



适用于暖气片的磁悬浮高温水源热泵研制 及磁悬浮技术在同方空调热泵产品的应用探索

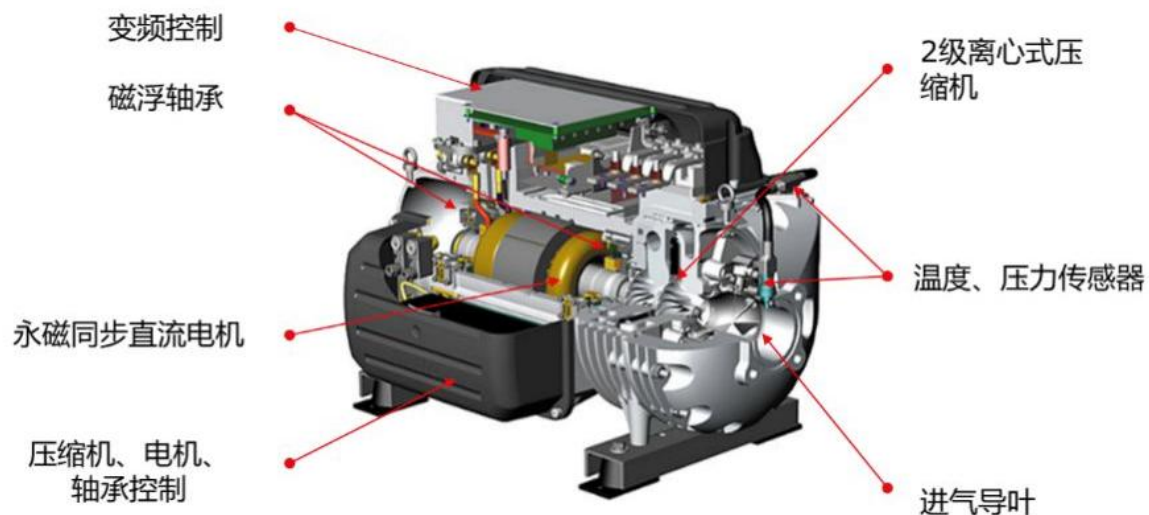
报告人：王青平
2021.4.8

同方人工环境有限公司
TSINGHUA TONGFANG ARTIFICIAL ENVIRONMENT CO., LTD.

2021

- 一、磁悬浮离心压缩机特点简介
- 二、适用于暖气片的高温出水磁悬浮水源热泵简介
- 三、磁悬浮直膨式空调机组简介
- 四、总结

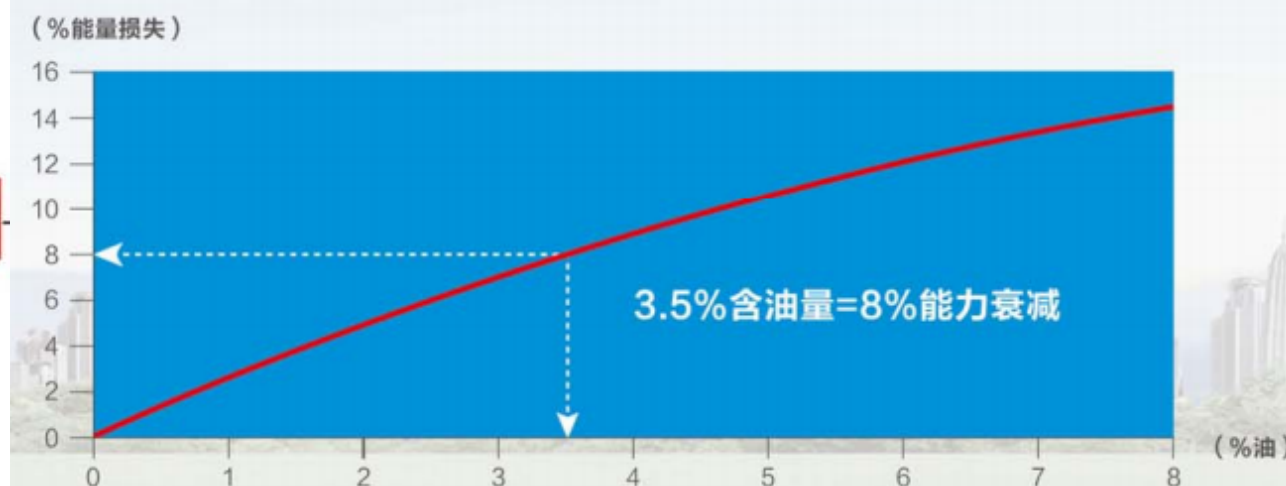
一、磁悬浮离心压缩机特点简介



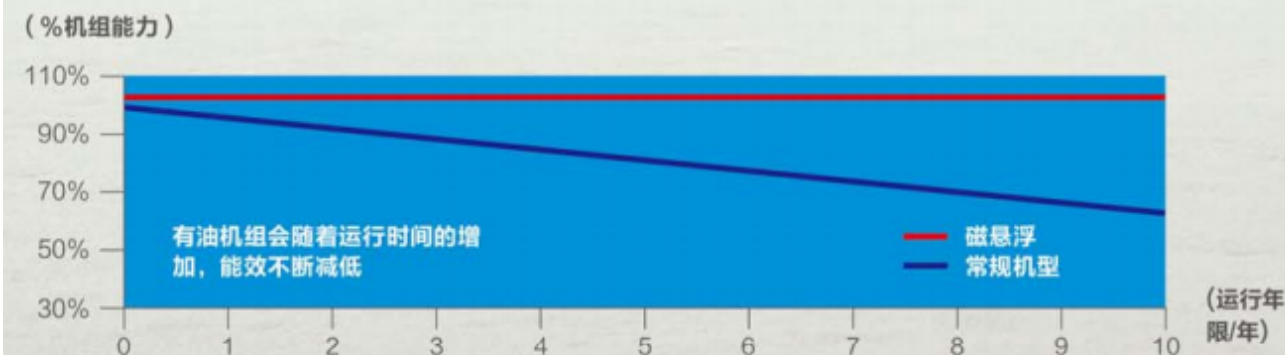
项目	传统离心式压缩机	磁悬浮离心式压缩机
轴承	滑动轴承或者滚动轴承	磁浮轴承
驱动装置	多为增速齿轮+电机	变频电机直联
驱动方式	交流感应电动机	变频电机
油路系统	供油+冷却+分离+控制	无
转速	低	高

磁悬浮优势

磁悬浮



来自AHRI的数据表明，当离心机蒸发器润滑油的倾入量达到3.5%时，COP会衰减8%以上



磁悬浮与常规机组逐年运行对比

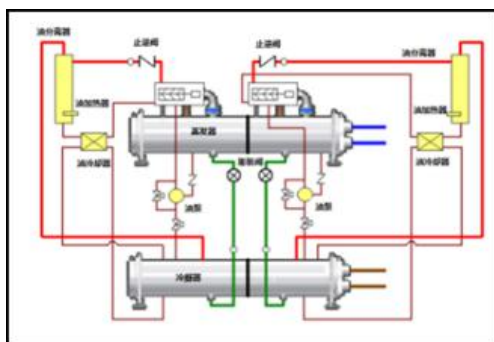
无油系统 vs. 传统有油系统

- 高效节能：与传统螺杆机相比节能40%
- 系统简单
- 静音：比典型的螺杆机噪音水平低 >8 dBA
- 极简维护

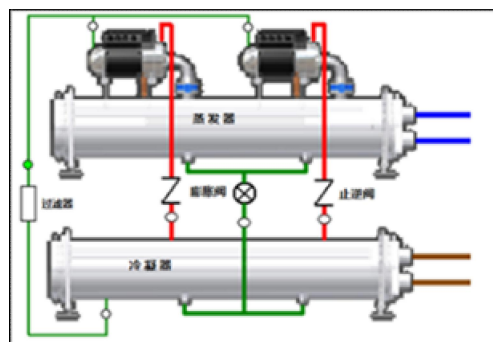
简化系统设计

少维护

有油系统



无油磁悬浮系统



有油系统必需的维护	频次
检查油压	每天一次
检查油位	每天一次
更换油过滤器	每年二次
油品分析	每季度一次
检查并确认油泵运转情况	每周一次
检查油加热器	每周一次
换油	每年一次
检查机油滤清器	每5年一次
酸度监测	每年一次

无油系统 vs. 传统有油系统

零衰减-运行10年压缩机性能

测试结果:

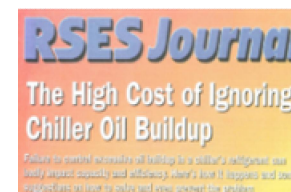
按照AHRI540-2015 标准, 测试3台磁悬浮压缩机,
功率消耗和排气量都在标准规范的测试允差范围内。

