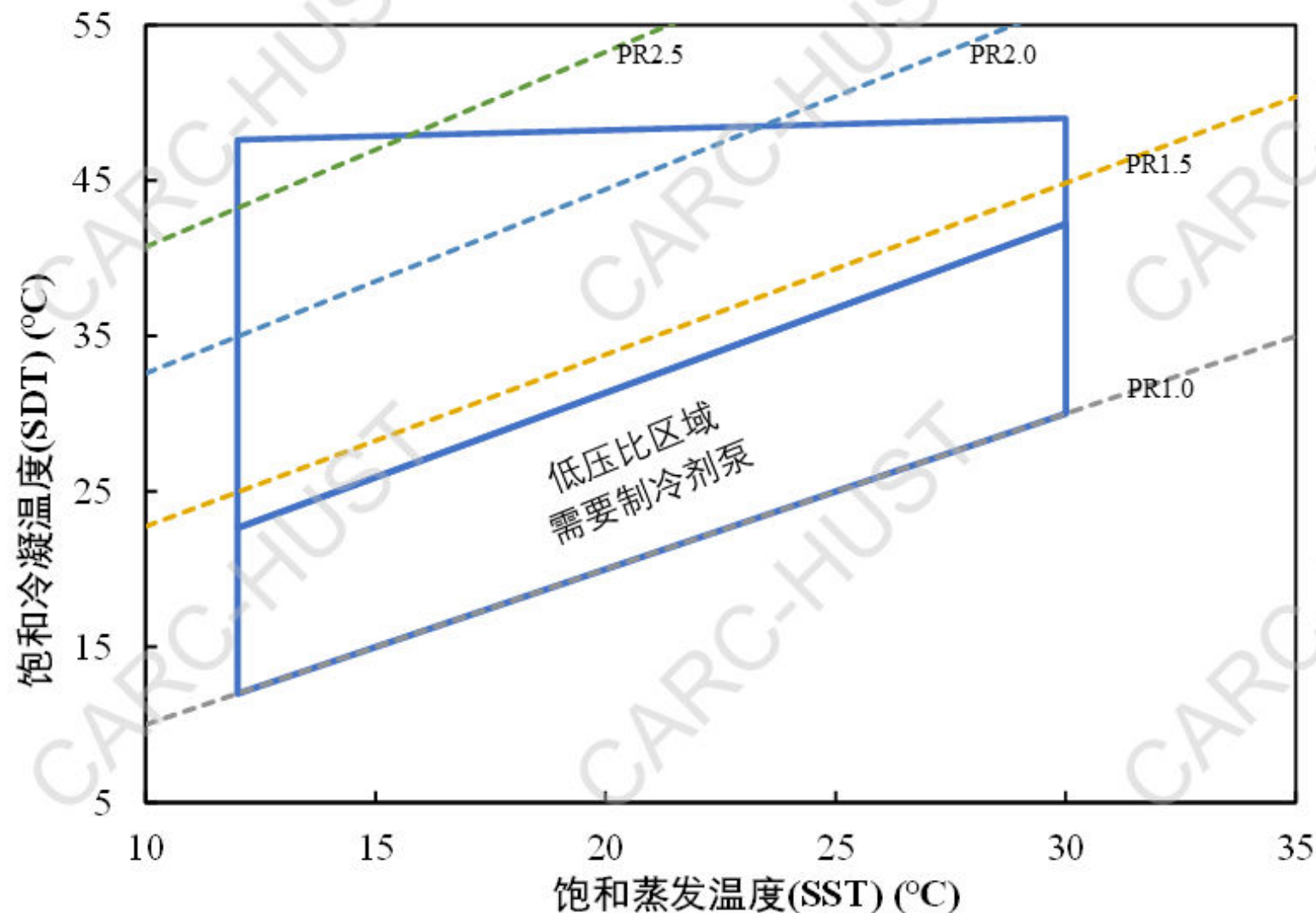


含油率与效率衰减的关系

数据来源: ASHRAE601-TRP

# 4. 无油压缩机制冷系统优势

部分负荷小压缩比工况运行效率高



TTS/VTX系列磁悬浮压缩机运行范围

TTS/VTX系列高出水温度磁悬浮压缩机特别适用于数据中心应用，蒸发温度范围12~30°C，配置制冷剂泵，可在超低压比1.1~1.4之间运行

# 5.无油压缩机及制冷系统进展

## 2016中国制冷展“创新产品”

- 磁悬浮离心式压缩机组，上海汉钟精机股份有限公司
- Turbocor TT700系列压缩机，丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司

