

COPELAND

基于制冷压缩机特性的空调热泵系统优化

报告人：刘强

谷轮环境科技（苏州）有限公司



制冷压缩机特性与空调热泵系统匹配

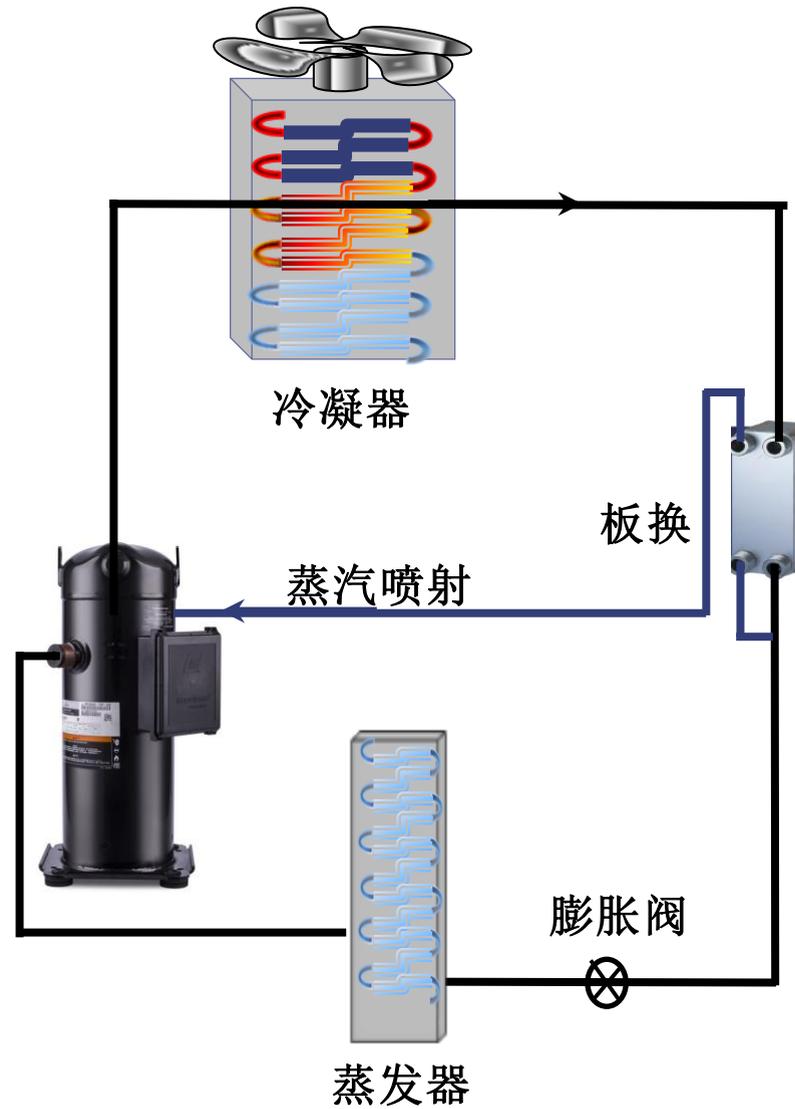


压缩机
优化方向来自系统应用

←

系统
发挥压缩机特性 助力价值实现

→



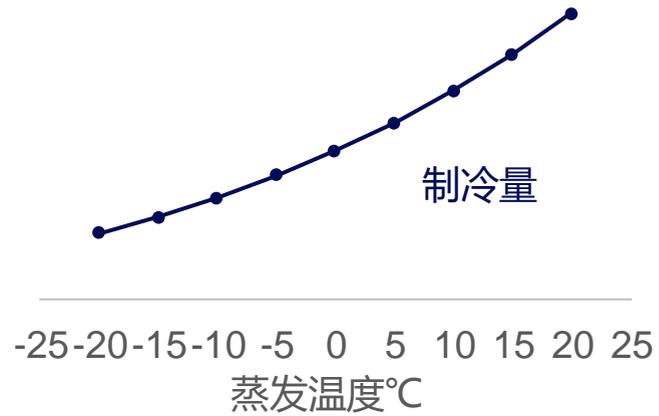
关键点

- 能力匹配
- 能效优化
- 吸排气温度控制
- 润滑油管理
- 可靠性保证

谷轮深耕行业，致力于压缩机特性研究与技术创新，助力客户系统优化