Hershey PA S# 072575160					
	Suction Pressure	Discharge Pressure	Power	Mass Flow	RPM
Original Test	359.33	918.88	46.8	101.08	31905
Latest Test (cap 3 file)	362.1	919.75	48.0	103.23	30656
Deviation	0.77%	0.09%	2.56%	2.13%	-3.91%

Hershey PA S# 072605010					
	Suction Pressure	Discharge Pressure	Power	Mass Flow	RPM
Original Test	353.0	912.39	48.7	100.18	32002
Latest Test (new igbt 3 file)	354.74	914.91	49	100.33	32005
Deviation	0.49%	0.28%	0.62%	0.15%	0.01%

ABC Studio, Melbourne Australia S# 081925070					
	Suction Pressure	Discharge Pressure	Power	Mass Flow	RPM
Original Test	357.74	917.67	46.3	96.45	32016
Latest Test	358.38	917.75	47.5	95.56	32026
Deviation	0.18%	0.01%	2.59%	-0.92%	0.03%

润滑油的影响



油污的影响

蒸发器含油量	性能损失
1-2%	2-4%
3-4%	5-8%
5-6%	9-11%
7-8%	13-15%

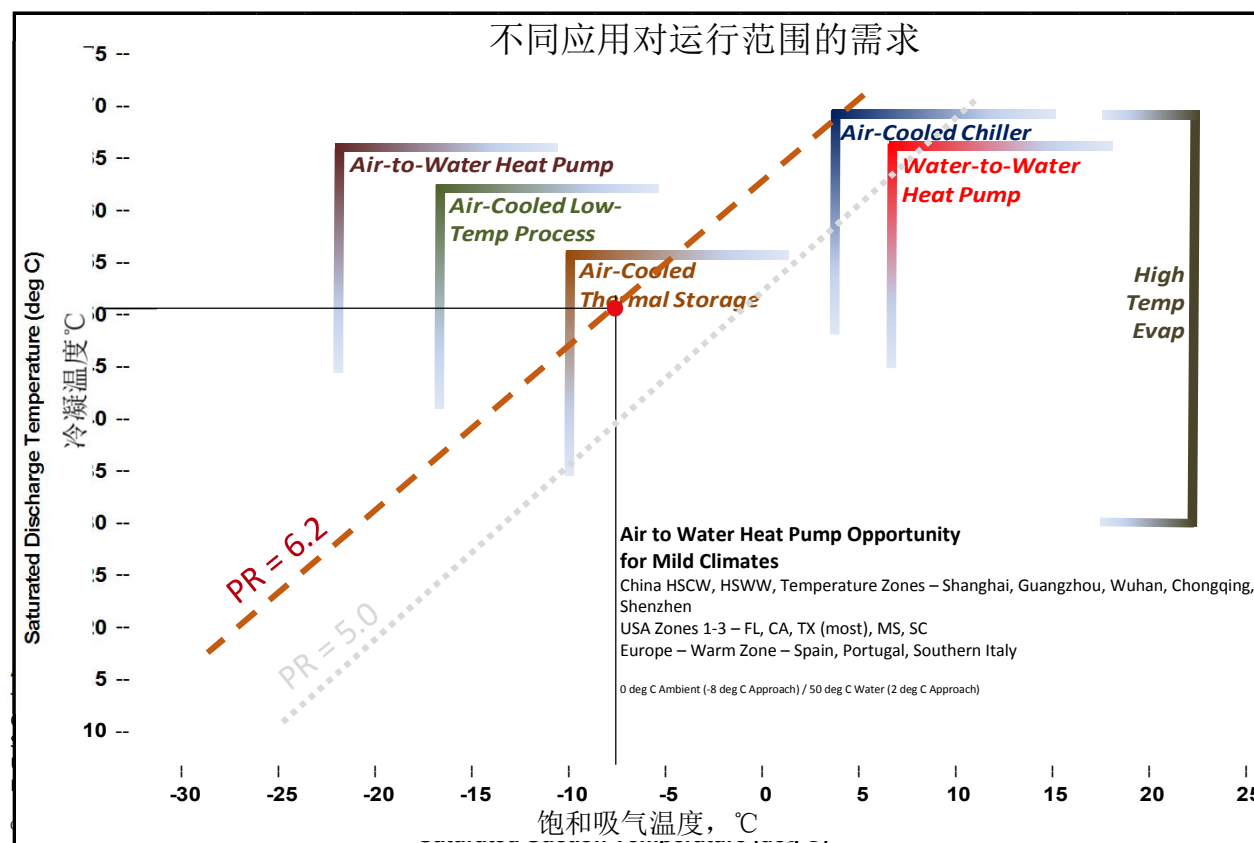
Source: The News, 04/15/04, by Jack Sine

独立第三方研究发现:

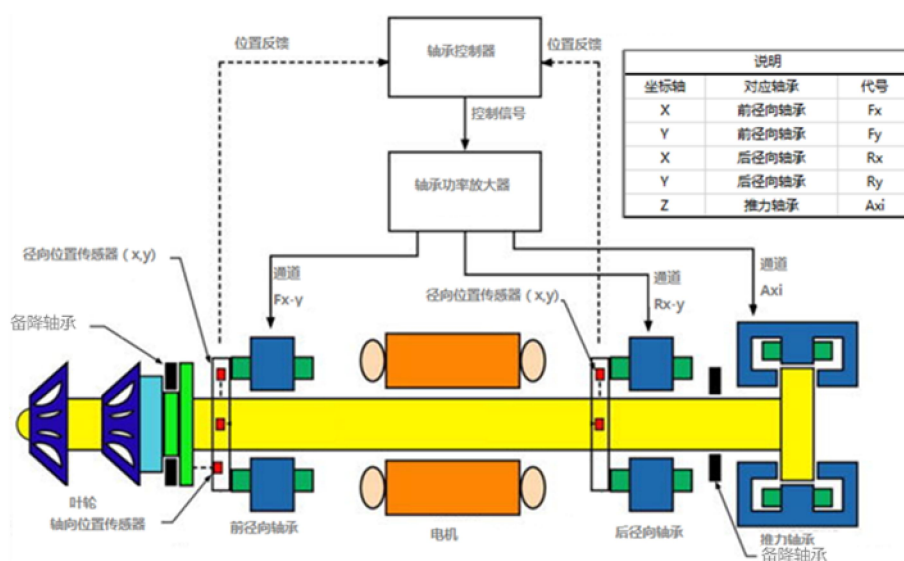
- 大多数在役的传统冷水机组都存在过量润滑油的情况并存在性能衰减
- 运行5年以上的机组性能下降10%，10年以上的性能下降达20%

