

AOWID 奥威制冷



NH₃/CO₂复合制冷关键技术和装备

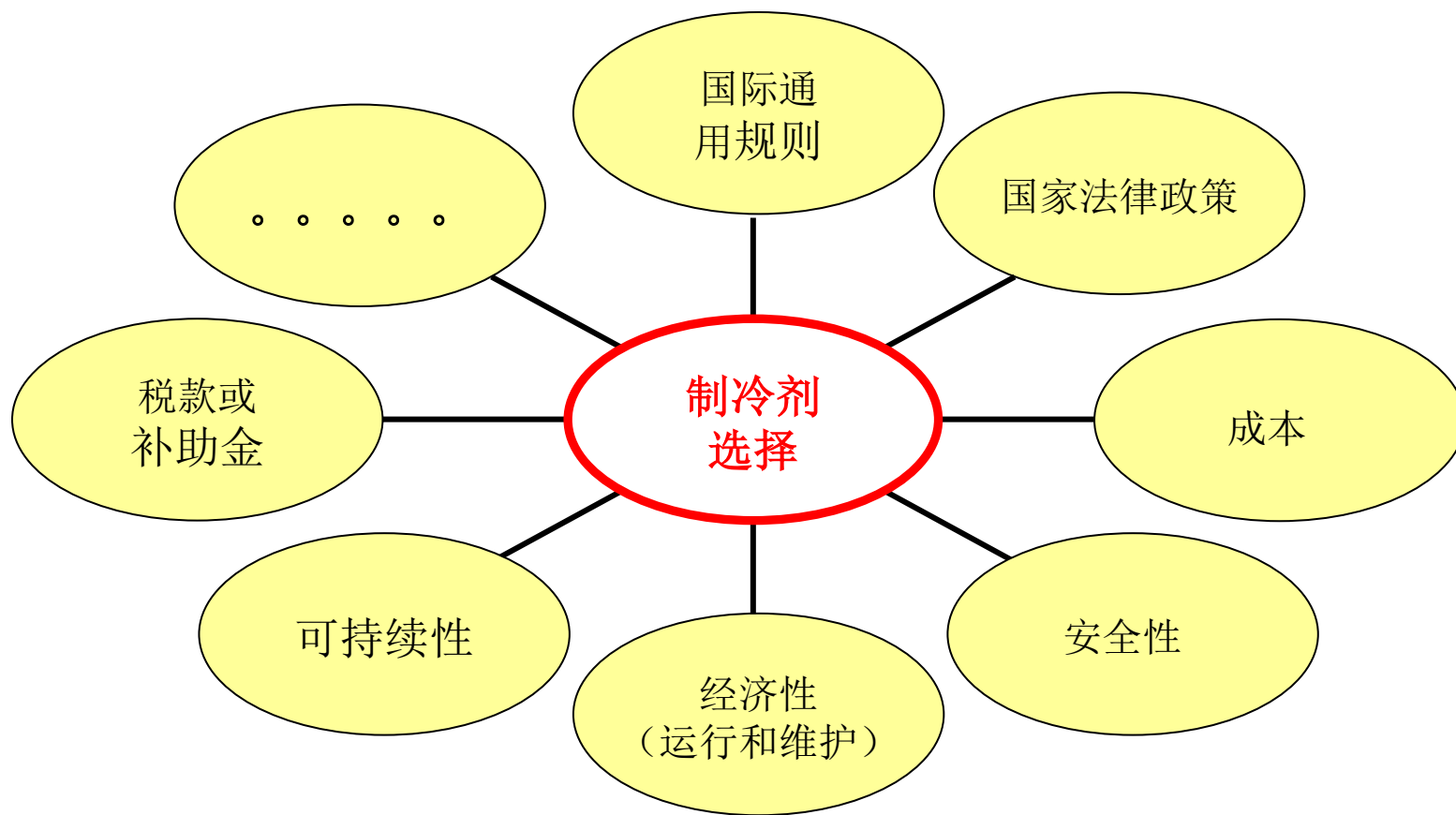
分享：宁会锋

提要

- 一、关于制冷剂
- 二、NH₃/CO₂复合制冷循环
- 三、奥威开启式氨螺杆制冷压缩机
- 四、奥威CO₂亚临界半封闭螺杆制冷压缩机
- 五、板壳式换热器
- 六、不锈钢管/铝翅片换热器
- 七、新概念的CO₂制冷工程

一、关于制冷剂

考虑因素



一、关于制冷剂

关于国际条约

基加利修正案核心 从法律意义上规定HCFCs类制冷剂消减淘汰时间表

中国等主要发展中国家,自 2024 年开始冻结, 2029 年削减 10%,最终 2045 年实现削减 80%;对于印度、沙特等少部分发展中国家,2028 年实现冻结,2032 年削减 10%,最终到 2047 年实现削减 85%。

表 6 发展中国家 HFCs 限控时间

国家类别	主要发展中国家 (中国等)	少部分发展中国家 (印度、沙特、巴基斯坦等)
基线	100% HFCs 3 年均值 (2020—2022) +65% HCFCs 基线	100% HFCs 3 年均值 (2024—2026) +65% HCFCs 基线
削减进度	2024:冻结 2029:10% 2035:30% 2040:50% 2045:80%	2028:冻结 2032:10% 2037:20% 2042:30% 2047:85%

注:1)均以 CO₂ 当量进行计算;

