



降膜壳管换热器的 应用及技术发展趋势

刘 斌

浙江英特科技股份有限公司

内容

01 优势

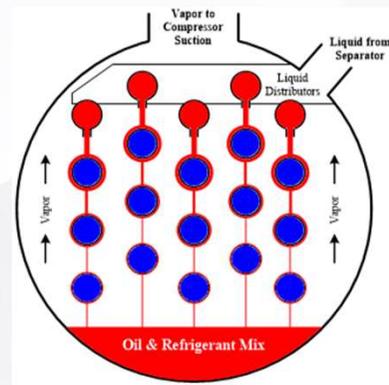
02 应用

03 设计思考

00

◆ 降膜换热器简介

- 降膜换热器最早应用于吸收式制冷机组
- 20年前特灵首先将降膜技术用于螺杆式冷水机组
- 今天，降膜换热器由于其高效、可靠、环保等优点已经被普遍地应用于各种中大型冷水及热泵机组



01

◆ 优点

充注量更少

充注量大大低于满液充注量，不但降低成本，也减少氟利昂对环境的负面影响

不易带液

液位相对于吸气口很低，液滴起飞高度大，带液可能性大大降低，从而减少压缩机液击风险，提高系统可靠性

性能更高

降膜式换热器为薄膜流动换热，换热效率高，总传热系数可达 $9000\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 以上

性能更稳定

- 降膜对机组安装的水平度相对不敏感
- 液位静液柱对蒸发压力的影响小

回油效率高

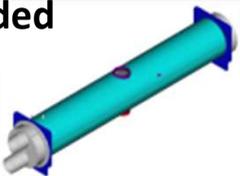
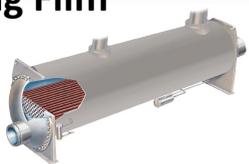
回油口位于满液区底部的富油区，富油结构设计让回油效率更高，降低机组失油风险