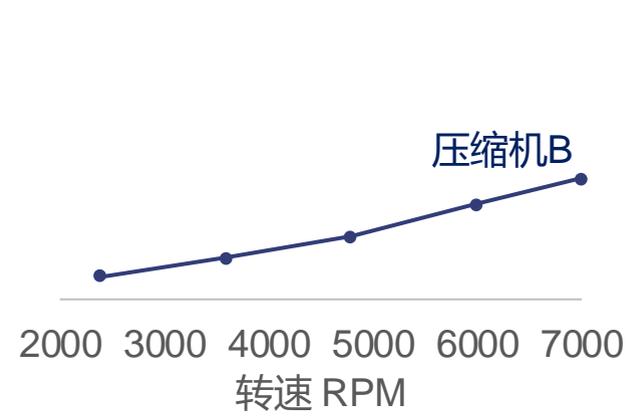
能力

能力kW



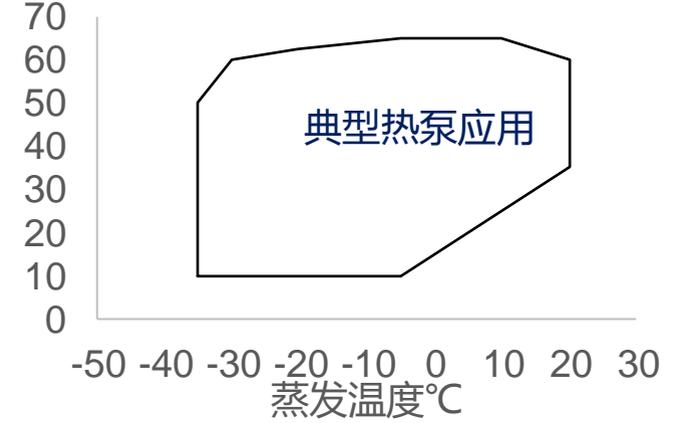
吐油率

吐油率%



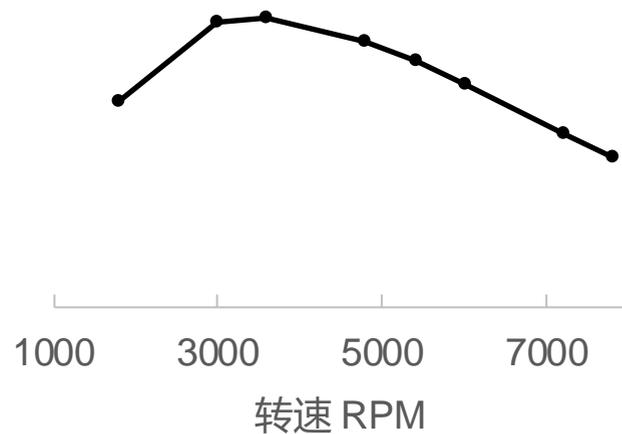
运行范围

冷凝温度°C



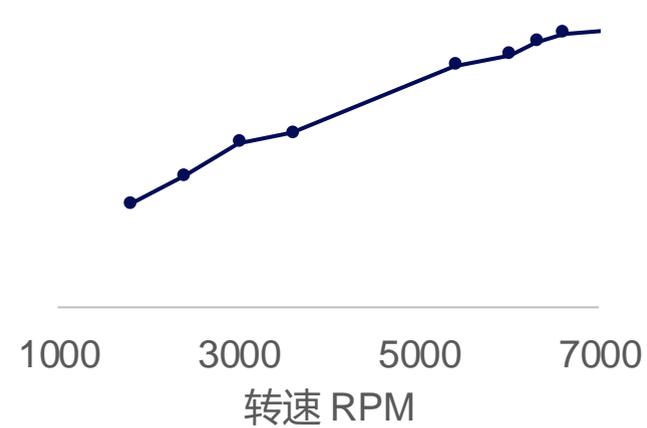
能效

压缩机能效



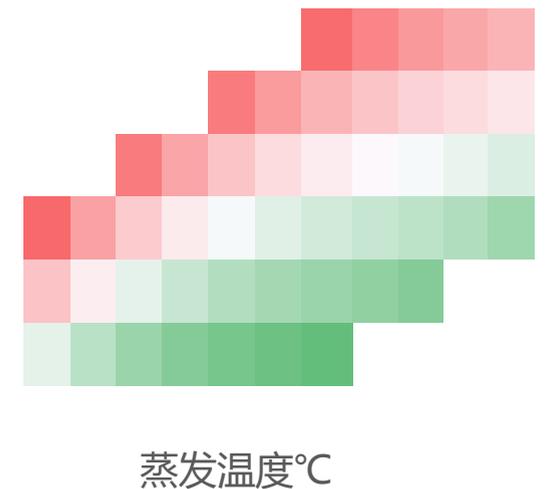
噪音

噪音(dBA)