2)HCFCs 基线=2009—2010 的 HCFCs 均值

一、关于制冷剂

选择的成本（经济和时间）

- ◆安全评估成本
- ◆环境评估成本
- ◆消防验收成本
- ◆日常监管成本
- ◆配额申请成本
- ◆寿命周期成本（ODP和GWP）

这些成本是刚性的，需要引起足够重视，慎重选择

一、关于制冷剂

冷冻冷藏行业选择：NH₃/CO₂

NH₃

- ◆ 自然工质
- ◆ ODP=0
- ◆ GWP=0

CO₂

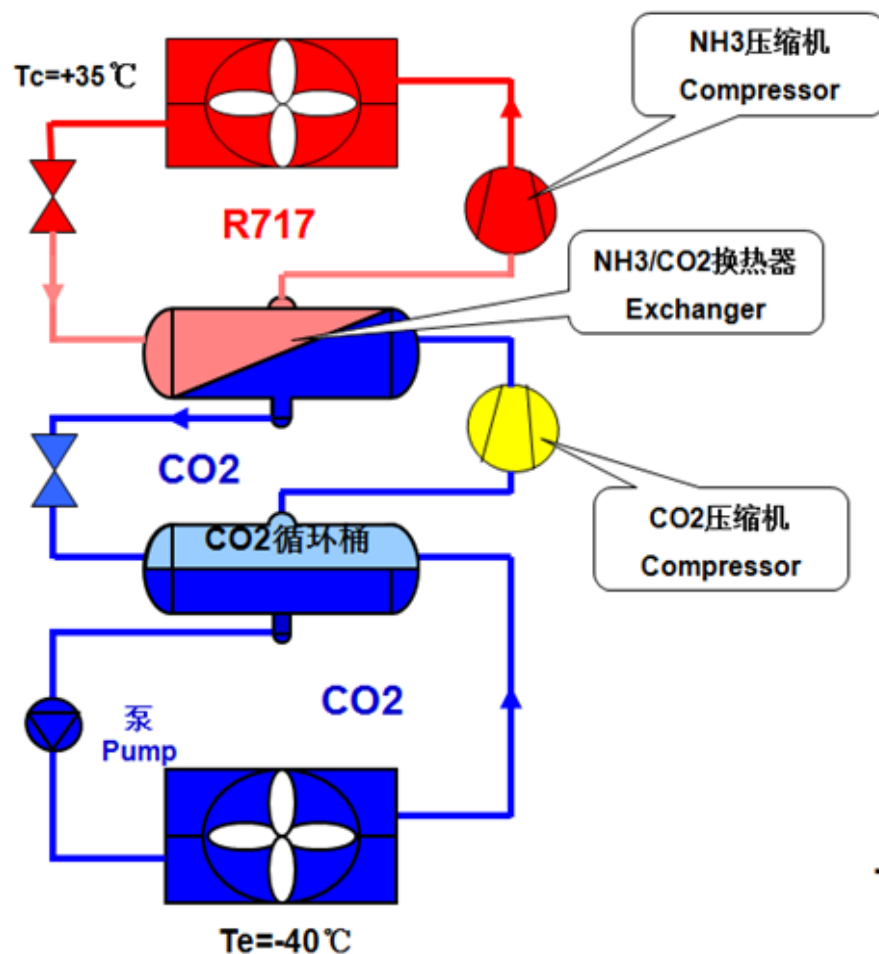
- ◆ 自然
- ◆ ODP=0
- ◆ GWP=1 0? -1?