应用范围广

- 冷量范围大，最小冷量几十冷吨，最大几千冷吨；
- 不同的冷媒应用；
- 既可以用于冷水机组，也可以用于热泵机组、无油系统及ORC系统等

01

比较

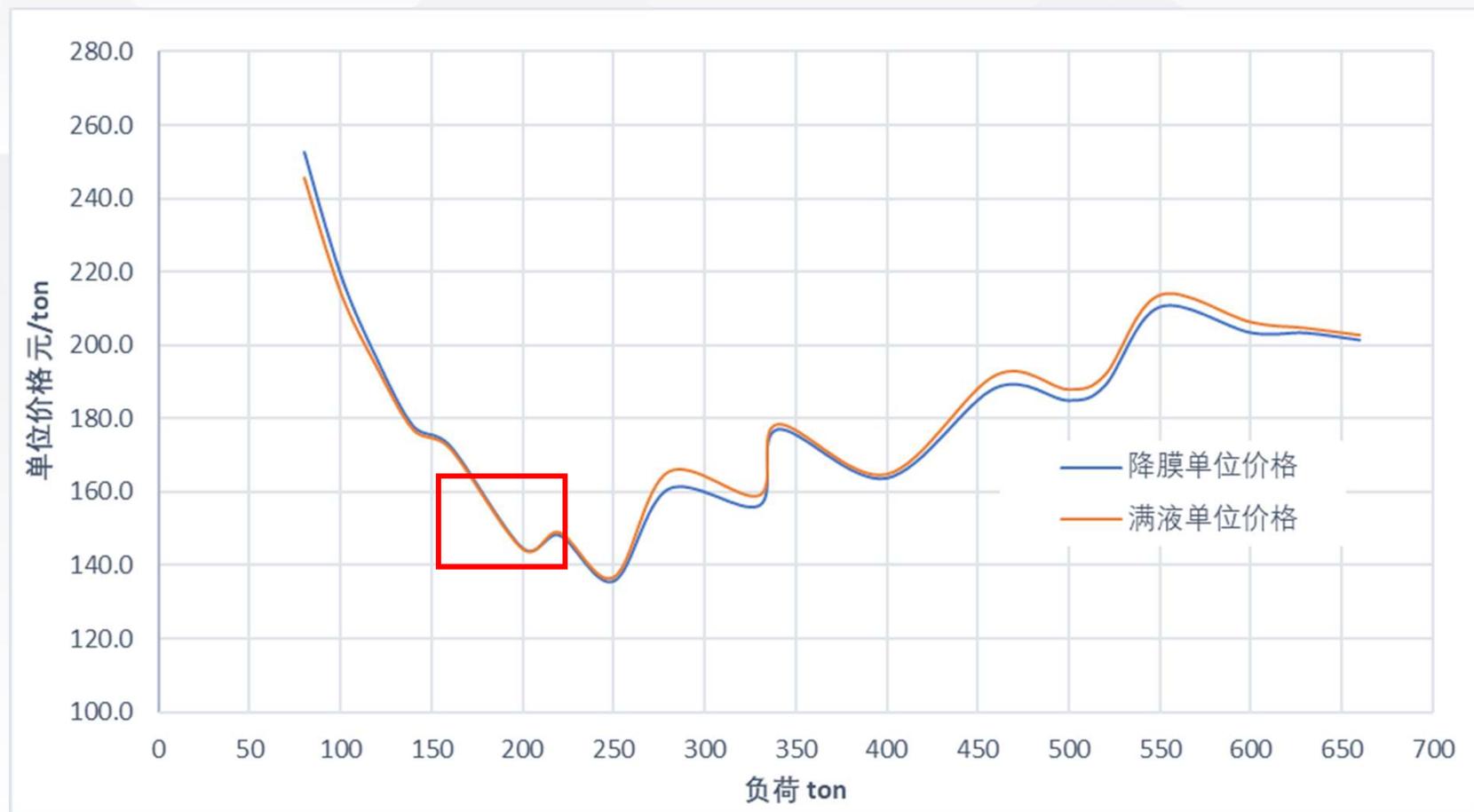
	性能	成本	充注量	可靠性	应用
DX 	●	●	●	●	广泛应用于中小冷量模块机和热泵机组，充注量少，直接回油，系统控制简单。
BPHE 	●	●	●	●	广泛应用于中小型冷水机和热泵机组，充注量少，结构紧凑，可直接回油。但容易发生脏堵、冰冻等问题
Flooded 	●	●	●	●	目前主要应用中大型冷水机组，换热系数高，回油难度大，充注量多，容易吸气带液。
Falling Film 	●	●	●	●	目前主要应用中大型冷水机组，可以应用于热泵机组，性能好，回油方便，充注量较少，分配器设计复杂。

未来理想的换热器特点：

高性能、高可靠性、低冷媒充注量、低单位性能成本

01

比较



价格平衡点主要由制冷剂价格影响，还有性能要求、系统设计等因素，要考虑产品生命周期成本



常规空调应用	风冷热泵专用	磁悬浮专用	大型离心机用	ORC专用蒸发器	特殊应用
专利两相分配器 降膜高效铜管 独特富油区设计 塑料管箍保护 液位控制接口 高效标效两种规格 系统回油设计支持	专利热泵应用结构 双工况高效管 独特富油区设计 塑料管箍保护 液位控制接口 换热端温差小于2℃ 系统回油设计支持	专用两相分配器 降膜高效铜管 磁悬浮专用布管设计 塑料管箍保护 独特吸气挡板设计防止带液 高效标效两种规格 换热端温差小于1℃	大型专用两相分配器 多次分配设计 降膜高效铜管 塑料管箍保护 换热端温差小于0.5℃ 单台最大冷量可到3000ton 系统设计支持	适用热水蒸汽两种热源 降膜高效铜管 独特富油区设计 塑料管箍保护 高温工况设计 单台最大负荷可达10MW 系统设计支持	污水源/地源热泵 海水源 稀硫酸等腐蚀介质 新环保冷媒 防腐蚀高效管材 独特布管设计 系统设计支持

磁悬浮冷水机组

近年来，磁悬浮无油冷水机组由于其特有的优点如高效节能、低噪音低震动、低维护费用、体积小等受到市场的青睐，市场占有率持续提高，在高档酒店、节能改造等场所得到越来越多的应用。