## 2017中国制冷展“创新产品”

- 丹佛斯天磁磁悬浮无油压缩机TG系列，丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司
- 气悬浮变频离心式冷水机组，乐金空调（山东）有限公司
- MCP-WXE磁悬浮一体式全变频集成冷冻站，麦克维尔中央空调有限公司

## 2018中国制冷展“创新产品”

- 丹佛斯天磁®TTH/TGH系列高压比无油压缩机，丹佛斯自动控制管理（上海）有限公司
- YZ磁悬浮离心式冷水机组，约克（无锡）空调冷冻设备有限公司
- 物联网磁悬浮中央空调，青岛海尔空调电子有限公司

## 2019中国制冷展“创新产品”

- 磁悬浮直接制冷式空调机组，珠海格力电器股份有限公司





# 5.无油压缩机及制冷系统进展

2020中国制冷展“创新产品”



**WMTC**新冷媒双级压缩磁悬浮变频离心式冷水机组  
麦克维尔空调制冷（武汉）有限公司

# 5.无油压缩机及制冷系统进展

## 2021中国制冷展“创新产品”



CCWG-EV系列磁悬浮变频离心式冷水机组  
广东美的暖通设备有限公司



海尔集成式物联高效机房  
青岛海尔空调电子有限公司



YZ 单机大冷量磁悬浮离心式冷水机组  
约克（无锡）空调冷冻设备有限公司



丹佛斯Turbocor®VTX1600压缩机  
丹佛斯（上海）投资有限公司



中央空调磁悬浮动力系统一体机  
株洲变流技术国家工程研究中心有限公司



# 5.无油压缩机及制冷系统进展

2022中国制冷展“创新产品”