来源: 清华大学

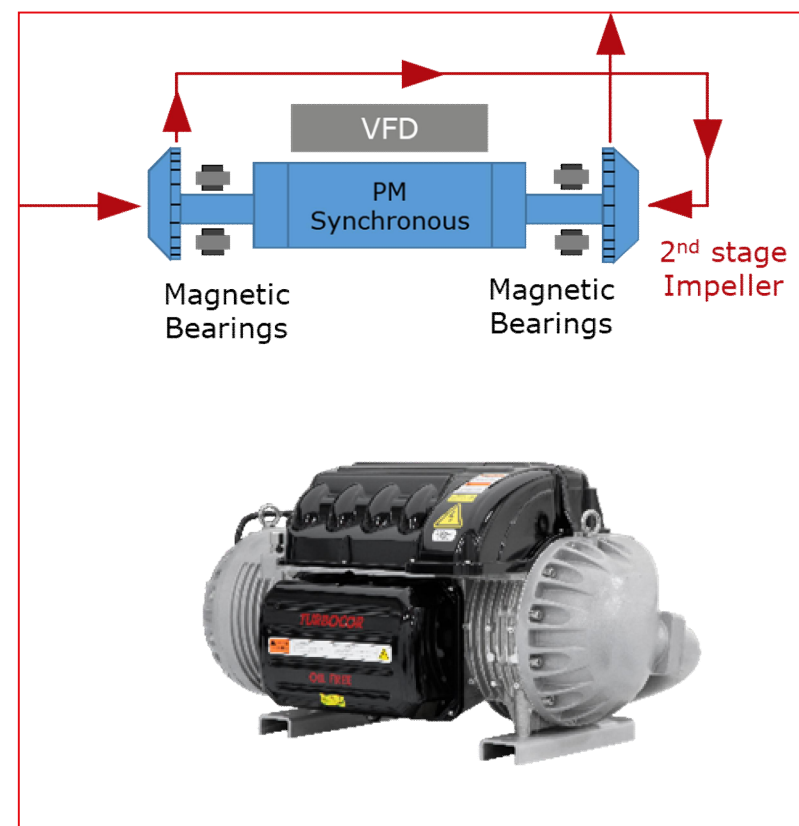
高压比磁悬浮离心式压缩机

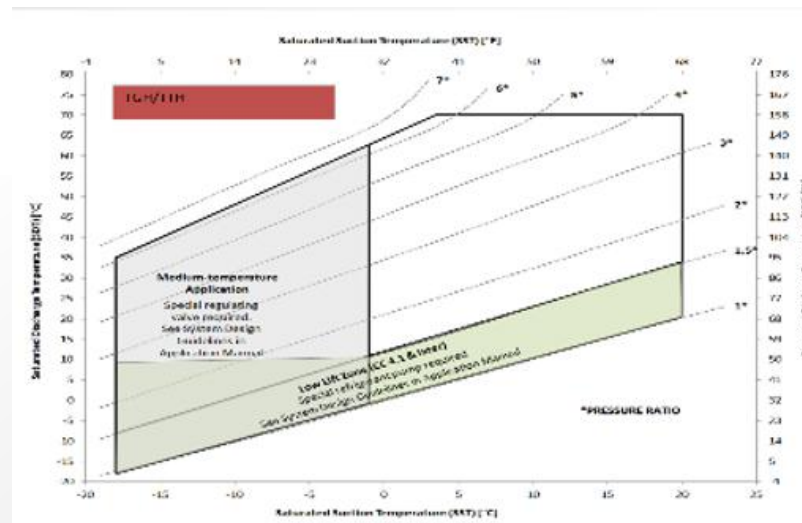
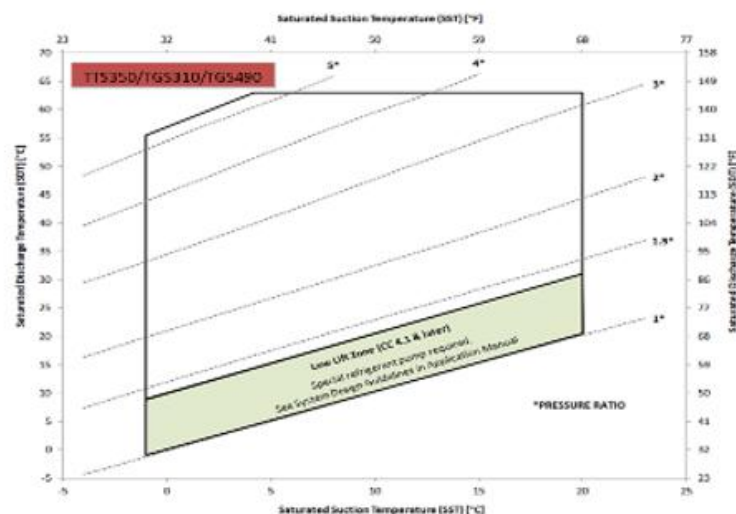


标准压比/中压比系列



高压比系列





Applications:

AWC
WWC
EVC
WWHP
HTPC

~42k design
(~76F)

~57k max
(~103F)

Down to ~0C

Applications:

AWC
WWHP
AWHP
MTPC
Thermal storage

~55k design
(~99F)

~65k max
(~117F)

Down to ~-18C

Robust Design 坚固设计

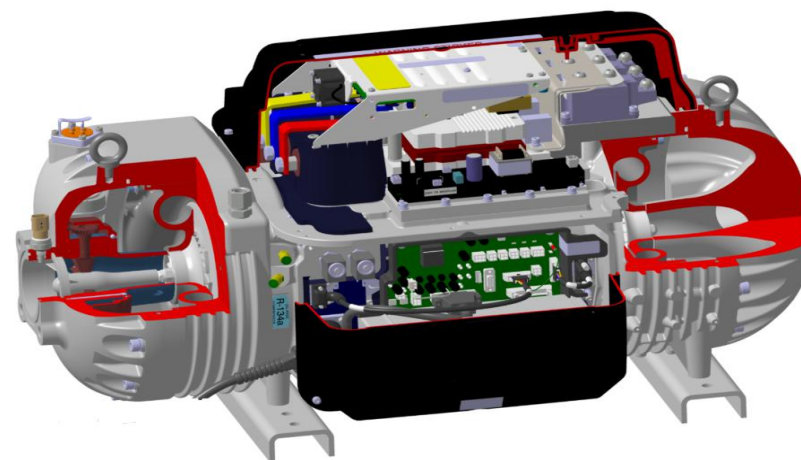
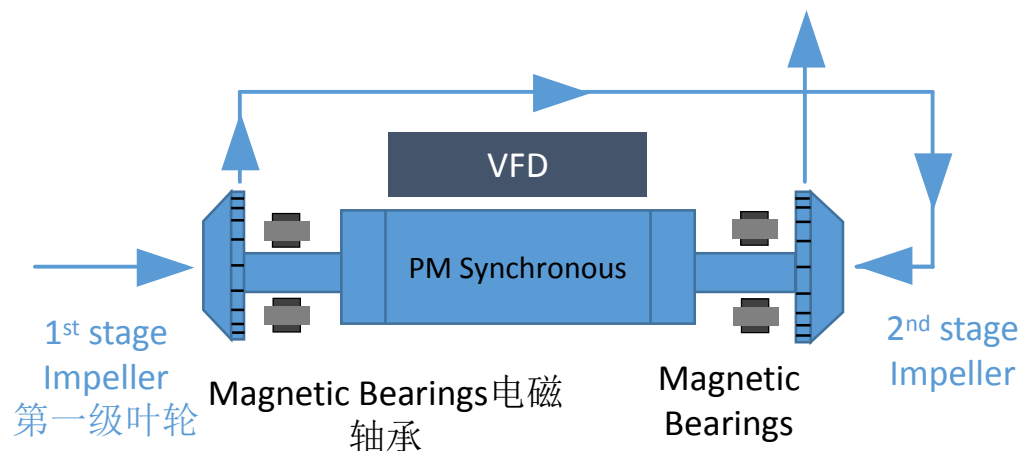
The new TTH / TGH High Lift Design incorporates unique features to support the same demanding high lift applications performed by scroll or screw compressors

新的TTH / TGH高扬程设计具有独特的功能，可支持涡旋压缩机或螺杆压缩机执行的同样苛刻的高扬程应用

Back to Back Impeller

design balances the loads on the magnetic bearings at extreme high lift conditions

背靠背叶轮设计可在极端高升程条件下平衡电磁轴承上的负载



World Class Unloading Capability 世界一流的卸载能力



Two stage design allows compressor to unload to 20% with AHRI ambient relief or 28% at constant 95F / 35C ambient 两级设计允许压缩机在AHRI环境压力下卸载至20%或在恒定95F / 35C环境下卸载至28%



More accurate water temperature control for process applications at low load conditions 在低负载条件下为过程应用提供更精确的水温控制



Reduces Excessive Compressor Starts/Stops 减少过多的压缩机启动/停止

Chiller Unloading			
	2 Compresso rs	3 Compresso rs	4 Compresso rs
AHRI Ambien t Relief	10%	7%	5%
Consta nt 95F / 35C	14%	9%	7%



Integrated Variable Speed Drive provides industry leading part load efficiency

集成变速驱动器提供**行业领先的部分负载效率**

Permanent Magnet Motor永磁电动机 provides outstanding full load efficiency

提供**出色的满载效率**

Small Physical Footprint makes installation easier and allows OEM's to use in compact applications such as air cooled chillers