目前市场上大部分的磁悬浮机组仍采用满液式蒸发器，满液式蒸发器设计并不能和磁悬浮机组的上述优点及特点完全匹配，导致磁悬浮机组没有完全发挥其无油高效稳定的优点。



降膜解决方案

采用磁悬浮无油机组专用降膜蒸发器代替现有的满液式蒸发器，可大幅减少制冷剂充注量并提高系统性能及稳定性，主要优点如下：

- 降膜换热器的制冷剂充注量大大低于满液充注量，一般系统充注量至少可以减少20%以上，不但降低成本，也减少氟利昂对环境的破坏；
- 降膜式换热器传热系数更高，最小端温差可以做到0.5℃以内，可以提高机组能效或者降低成本；
- 降膜换热器满液区少且位于底部，液滴起飞高度大，吸气带液可能性大大降低，从而减少压缩机液击风险，提高系统可靠性；
- 降膜蒸发器在部分负荷时性能更出色，提高机组IPLV值（需要更多测试数据验证）；

硫酸直进冷水机组

铝型材氧化的生产工艺流程中，同时存在加热和冷却工艺，电泳前热纯水洗、碱蚀和中温封孔等工艺环节需要加热，氧化、着色和电泳等工艺环节需要冷却。因为氧化等工艺槽内为15%~20%左右浓度的稀硫酸溶液，具有腐蚀性，目前工艺冷却方式主要采用冷冻机组加中间换热板换来实现，主要存在问题：因为增加了中间换热器，整个冷却系统效率较低，系统比较复杂，占地面积大等。



降膜解决方案

采用稀硫酸直进降膜换热器代替现有的干式壳管换热器或满液式换热器，可大幅提高机组制冷效率效率，主要优点如下：

- 采用耐稀硫酸腐蚀的特殊材质换热管，管材经过长时间的稀硫酸耐腐蚀加速寿命试验；
- 提高换热效率，换热端温差可以做到2℃以内，极大提高系统效率；
- 因为采用特殊管材，管子数量增加，换热器筒体增大，相比满液，降膜换热器充注量更少；
- 降膜换热器满液区少且位于底部，液滴起飞高度大，吸气带液可能性大大降低，从而减少压缩机液击风险，提高系统可靠性；
- 底部富油结构设计，回油效率更高，降低系统失油风险；

大型风冷热泵

近几年随着北方煤改电进程的不断深入，中大型风冷热泵也迎来发展机遇，但这类机组在气温偏低且相对湿度较高的地区制热运行时还不太理想，效率偏低、成本偏高、可靠性等问题限制了大型风冷热泵市场的进一步发展。

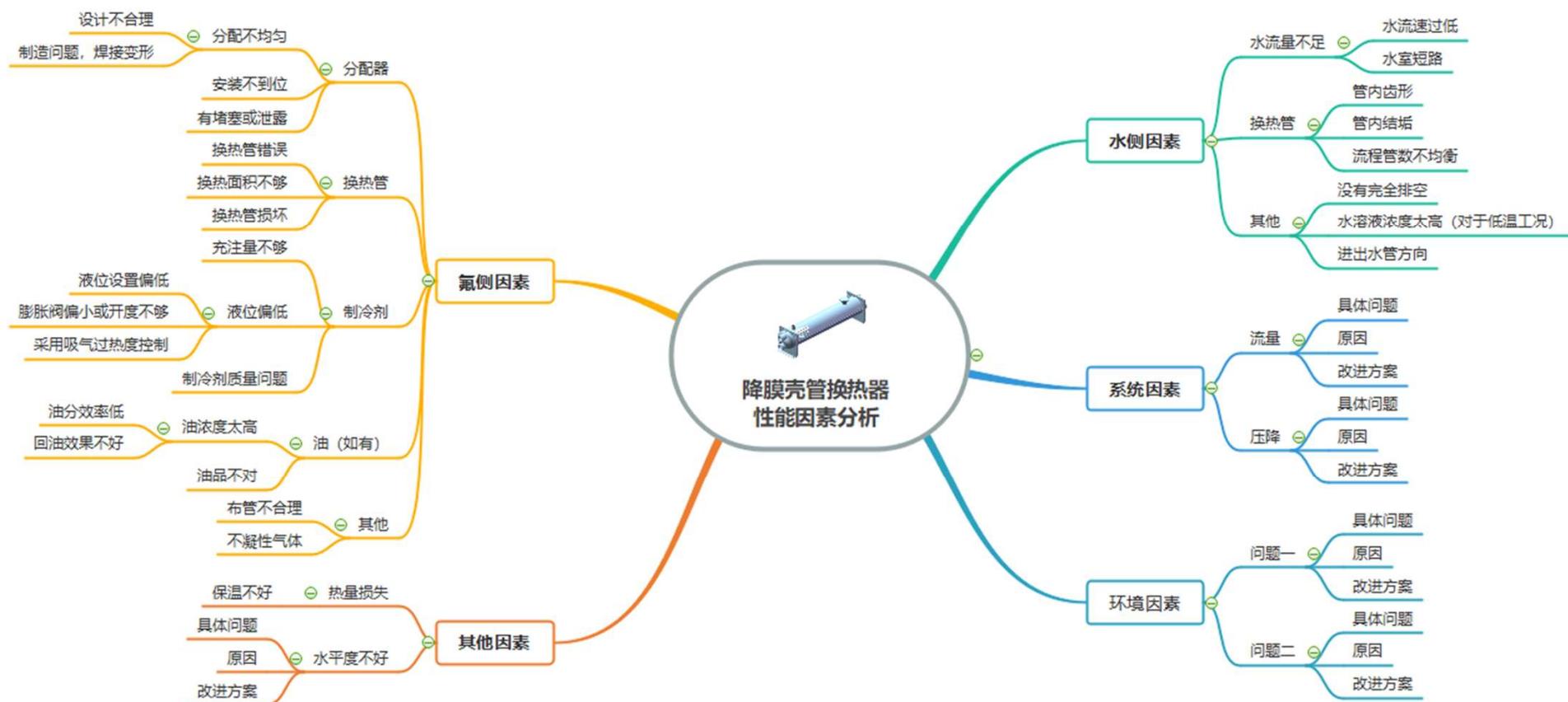
按照新的GB19577能效标准，风冷热泵要达到二级能效，能效比要达到3.2以上，一级能效比要达到3.4以上，目前市场上大部分采用干式蒸发器的风冷螺杆热泵产品是很难达到的。