天加建筑制冷系统综合能效提升技术  
——合理的主机优化配置（TICA & Smardt）+智能的主动寻优控制（FUCA）  
南京天加环境科技有限公司

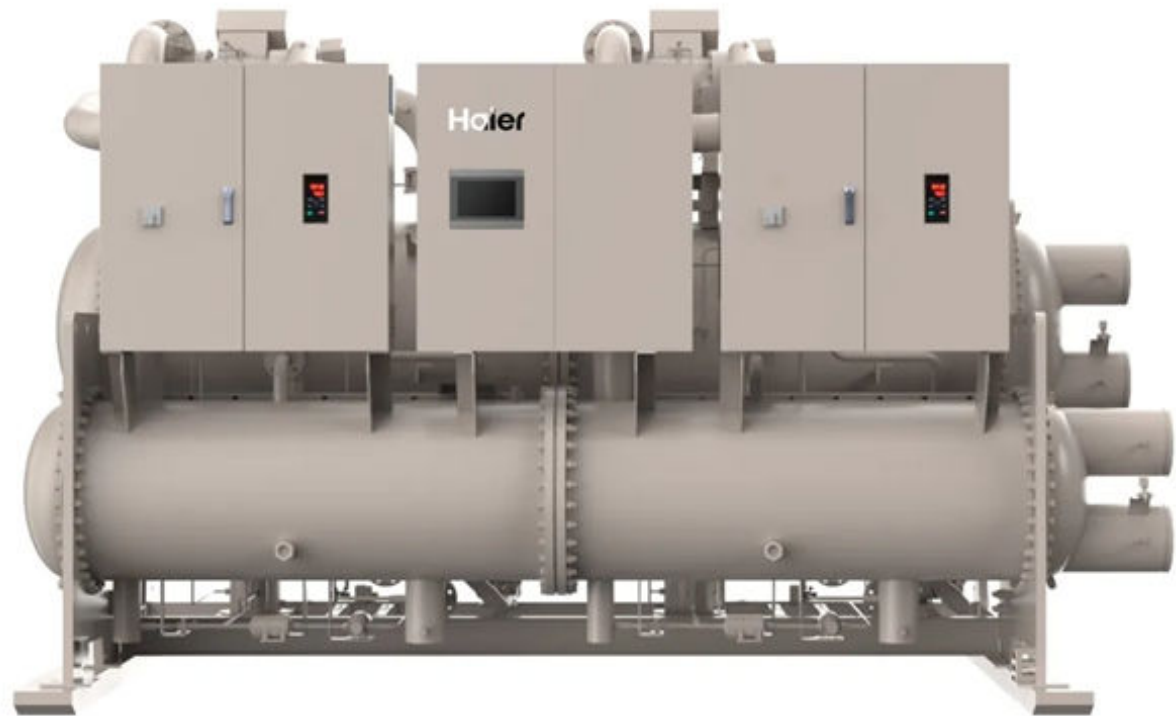
# 5.无油压缩机进展

2023中国制冷展“创新产品”



磁悬浮冰蓄冷机组

重庆美的通用制冷设备有限公司



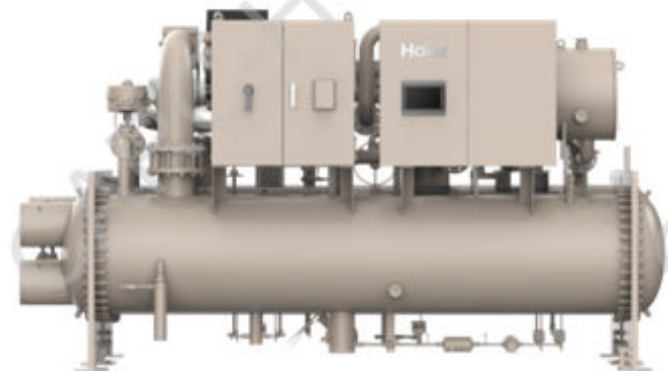
海尔气悬浮离心式冷水机组

青岛海尔智慧楼宇科技有限公司

2023中国制冷展“金奖产品”  
2023中国制冷展“年度产品”