较小的物理尺寸使安装更加容易，并使OEM可以在紧凑型应用中使用，例如风冷式冷水机

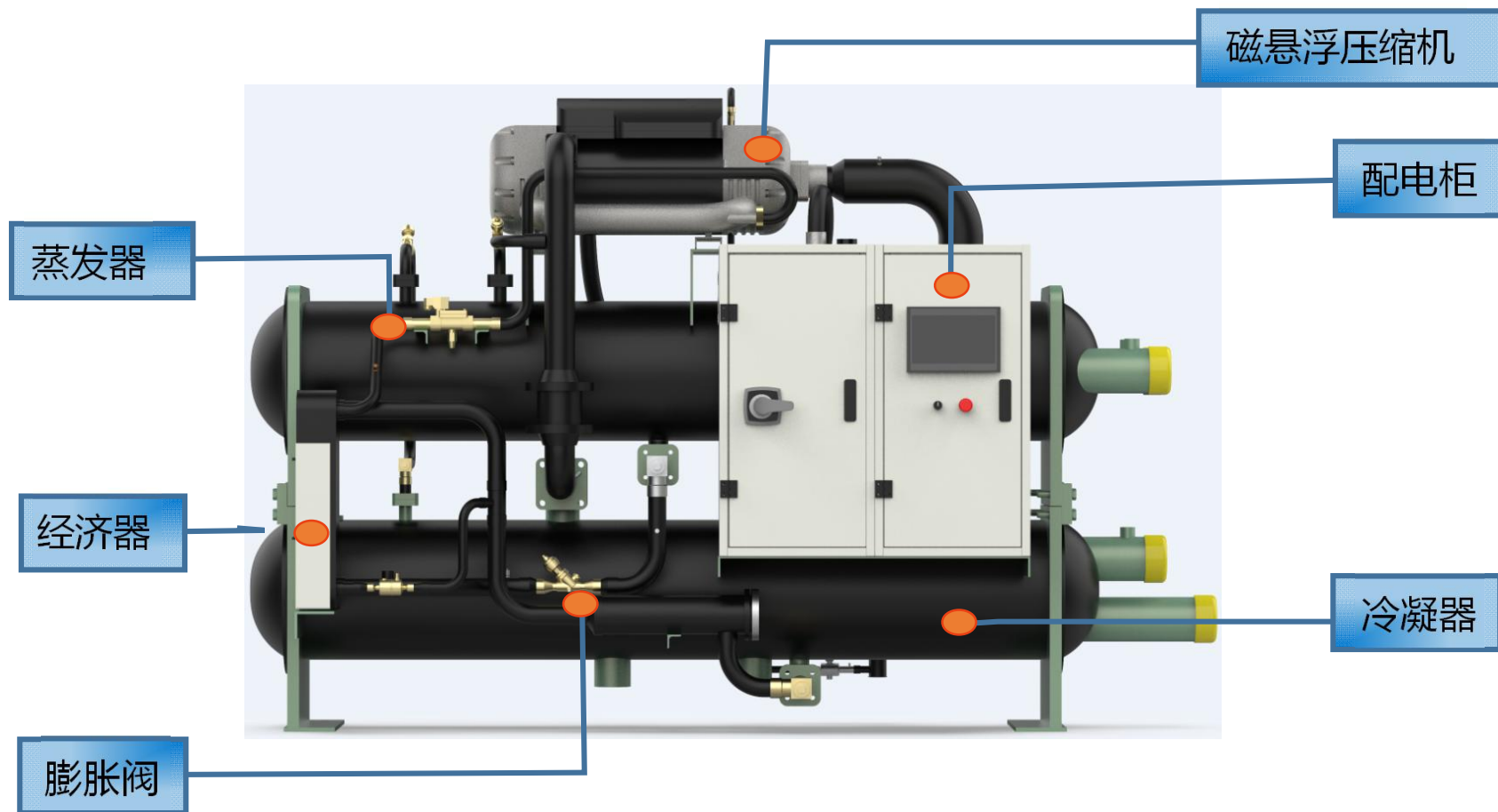
二、适应于暖气片的高温出水磁悬浮水源热泵简介



清华同方
TSINGHUA TONGFANG

热泵节能28年

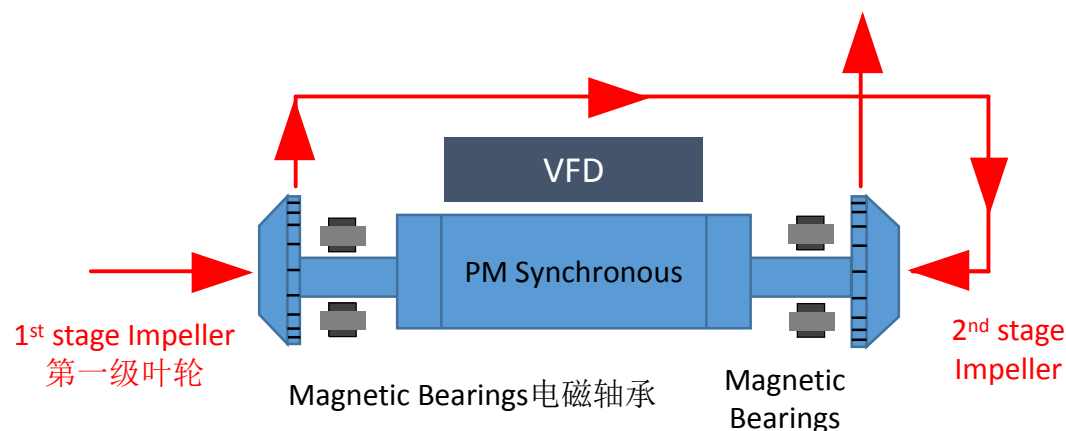
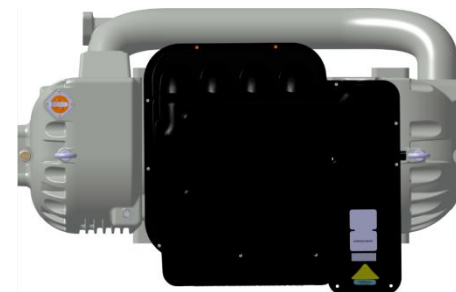
◆ 产品组成



◆ 产品优势—部件优势—压缩机

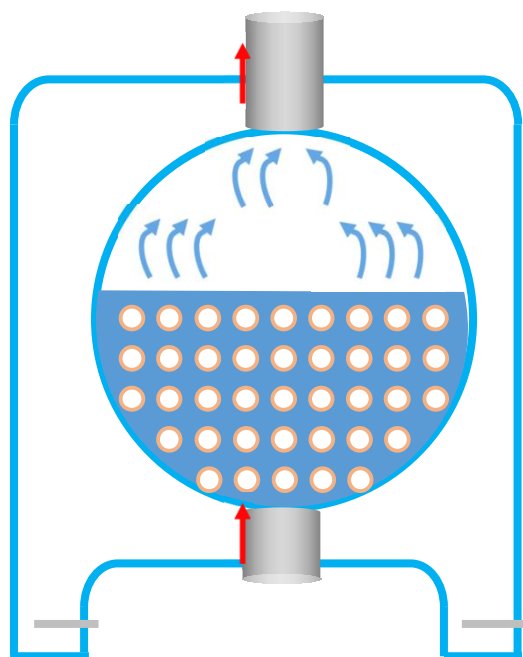
➤ 采用全球领先的变频磁悬浮压缩机，高效可靠，无油设计使得维护便捷

- 磁悬浮技术：无机械摩擦，无油润滑，长期安全的无磨损运行
- 大压比设计：背靠背叶轮设计可在极端高压比条件下平衡电磁轴承上的负载
- 叶轮采用高强度高精度设计，可保障特殊工况安全运行需求



◆ 产品优势—部件优势—蒸发器

➤ 针对磁悬浮独特无油系统，采用 CFD 模拟优化换热器布管结构，极大提升换热效率。

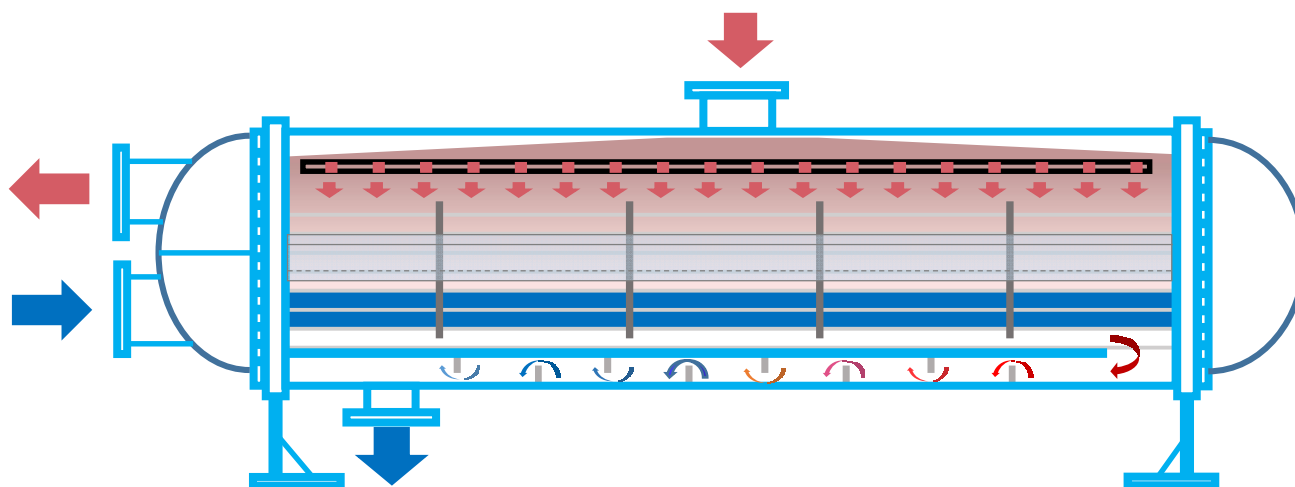


满液式

- 大空间蒸发换热
- 满液式蒸发器免除过热度限制，充分利用有效的蒸发面积
- 冷媒处于沸腾状态，冷水紊流状态，热传效率高
- 蒸发温度提高2~3℃，机组效率更高