- 不在末端
- 小充注量
- 足够重视

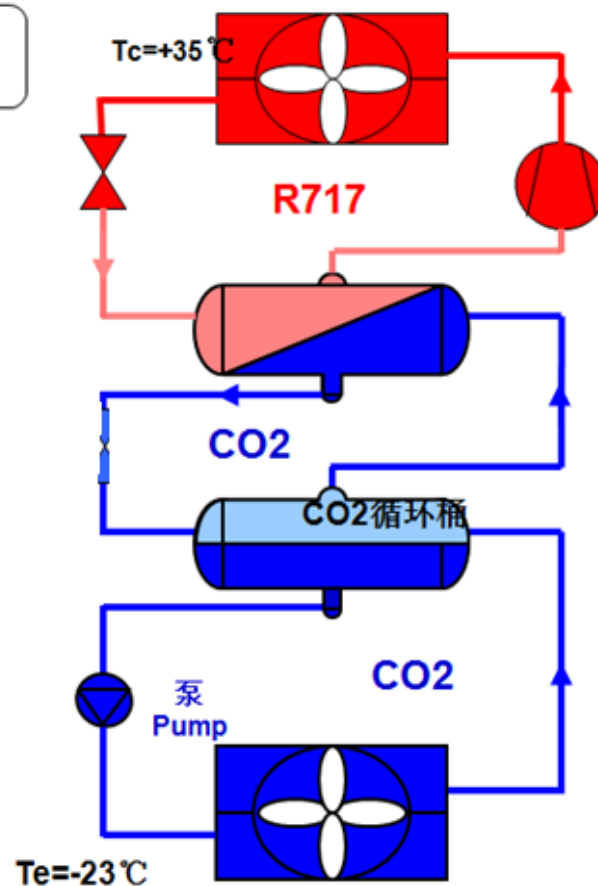
- 更高的压力
- 洁净度
- 无毒，但是。。。

二、NH₃/CO₂复合制冷——循环

复叠循环



载冷剂循环



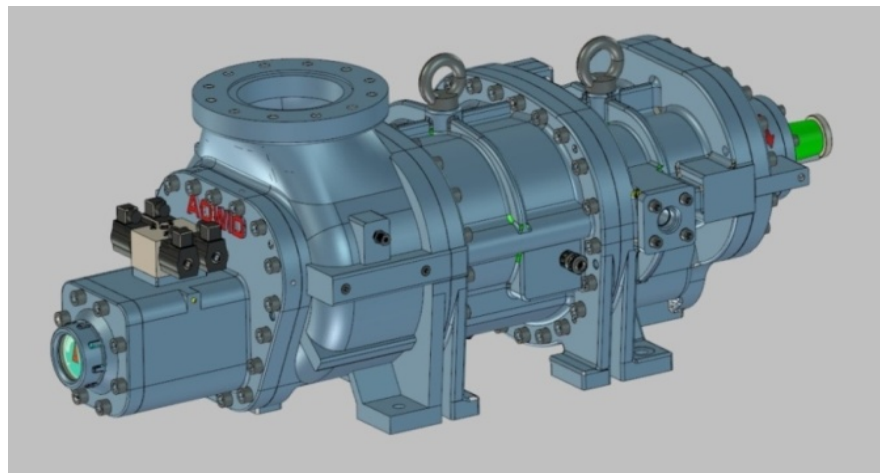
二、NH₃/CO₂复合制冷——关键设备

关键设备

- ◆ 制冷压缩机
- ◆ CO₂冷凝器
- ◆ CO₂蒸发器（空气冷却器）

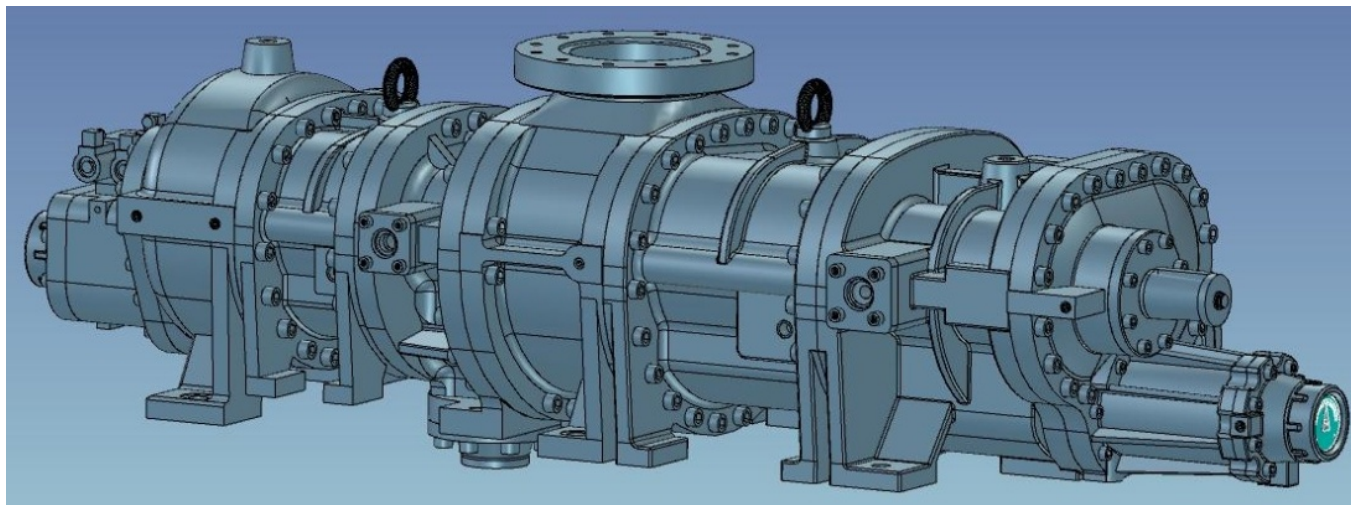
三、开启式氨螺杆制冷压缩机

奥威：单级



三、开启式氨螺杆制冷压缩机

奥威：单机双级



09:41

AOWID 奥威制冷

三、开启式氨螺杆制冷压缩机

奥威开启式单级螺杆压缩机使用条件

制冷剂	R717 (NH ₃)	
最高排气压力//饱和温度.	Bar(A) / °C	19.81 / 49
最高吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	6.59 / 12
最低吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	0.55/ -45

奥威开启式单机双级螺杆压缩机使用条件

制冷剂	R717 (NH ₃)	
最高排气压力//饱和温度.	Bar(A) / °C	19.81 / 49
最高吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	1.52 / -25
最低吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	0.30/ -55

三、开启式氨螺杆制冷压缩机

开启式单级螺杆制冷压缩机系列型谱（R717）

规格型号	理论排量 m ³ /h (@2970rpm)	制冷量 kW (@-15/30℃)	制冷量 kW (@-35/35℃带经济器)
SRC12M	289	154	64
SRC12L	340	181	75
SRC16S	423	232	100
SRC16M	606	334	143
SRC16L	720	396	170
SRC20S	845	479	207
SRC20M	1139	646	279
SRC20L	1346	773	334
SRC25S	1854	1053	461
SRC25M	2321	1323	579
SRC25L	2875	1639	717

三、开启式氨螺杆制冷压缩机

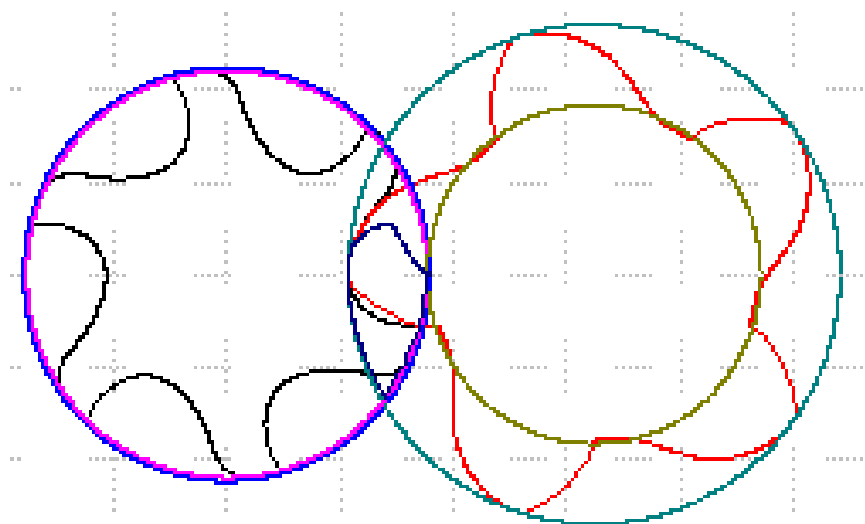
开启式单机双级螺杆制冷压缩机系列型谱（R717）

规格型号	额定转速 rpm	低压级理论排量 m ³ /h	高压级理论排量 m ³ /h
SRC1210MS	2970	289	145
SRC1210LS	2970	340	145
SRC1612MS	2970	606	240
SRC1612LS	2970	720	240
SRC1612LM	2970	720	289
SRC2016MS	2970	1139	423
SRC2016LS	2970	1346	423
SRC2016LM	2970	1346	606
SRC2520MS	2970	2321	845
SRC2520LS	2970	2875	845
SRC2520LM	2970	2875	1139