降膜解决方案

采用英特专利降膜换热器代替现有的干式壳管换热器或满液式换热器，可大幅提高风冷热泵的制冷制热效率，主要优点如下：

- 降膜换热器制冷时作为降膜蒸发器，制热时作为降膜冷凝器，是最高效的换热器选择；
- 无论是制热还是制冷工况，换热端温差都可以做到2℃以内，极大提高系统效率；
- 降膜换热器充注量少，同时换热器本身可以作为储液器，适应制冷制热两种工况下的制冷剂充注量的变化；
- 专利结构满足制冷制热时系统回路的切换；
- 提供系统回油、回路切换等相关系统设计解决方案；



降膜换热器的性能影响因素很多，除了自身设计问题，还有系统和外部因素

分配器

- 均匀性（两个维度）
- 换热管的润湿（分配孔大小、孔间距）
- 装配要求
- 性能/成本的均衡
- 二次分配器

布管设计

- 管排数的选择（供液量、热流密度等）
- 气流通道
- 满液区布管比例（纯降膜的误区）

用降膜的机组充注量相对满液的机组减少值：

X*Y*比例系数

- X：降膜换热器相对满液减少值 30%~50%
- Y：蒸发器占整个机组充注量比例 45%~55%
- 比例系数：根据系统及运行范围考虑

充注量影响因素：

- 满液区布管比例
- 长径比
- 系统设计
- 充注量优化实验

03

◆ 设计思考 - 其他

液位控制

回油设计 (方式、油平衡)

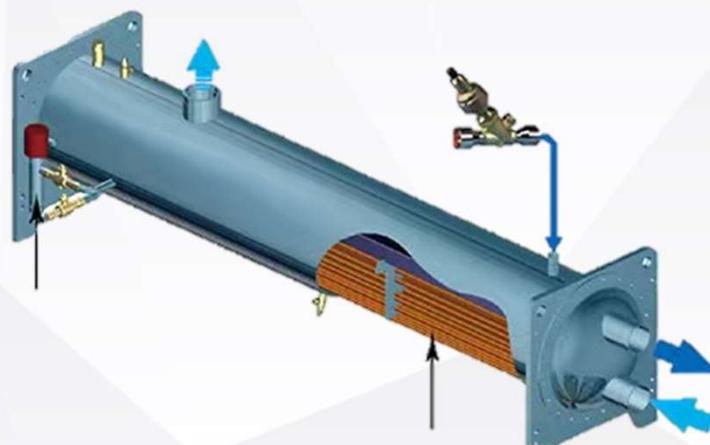
吸气挡板

供液及吸气位置

水平度影响 (<25mm)

进出水方向

新环保冷媒的应用



谢谢聆听!

成为领先的换热系统解决方案提供者!