◆ 产品优势—部件优势—**冷凝器** **均流+换热强化+过冷**

➤ 定制化及优化的特殊结构的冷凝器，换热效率高，承压大，无泄漏



- 均气板设计，减小对铜管冲击
- 高效换热管应用，优化结构布置
- 多重扰流过冷器设计，提高机组能效

◆ 产品优势—部件优势—流量控制阀

➤ 考虑到高温无油，所选用部件完全适应高温工况

- 无油润滑
- 耐高温
- 动作灵敏



节流阀

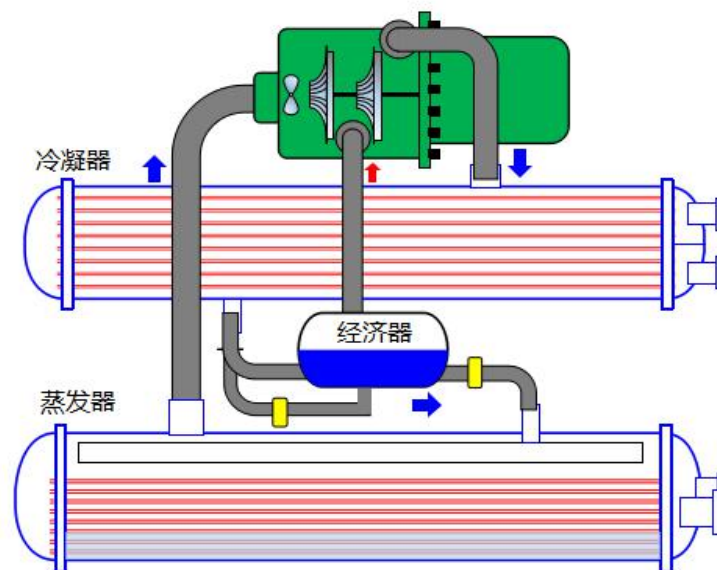


电动阀

◆ 产品优势—整机设计 **带经济器的中间补气技术**

➤ 磁悬浮离心技术结合中间补气技术应用，采用同方独特控制系统，提升部分负荷能效

- 冷凝器后过冷液体进入经济器(闪发器)
- 部分液态节流后，变为气态部分进入压机二级吸气冷却二级叶轮
- 进入蒸发器的冷媒焓值低，制冷量提高，比单级压缩能效提高5~10%
- 补气技术与磁悬浮压机精密配合控制，能效较螺杆机提升30%，远超国际指标。



◆ 产品优势—整机设计

变频+导叶+旁通 防喘振

调节范围更宽

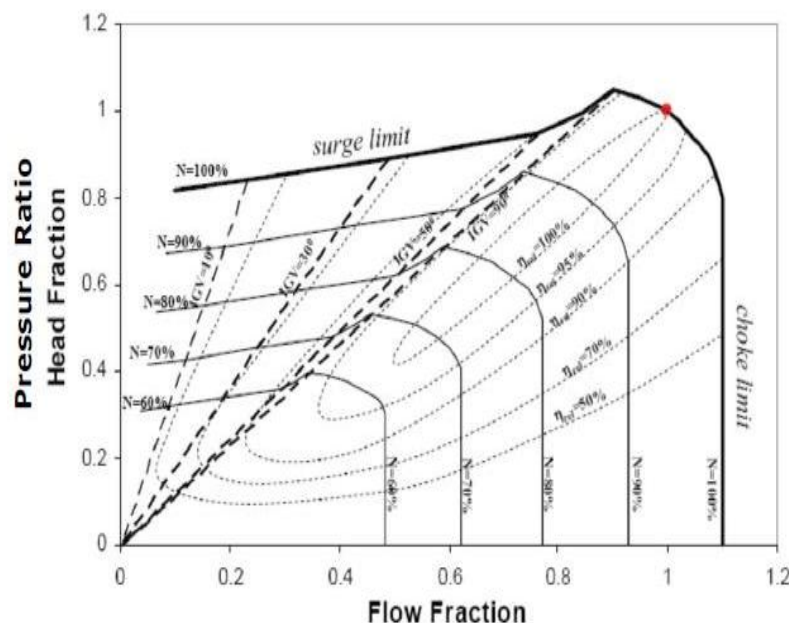


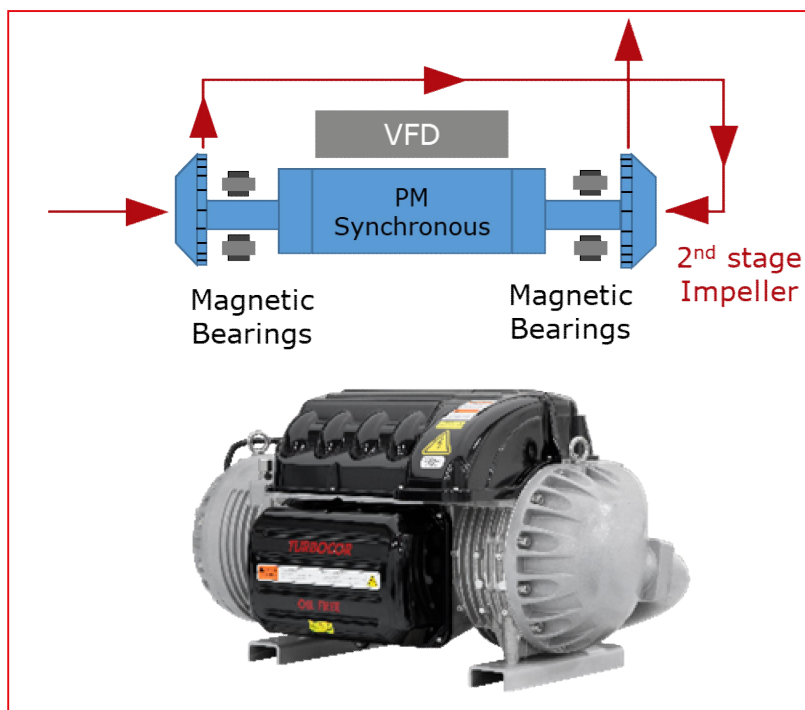
Figure 7. Performance map of a variable-speed, variable-IGV compressor with IGV/speed combinations for optimum efficiency.

- 能量调节阀配合压缩机调频 及IGV调节，使得整机负荷调节更加精确
- 可实现20%-100%无极调节
- 压缩机模块内置安全运行的控制曲线，通过实时监测压缩机的运行状态，对转数进行及时调整
- 压缩机出口与入口之间设置旁通回路，超低负荷时，旁通电动阀启动，增加吸入量，保证运行平稳安全
- 确保压缩机始终运行在安全范围内

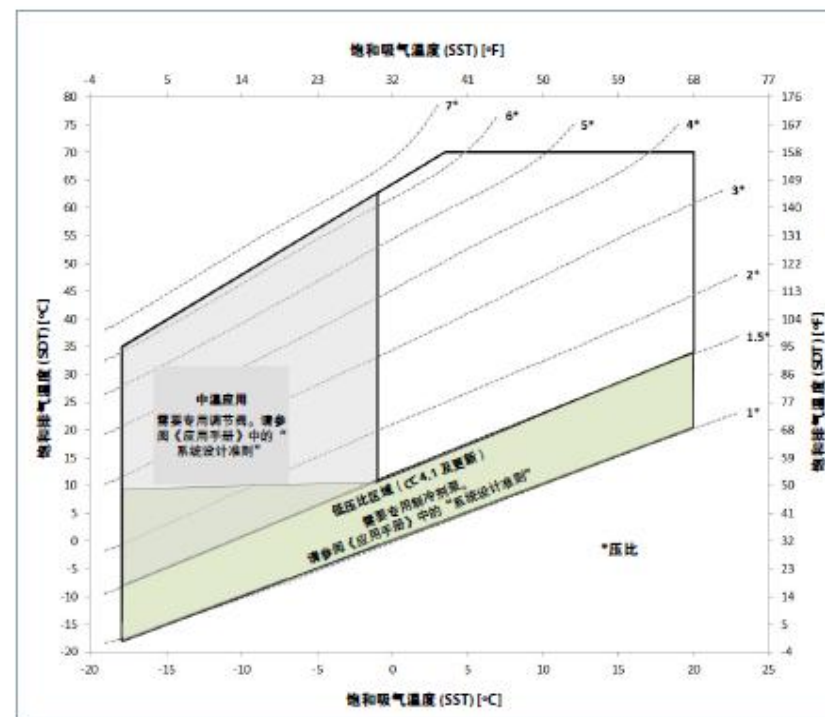
◆ 产品优势—**整机设计** **适用范围广**

- 源侧进水温度品位适应范围广（可适应 10°C -- 38°C ），对于可再生能源温度品位的适应性大幅提高
- 源侧在H2型 18°C ~ 38°C 工况下，用户侧出水水温均能达到 60°C 稳定运行，最高可达 65°C