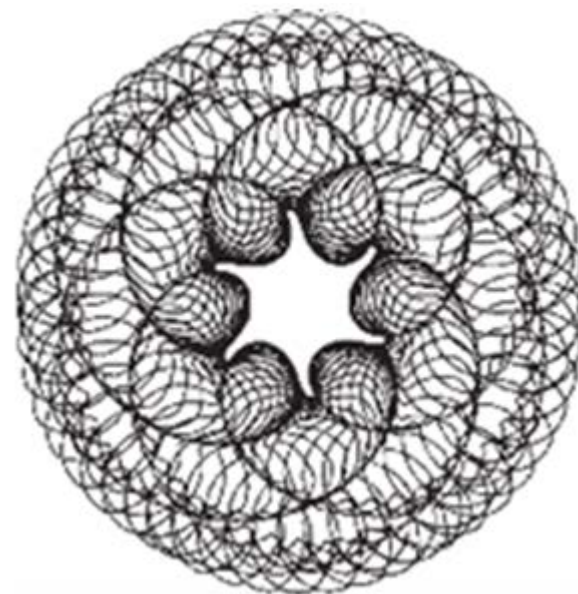
三、开启式氨螺杆制冷压缩机

型线：双边非对称圆弧及圆弧包络线（5+6齿）

奥威开启式螺杆转子型线

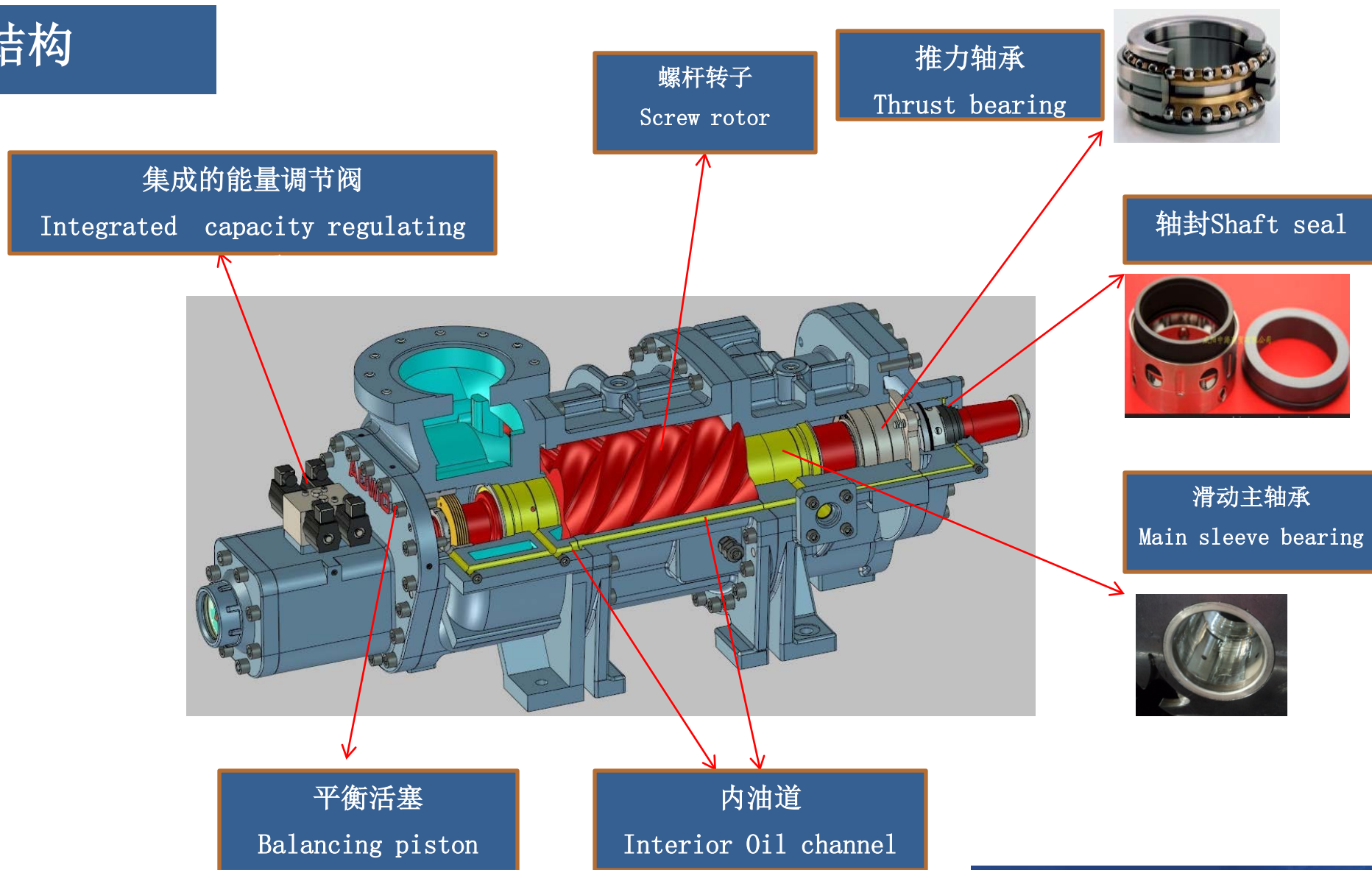


阳转子对阴转子的包络示意



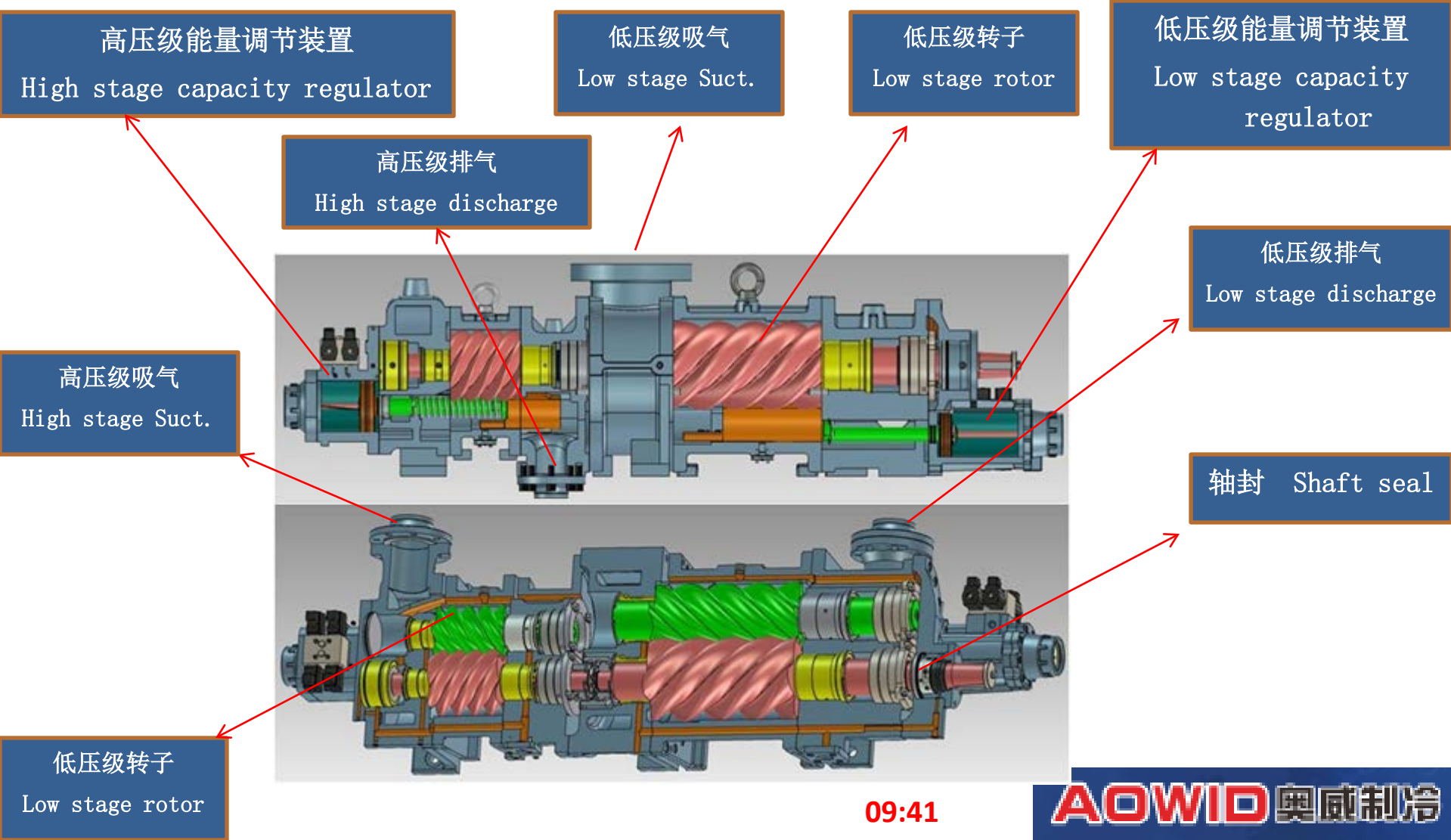
三、开启式氨螺杆制冷压缩机

结构



三、开启式氨螺杆制冷压缩机

奥威：单机双级



四、奥威半封闭CO₂螺杆制冷压缩机

设计定位

- ◆可靠性：半封闭式
- ◆高效率：非吸气冷却、变频电机
- ◆设计压力：可运行CO₂热气融霜工况
- ◆使用范围：可用于低温冷藏库



四、奥威半封闭CO2螺杆制冷压缩机

奥威半封CO2螺杆压缩机使用条件

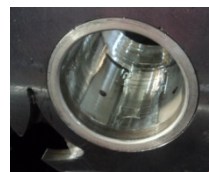
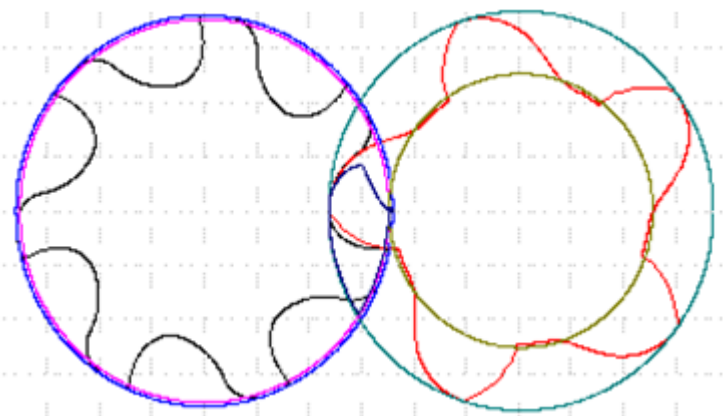
制冷剂	R744 (CO ₂)	
最高排气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	47.3 / +12
最高吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	19.7 / -20
最低吸气压力//饱和温度	Bar(A) / °C	6.0/ -53