排气温度

冷凝温度°C



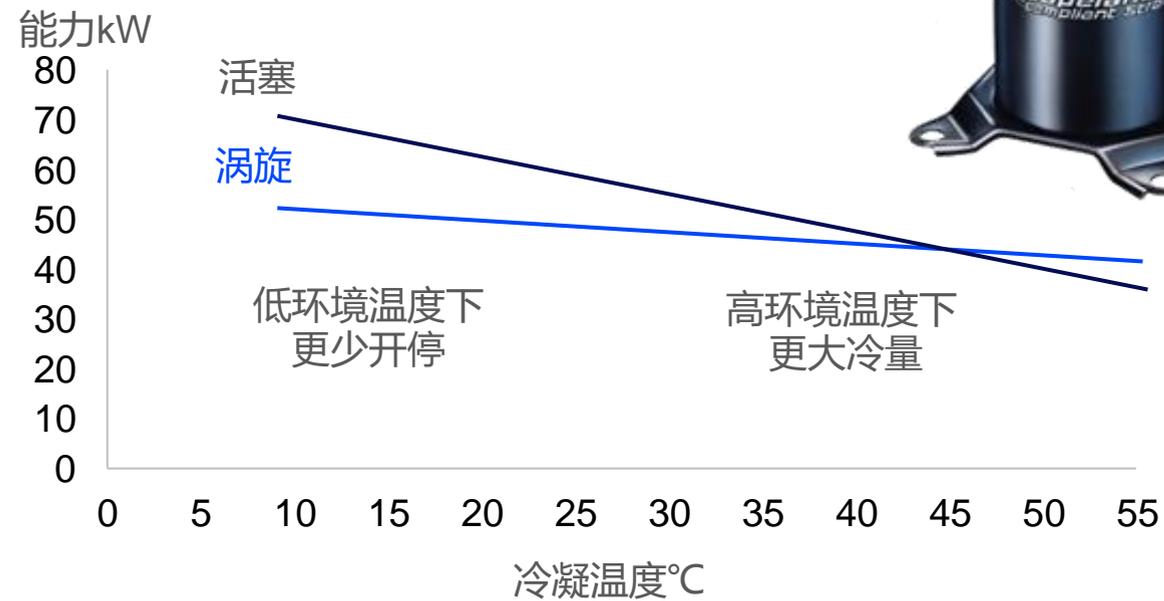
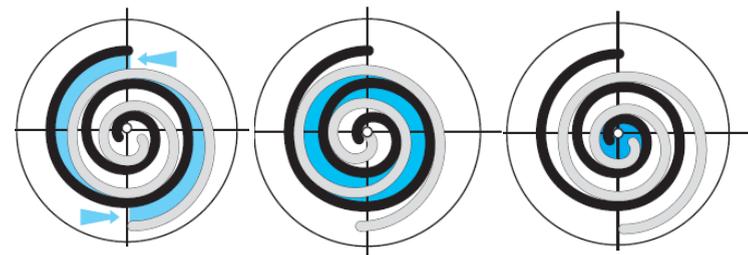
蒸发温度°C