高压比系列

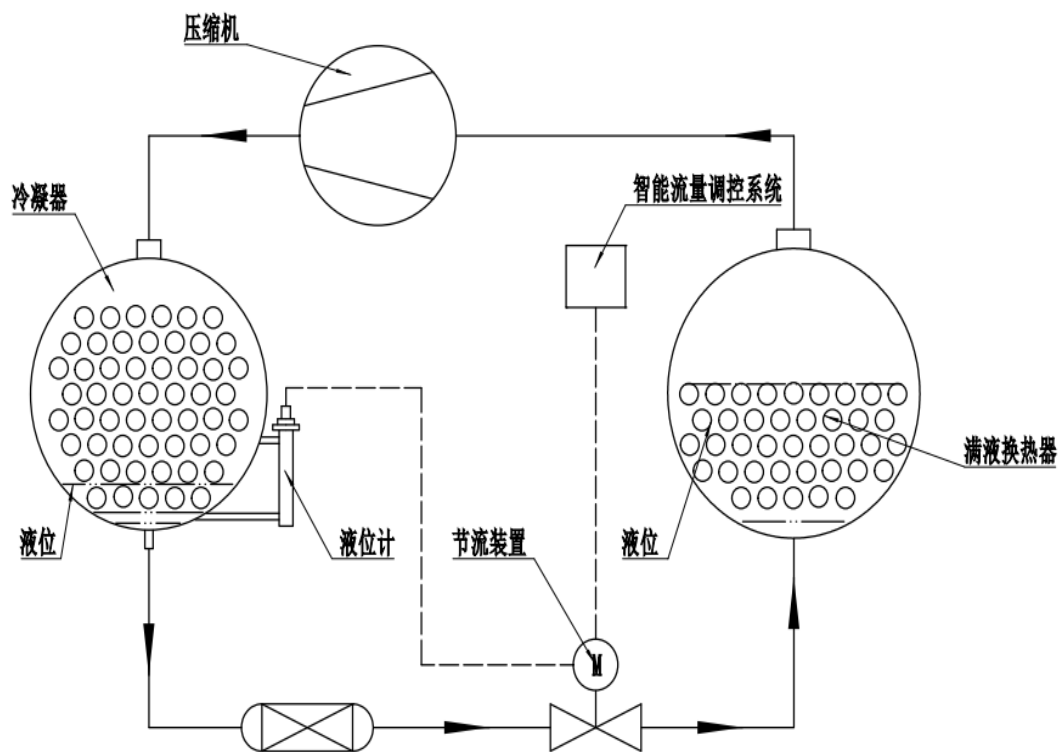


最高压力6.2



◆ 产品优势—整机设计

智能流量控制系统

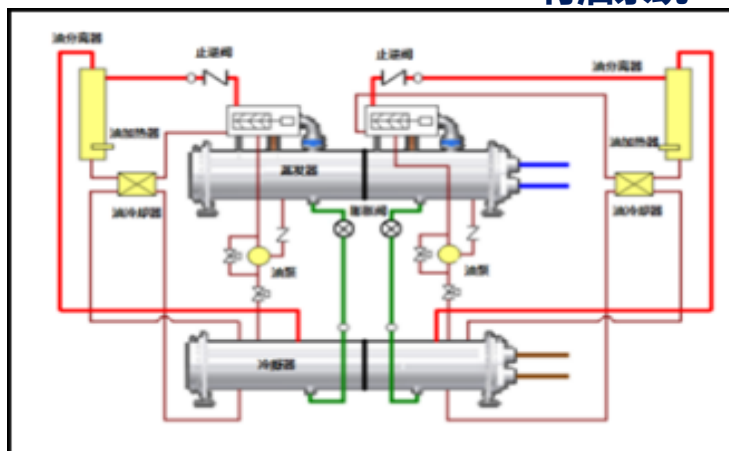


- 独特设计的制冷剂调控措施，保证机组在不同压比状态下流量稳定
- 调节灵敏，与变频压缩机随动，保证供液及时
- 液位控制精确，保证大压比下电机冷却可靠

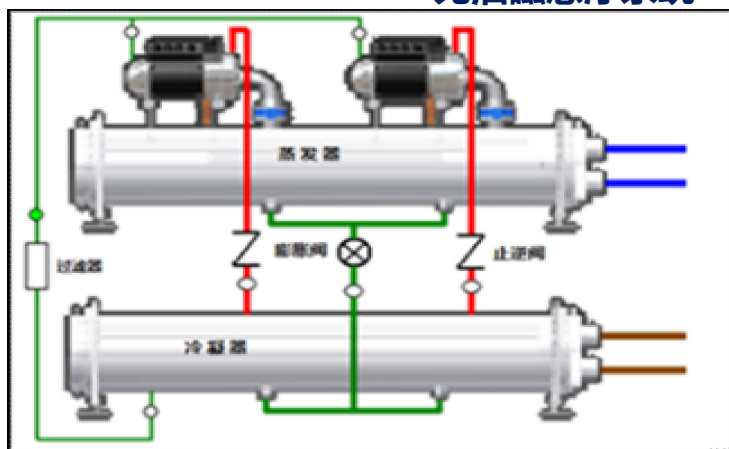
◆ 产品优势—整机设计

无油运行，系统简单，安全可靠

有油系统



无油磁悬浮系统



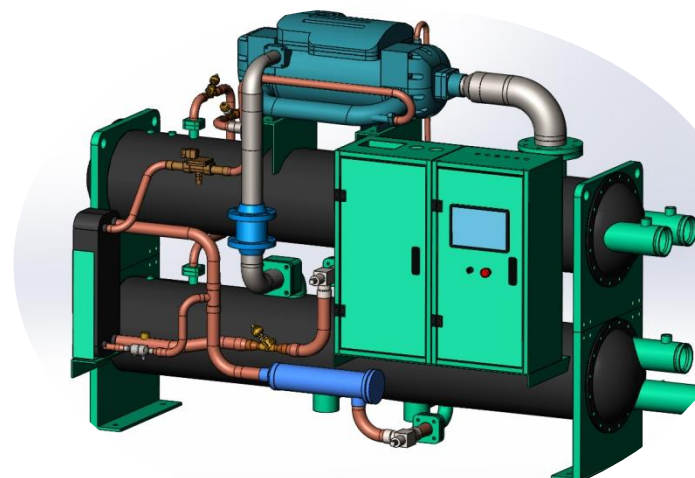
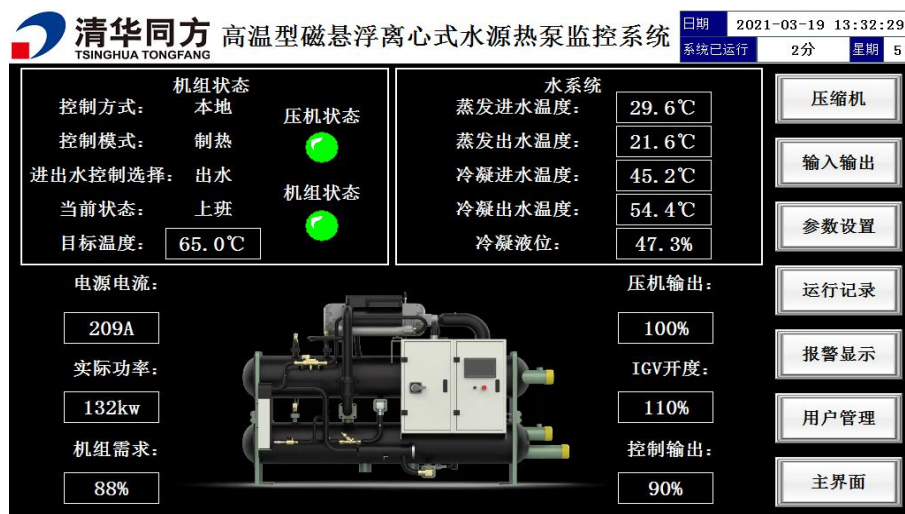
➤ 针对磁悬浮独特无油系统，对换热器管群结构优化设计，提升换热效率同时保障运行稳定