奥威半封闭CO2螺杆制冷压缩机型谱

规格型号	HSC12		HSC16		HSC20	
电机额定功率kW	75		135		250	
频率	50Hz	70Hz	50Hz	70Hz	50Hz	67Hz
理论排量m ³ /h	145	200	289	400	600	800
制冷量 kW	200	248	410	510	860	1030
	(@-45/-19°C)	(@-45/-11°C)	(@-45/-19°C)	(@-45/-11°C)	(@-45/-19°C)	(@-45/-11°C)

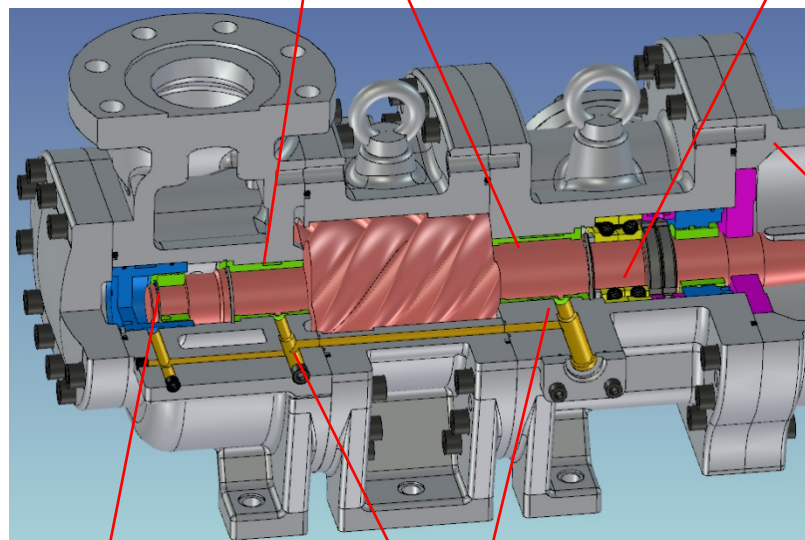
四、奥威半封闭CO₂螺杆制冷压缩机

螺杆转子型线
双边非对称圆弧及圆弧包络线



滑动
主轴承

推力轴承



连接体

平衡活塞

内油道

四、奥威半封闭CO₂螺杆制冷压缩机

CO₂螺杆半封电机

- ◆ 制冷剂热虹吸冷却
- ◆ 高效、变频
- ◆ 发明专利

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



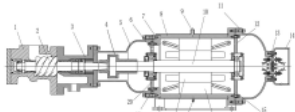
(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103532308 B
(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201310523067. 9
(22) 申请日 2013. 10. 30
(73) 专利权人 吴家伟
地址 264100 山东省烟台市牟平区沁水工业园金埠大街 199 号
(72) 发明人 吴家伟 宁会峰 张永立 于建东 徐志伟 徐琳琳 孙小亮 曲玲秀
(74) 专利代理机构 烟台双联专利事务所(普通合伙) 37225
代理人 梁翠荣
(51) Int. Cl.
H02K 9/19(2006. 01)
F04C 23/02(2006. 01)
(56) 对比文件
CN 102352842 A, 2012. 02. 15, 说明书 0012-0013 段, 附图 1-3.
CN 102352842 A, 2012. 02. 15, 说明书 0012-0013 段, 附图 1-3.

(54) 发明名称
一种制冷剂液体冷却电机的半封螺杆压缩机
(57) 摘要

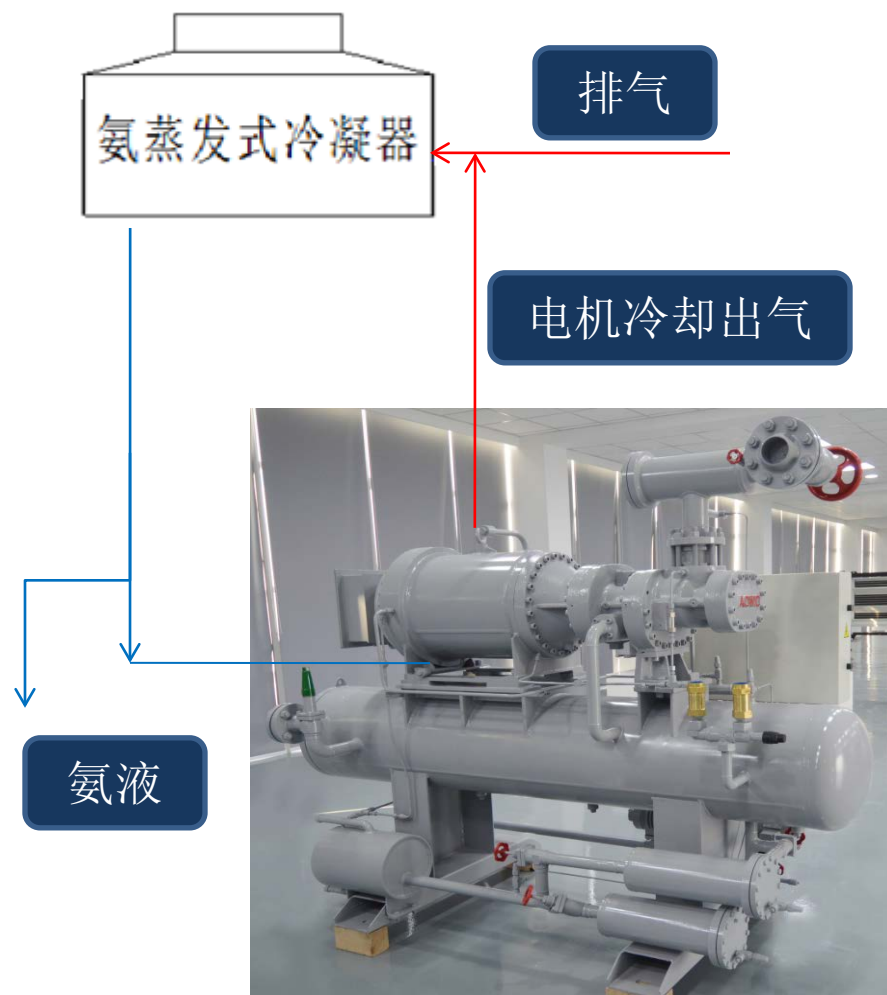
本发明属于一种制冷剂液体冷却电机的半封螺杆压缩机。所要解决的问题就是背景技术存在的：吸气冷却电机的半封螺杆压缩机，存在减少吸气量、压缩机制冷性能系数降低问题。解决该技术问题所采用的技术方案要点是：电机壳外面设置制冷剂液体冷却夹套，制冷剂液体冷却夹套上设置进口和出口；中间体两端联接排气端座和电机壳形成密封，封头两端联接电机壳和接线板形成密封；固定在电机壳两端的前轴承座和后轴承座上的轴承联接电机轴的两端，前轴承座开有均压口，后轴承座开有穿线孔；前轴承座和电机壳之间设置密封件。应用于螺杆压缩机。