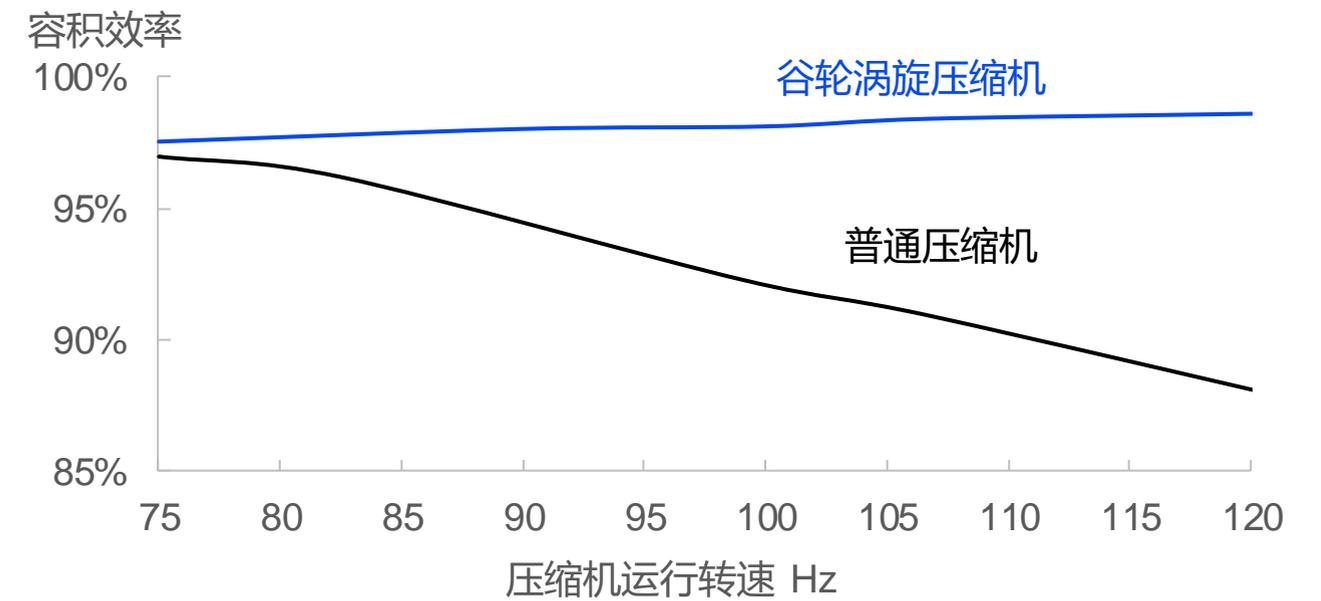
在极限工况下，谷轮涡旋压缩机保持高容积效率，制冷量制热量不衰减

• 高冷凝温度下，保持高容积效率

- 涡旋吸气腔、压缩腔、排气腔物理分割，协同工作，无余隙容积
- 低压腔设计，壳体作为吸气缓冲腔，吸气流道通畅
- 在高冷凝温度下进行压缩机能力匹配，低冷凝下能力输出平稳，开停次数减少