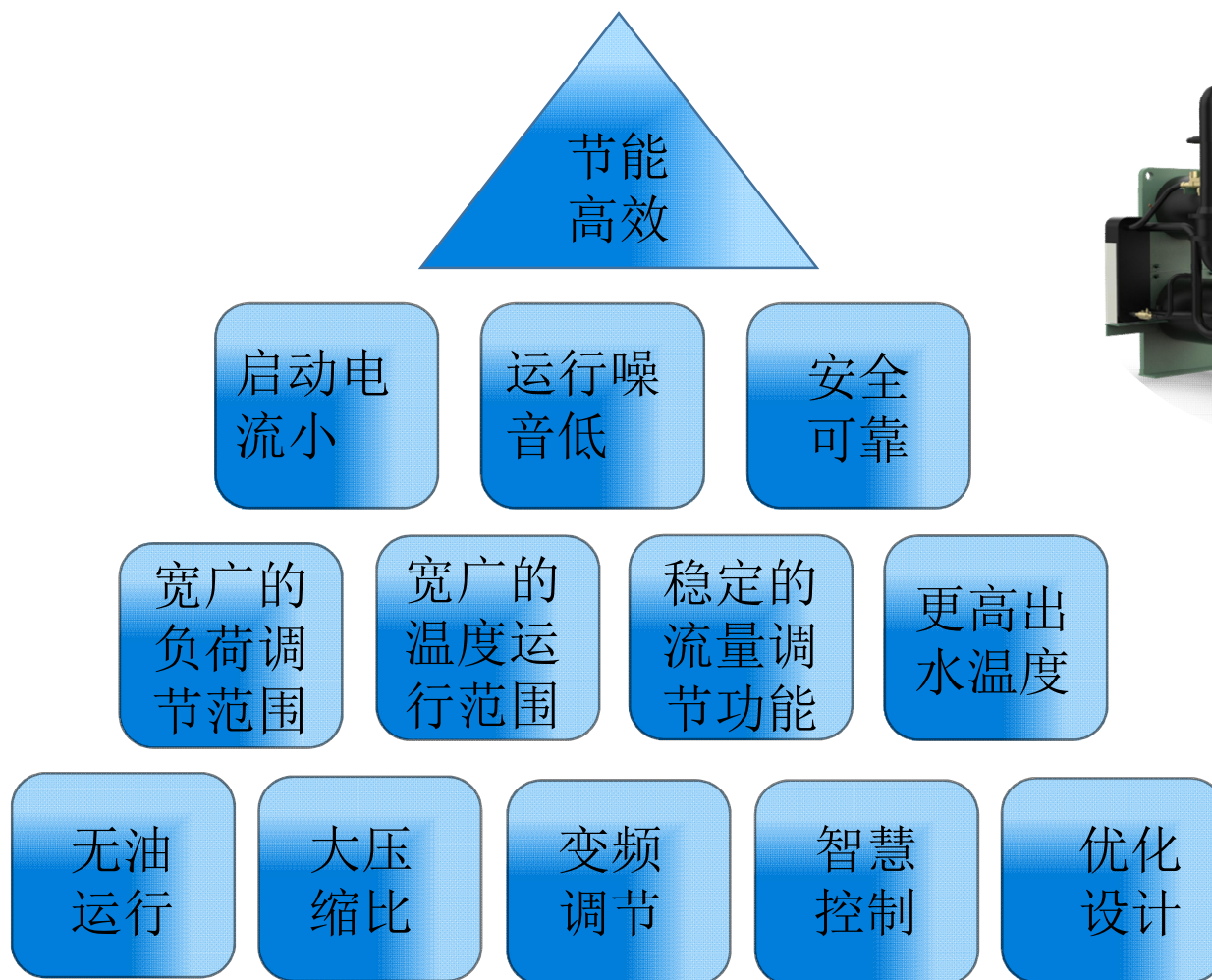
- 磁悬浮轴承实现了100%无油运行，只有一个主要运行部件，消除了油路系统、油冷系统和油路控制系统，简化了整机系统；降低了机械结构的复杂性，减少了维保成本；
- 润滑失效是传统压缩机最主要的失效模式，无油使得磁悬浮压缩机具有传统离心式压缩机无法比拟的可靠性。
- 系统中无润滑油，避免换热器中油膜覆盖在换热管上导致换热效率下降。

◆ 产品优势—整机设计

智能控制

- 多重调节控制技术和保护措施，保证机组在高压比工况下能够的柔性启停
- 采用工业级智能控制技术确保机组高效率稳定可靠运行
- 利用同方大数据技术不断优化控制算法提高机组适应性和稳定性





同方云控，随时在岗

清华同方云平台，提高运行可靠性和稳定性，降低维护投入

- **在线监测**—实时监测设备的各项运行参数、运行状态
- **远程控制**—随时实现异地远程开关机、温度设置、参数修改
- **故障处理**—实时监测设备故障报警情况，远程故障复位
- **节约人工**—动态监控、提前预判、远程处理，同步现场，减少差旅
- **服务管理**—实时定位跟踪设备，提供完备的线上线下服务
- **节能运行**—结合用户习惯及气候特点管理，实现节能运行



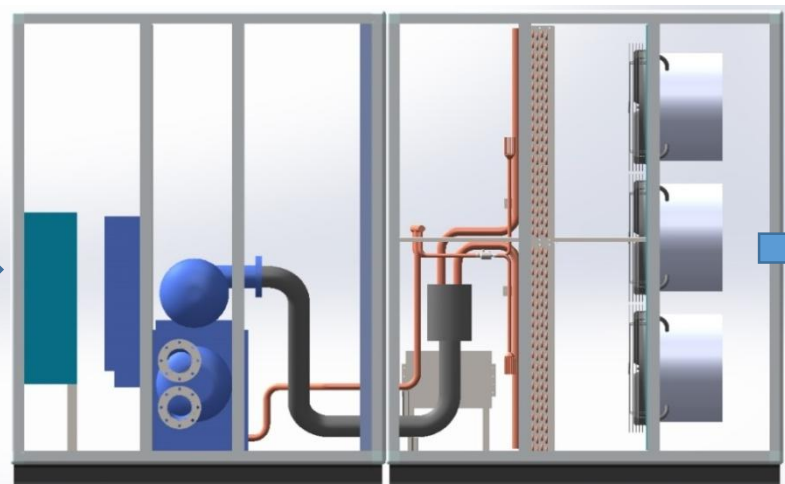


三、磁悬浮直膨式空调机组简介

清华同方 | 热泵节能 28 年

十三五国家科研课题之子课题：地铁环控系统高效节能设备研发

磁悬浮变频离心直膨式空调机组



进风段

压缩冷凝段

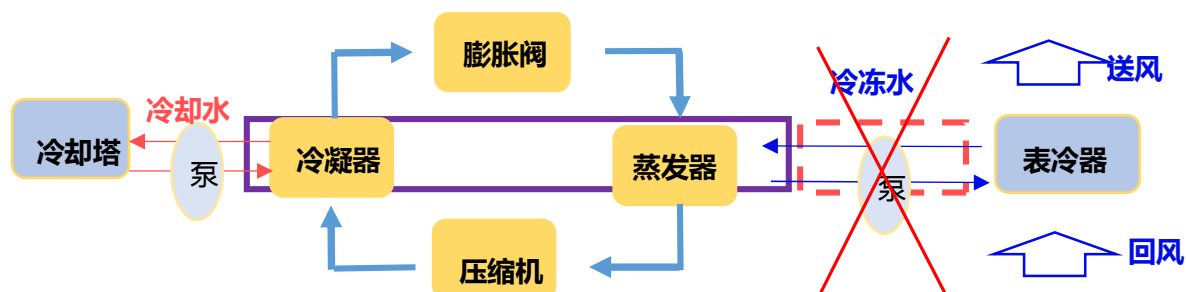
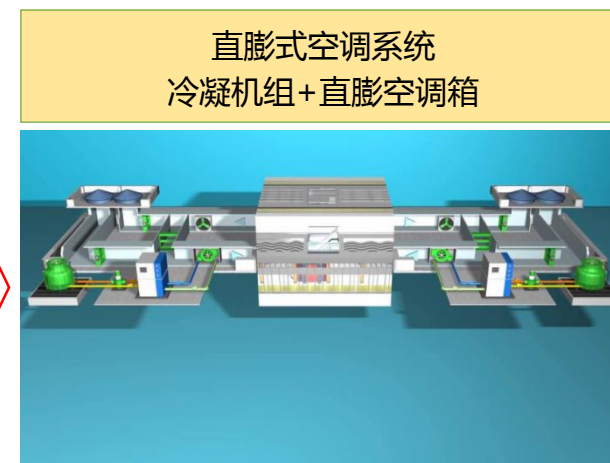
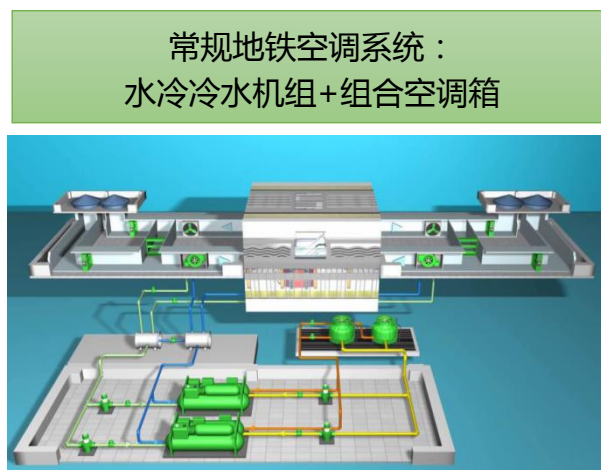
过滤段