权利要求书1页 说明书3页 附图5页



电机热虹吸冷却流程原理

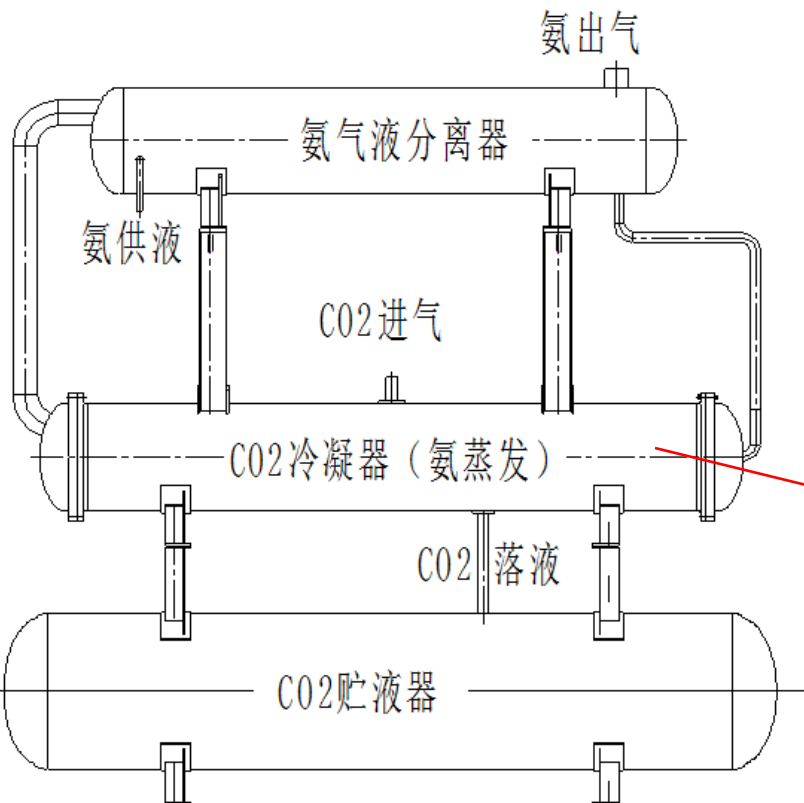


09:41

AOWID 奥威制冷

五、板壳式换热器

传统壳管式CO2冷凝器



壳管式存在的弊端

- ◆ 体积庞大，尤其是高度尺寸
- ◆ 氨充注量大带来的风险
- ◆ 换热管材料和焊接导致的泄漏风险

CO2泄漏，与氨生成氨基甲酸铵
 $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{CONH}_2$

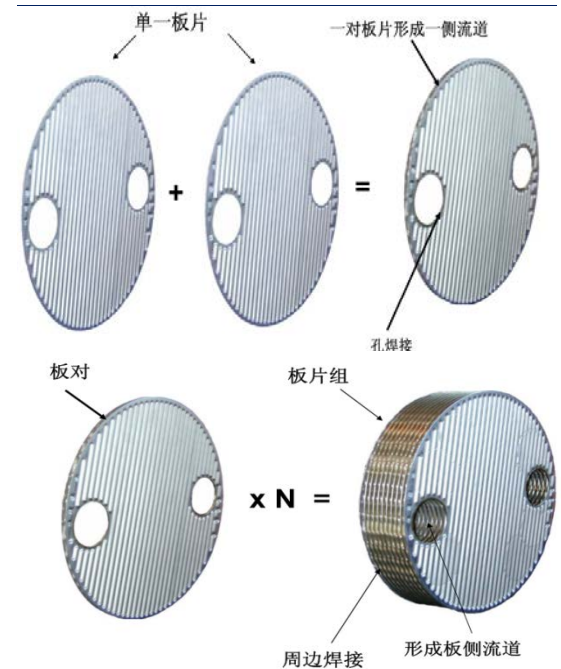
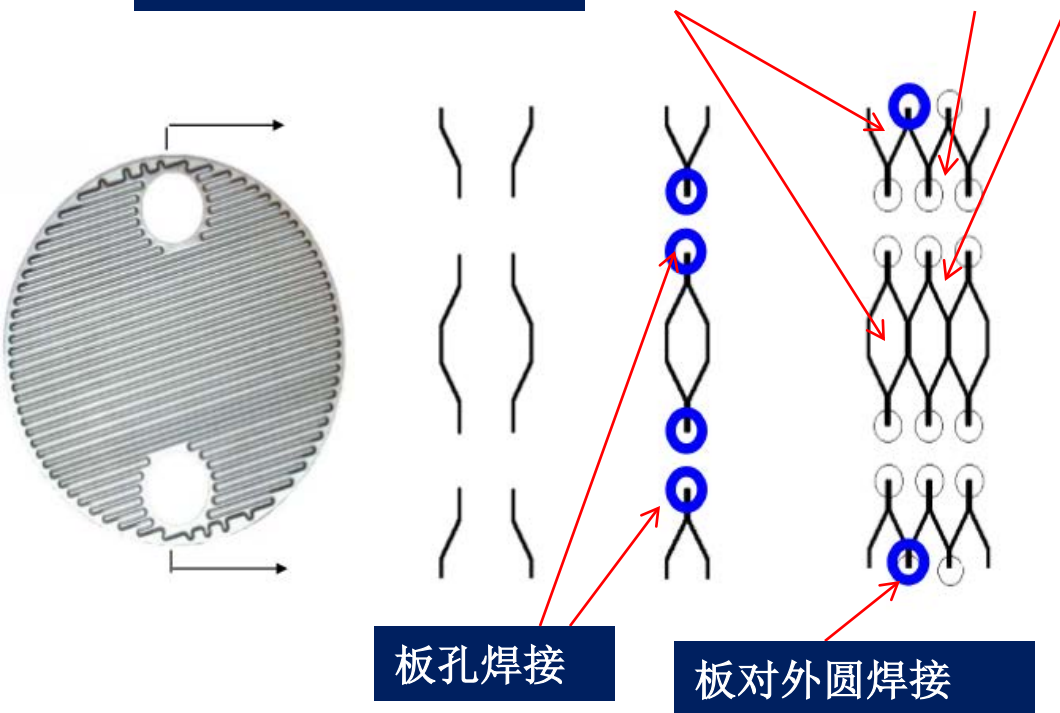