• 高转速工况下，容积效率不衰减



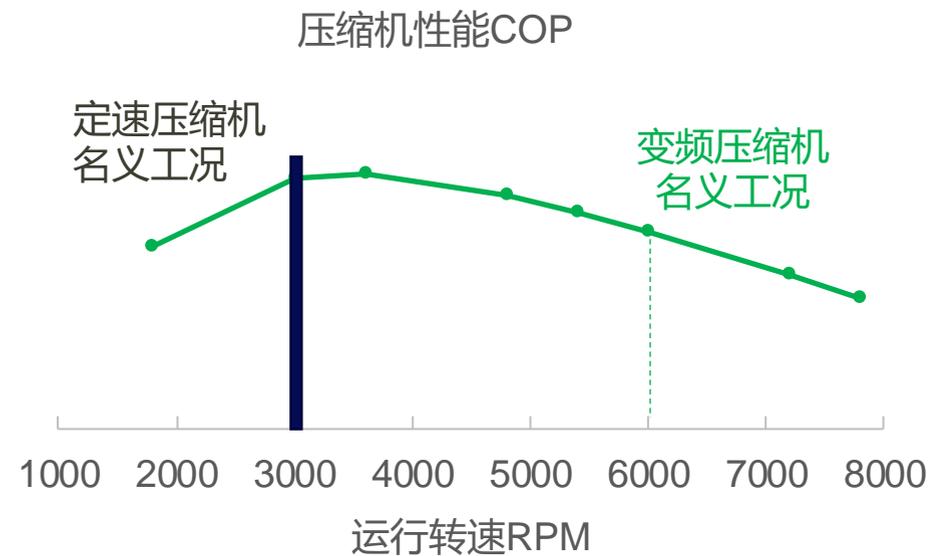
多机头模块化设计，实现更大能力输出，应用于中大型空调热泵冷冻冷藏领域

• 模块化设计理念

- 缩短开发周期
- 降低采购 运营成本
- 售后备件大幅减少
- 现场维护 快速替换
- 提升产品竞争力

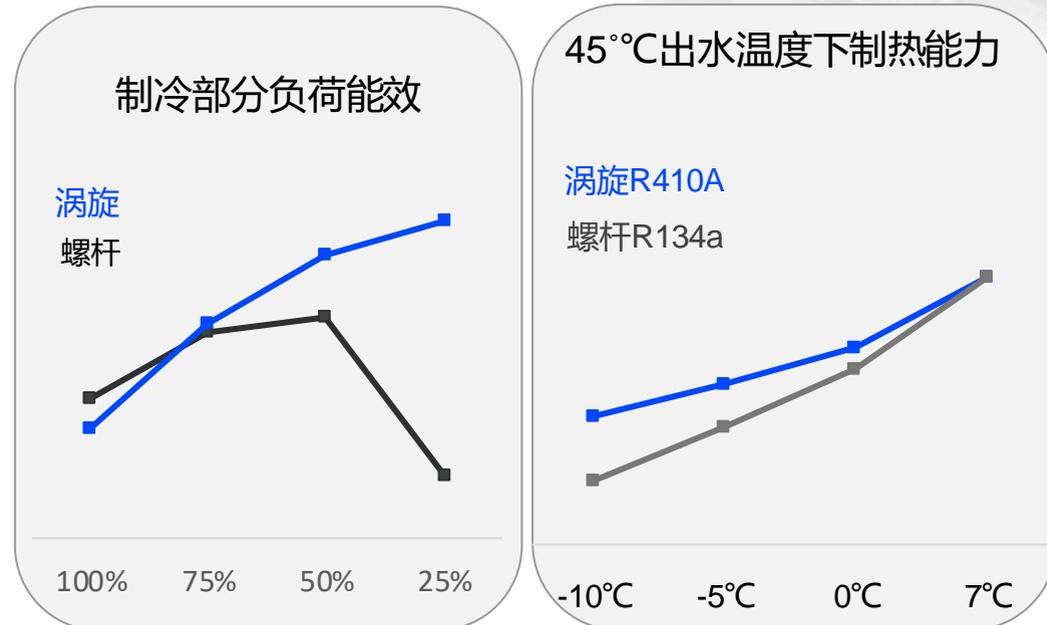


• 定频 变频 多种技术方案



• 500kW 风冷冷水机组中应用

- 200HP机头重量轻~30%， >15% 安装占地面积节省
- 方便安装调试，无需日常保养
- 模块化设计，售后配件数量少



* 数据源：涡旋系统为并联双系统，螺杆系统为定速单台螺杆压缩机系统

涡旋宽压缩比优化方案，提升能效，适应全场景应用

压缩过程优化

优化的涡旋盘设计



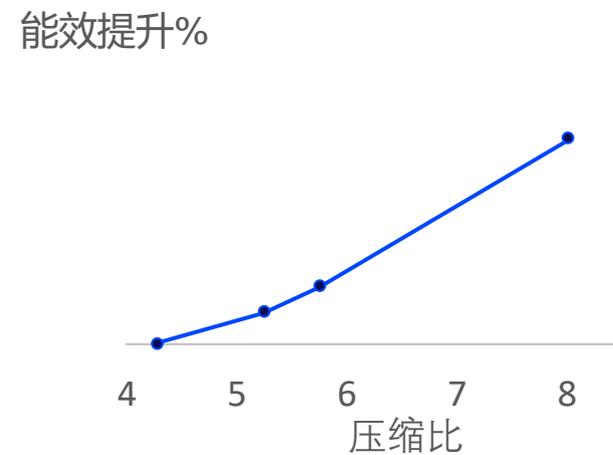
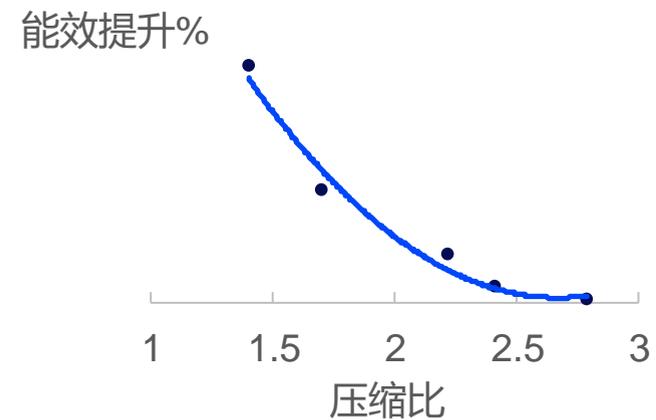
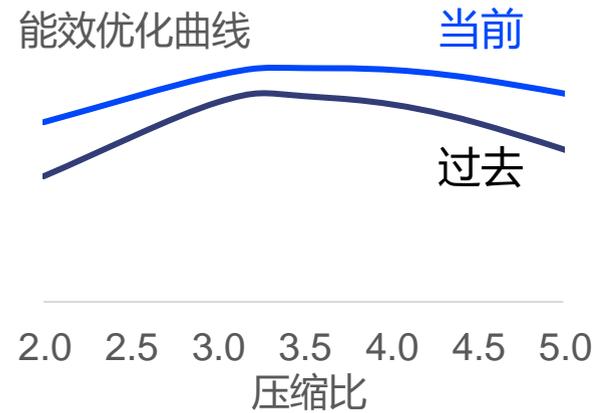
VCR可变容积比技术