蒸发段

送风段

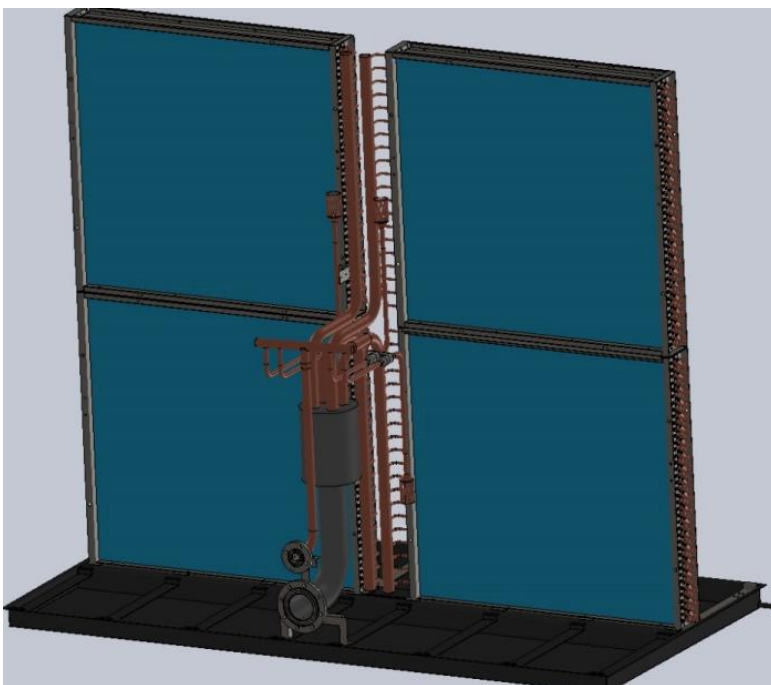
磁悬浮变频离心直膨式空调机组：应用于地铁站台

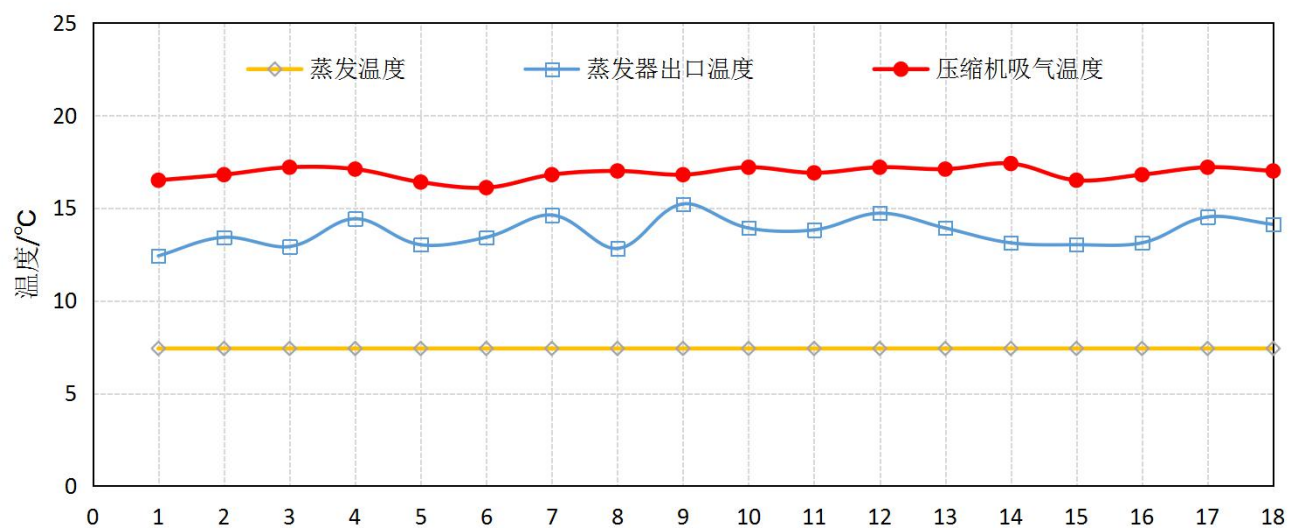
- 节能
- 节水
- 节地
- 调节灵活



蒸发器优化设计

- 多蒸发器并联设计
 - 支路分液均匀性
 - 膨胀阀的控制精度
 - 更换、维护方便

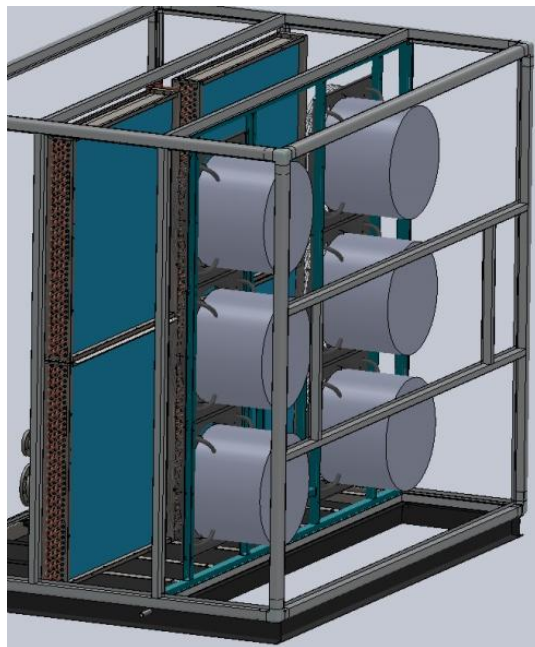




无蜗壳风机



EC风机墙



EC离心风机

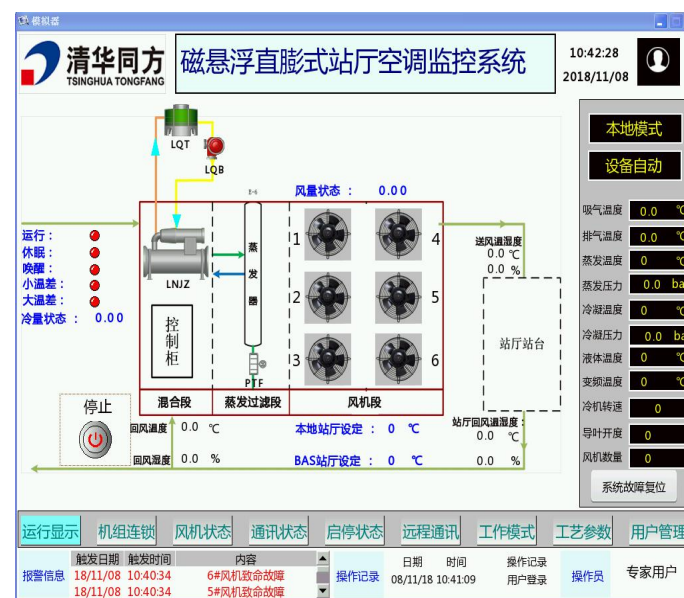
- 直流变频永磁电机
- 风机墙的形式
 - 均流分布
 - 能效高
 - 噪音低



节能控制策略

■ 全变频自动控制方案

- **压缩机节能控制策略**：以送风温度为调节对象，根据负荷变化趋势自动调节压缩机转速，保证稳定的送风温度；
- **风机变频节能控制策略**：以回风温度为调节对象，实时预测负荷，进行风量调节；
- 节能优化目标：最佳的送风量和送风温度，整机总能耗最低；
- 除湿能力自动修正：以站厅内湿度的变化，实时修正送风温度，确保更好除湿效果



四、总结

◆ 磁悬浮压缩机

- 无油无摩擦技术使得机组运行高效节能且长时间无衰减，低噪音低震动；结构简单紧凑，尺寸小，重量轻
- 免油路维护，故障率低
- 转速更高，制冷能力更强，尺寸更小
- 无回油系统可实现超低压比运行，也更适合多机头、长连管的分体系统
- 高压比压缩机使得磁悬浮技术适应更多应用场景，如高温出水
- 数字化技术实现精准控制，安全可靠

◆ 高温出水磁悬浮水源热泵机组

- 适用于暖气片供暖系统，满足传统供暖末端需求
- 适用于煤改电、气改电，清洁供暖工程
- 适用于老旧系统改造和扩容，仅改造热源和机房，室内末端不用改造，节省改造费用；机组尺寸较小，机房改造安装运输更方便、灵活
- 高效节能，运行费用低，经济性将越来越好

◆ 磁悬浮直膨式空调机组

- 系统简化，占地面积小，独立性强，广泛使用于地铁站厅、车站码头、商场超市、会馆影楼、行政大厅、门面店铺等等
- 安装简单、操作方便、维护量小
- 高效节能，运行经济，经济性将越来越好

2021

感谢聆听
Thanks



电话: 010-82378866

传真: 010-62341080

网址: www.thrh.com.cn

地址: 北京市海淀区王庄路1号清华同方科技广场B座21-22层