五、板壳式换热器

板束结构和原理

板组外侧（壳侧）

板组内侧（板侧）



板束

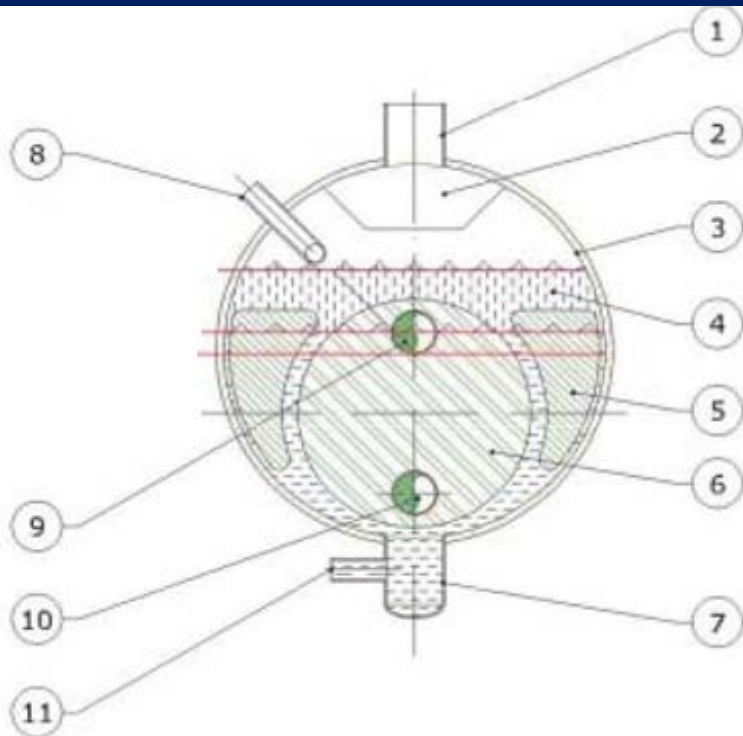


成品



五、板壳式换热器

最新研发的满液式CO2冷凝器



- | | |
|----------|-----------|
| 1. 氮出气管 | 2. 气分装置 |
| 3. 壳体 | 4. 氨液位 |
| 5. 填充料 | 6. 板束 |
| 7. 集油包 | 8. 氨液入口 |
| 9. CO2进气 | 10. CO2出液 |
| 11. 放油口 | |

优点

- ◆高承压能力
- ◆可靠性提高
- ◆大幅度降低机组尺寸
- ◆减小氨充注量

氨充注量
减60%

五、板壳式换热器

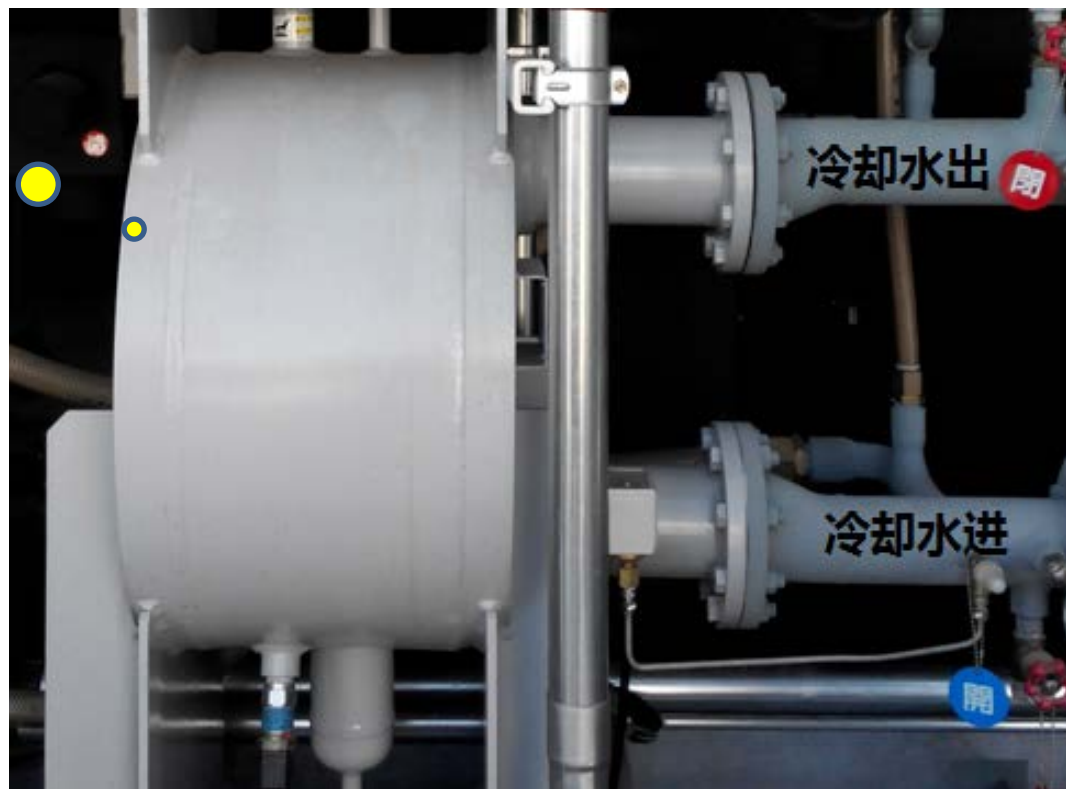
氨充注量
更大幅度降低

系统减少充注量措施

- ◆ 无蒸发式冷凝器内存液
 - ◆ 水冷式油冷却器
 - ◆ 板换经济器
- 40/35℃工况、340kW制冷量的NH₃/CO₂复叠系统，NH₃充注量可减至80kg以下。

(高成本并牺牲部分效率)