# 5.无油压缩机及制冷系统进展

## 2024中国制冷展“创新产品”



大冷量气悬浮离心式冷水机组  
青岛海尔智慧楼宇科技有限公司



高效高可靠机电控一体化磁悬浮变频离心机组  
重庆美的通用制冷设备有限公司



集成式气悬浮离心压缩机及模块化机组  
珠海格力电器股份有限公司



磁悬浮制冷压缩机EMR235250-11C  
飞旋（杭州）制冷空调科技有限公司



丹佛斯Turbocor®TGS380磁悬浮无油压缩机  
丹佛斯微通道换热器(嘉兴)有限公司



海信正压液浮无油离心式压缩机  
青岛海信日立空调系统有限公司

# 5.无油压缩机及制冷系统进展

## 中国数据中心冷却技术 年度发展研究报告 2019

中国制冷学会数据中心冷却工作组 组织编写

中国建筑工业出版社

## 中国数据中心冷却技术 年度发展研究报告 2020

中国制冷学会数据中心冷却工作组 组织编写

中国建筑工业出版社

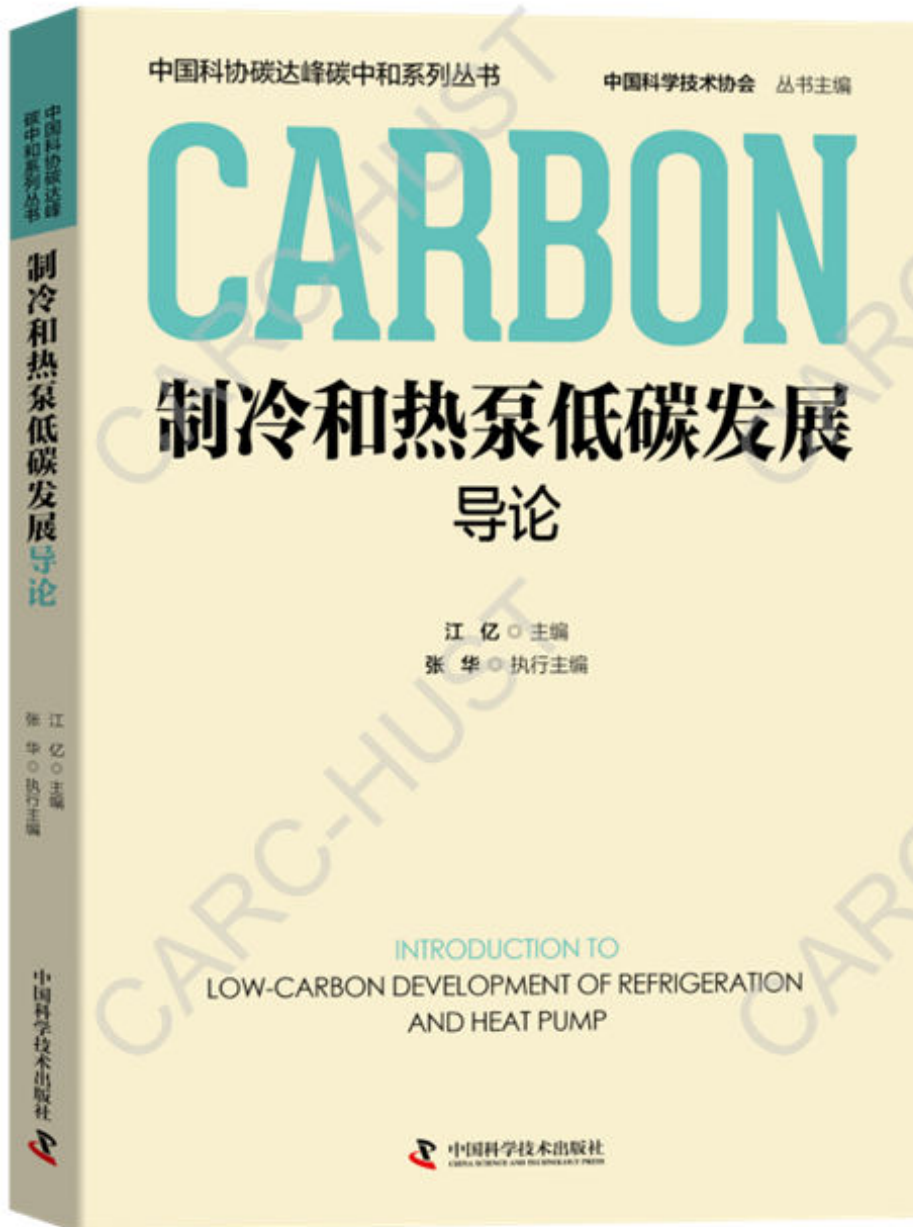
## 中国数据中心冷却技术 年度发展研究报告 2023

中国制冷学会数据中心冷却工作组 组织编写

广告



# 5.无油压缩机及制冷系统进展



## 数据中心用磁悬浮压缩机 及制冷机组白皮书

Maglev Compressor and Chiller for Data  
Center Cooling White Paper



中国制冷学会  
2021年4月



## 6. 总结与展望

- 无油压缩机制冷系统**技术形式**
- 无油压缩机制冷系统**冷量范围**
- 无油压缩机制冷系统**应用场景**
- 无油压缩机制冷系统**能效提升**
- 无油压缩机制冷系统**成本控制**





*Thank you* 

邵双全

华中科技大学 教授

[shaoshq@hust.edu.cn](mailto:shaoshq@hust.edu.cn)