NH₃板壳式水冷冷凝器



六、不锈钢管/铝翅片换热器

C02空气冷却器（泵供液和直膨供液2种管型）

设计压力 52 Bar，可用于热气融霜

高精度翅片冲压

氩弧自动

液压胀

关键制造工艺



六、不锈钢管/铝翅片换热器

C02空冷器换热综合表现为什么这么好？

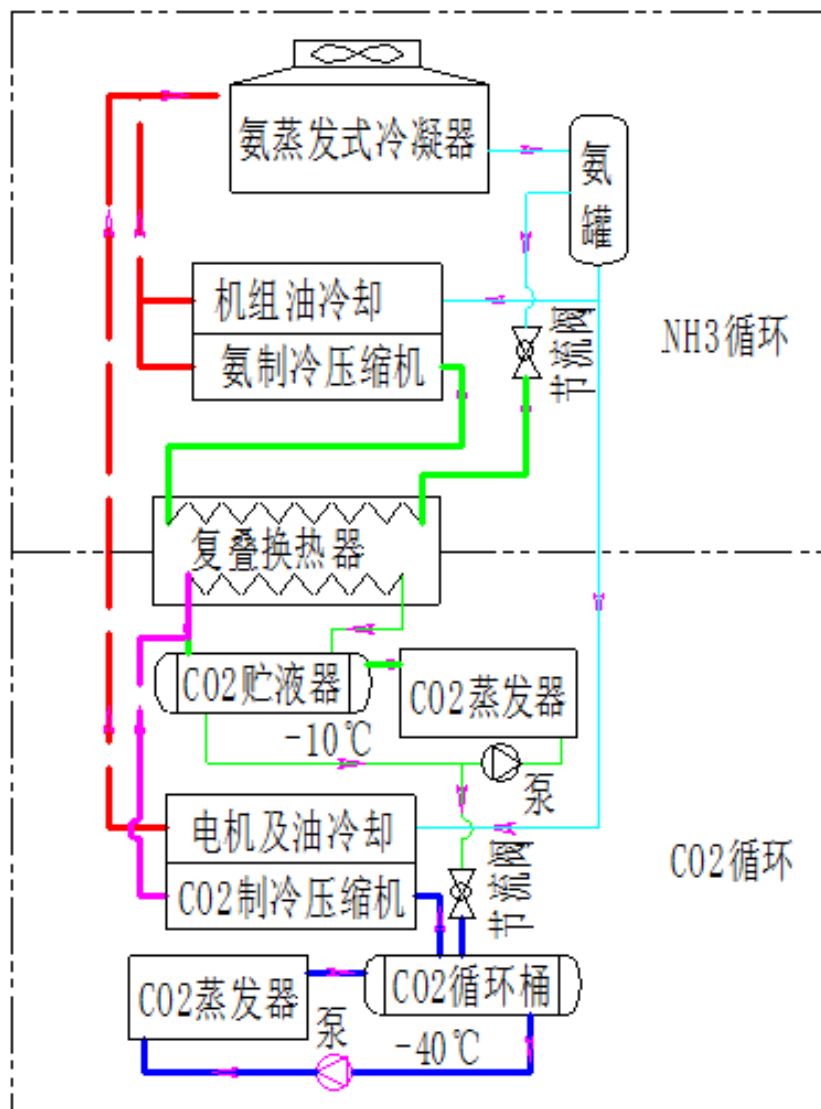
综合分析

- ◆ 液压胀—贴合性好
- ◆ C02侧传热性能好
- ◆ C02侧温度梯度小

制冷剂侧温度梯度对比分析

制冷剂	出口状态		蒸发器阻力 bar/℃	进口状态	
	蒸发温度	饱和压力		蒸发温度	饱和压力
R717 (NH3)	-40℃	0.717 bar	0.10/2.50	-37.50 ℃	0.817 bar
R22 (F-22)	-40℃	1.049 bar	0.10/1.97	-38.03 ℃	1.149 bar
R744 (CO2)	-40℃	10.067 bar	0.10/0.27	-39.73 ℃	10.167 bar

八、新概念的CO2制冷工程



NH₃/CO₂复叠制冷典型应用

1.5吨/小时速冻机泵供液

- ◆ 制冷循环：NH₃/CO₂复叠
- ◆ 吹风温度：-38℃
- ◆ CO₂蒸发温度：-43℃
- ◆ 制冷量范围：240~260 kW
- ◆ CO₂制冷剂充注量：~ 1500 kg
- ◆ NH₃制冷剂充注量：~ 300 kg

七、新概念的CO2制冷工程

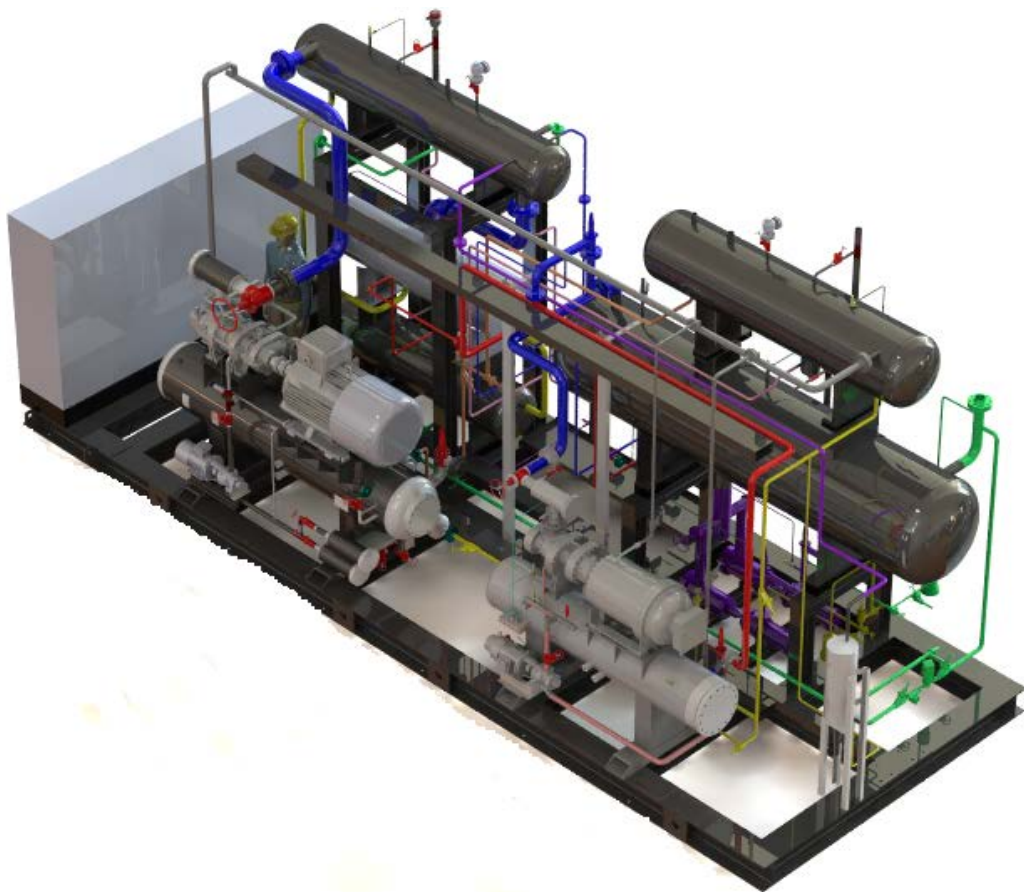
- ◆ 高洁净度要求
- ◆ 高密封性要求



工厂化的制作

- ◆ 精细化、定制化设计
- ◆ 高度集成的撬装机组
- ◆ 现场的极少、快速施工

设计图样



七、新概念的C02制冷工程

案例：NH₃/CO₂ 复叠制冷撬装机组

撬拆分连接法兰



撬拆分连接块

工厂制作



工程施工

七、新概念的C02制冷工程

NH3制冷/C02 载冷撬装机组

案例
600kg/h速冻机冷源



结束语

谢谢大家
敬请指正

宁会锋

电话：0535-3395886

邮箱：13589759032@163.com