高效排气阀技术

COPELAND

能效提升



应用场景

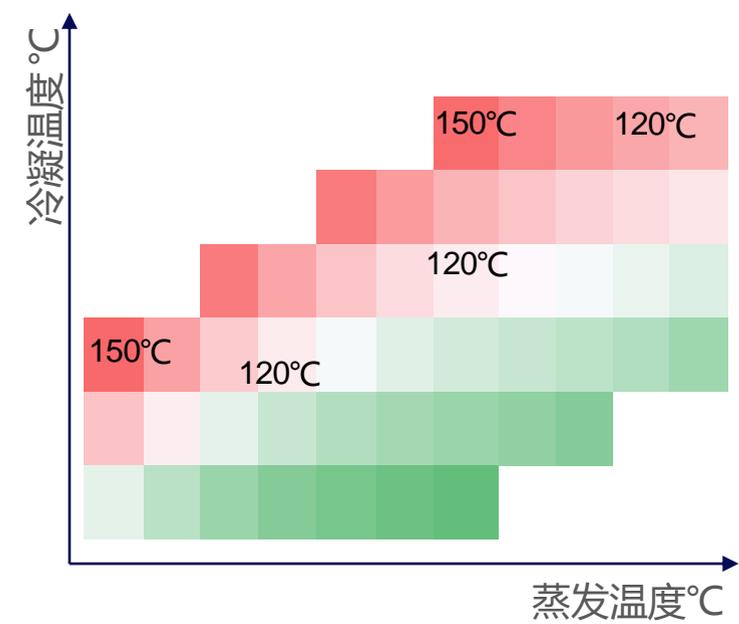
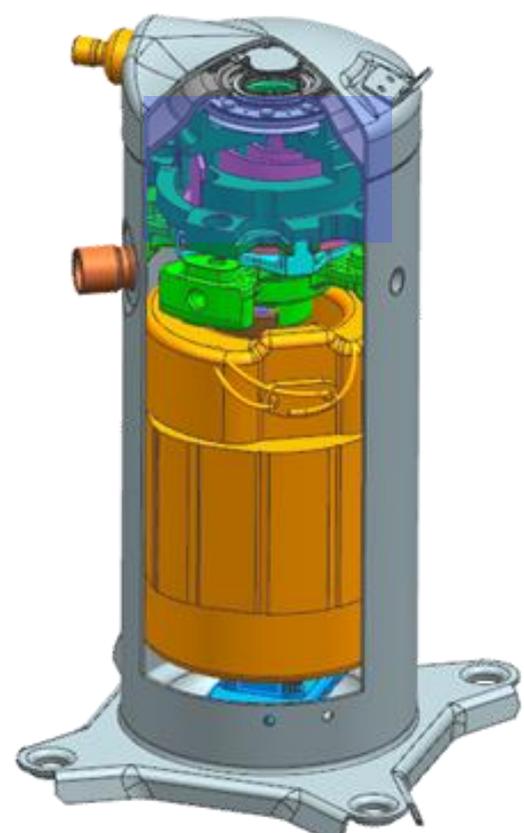


制冷系统可靠运行的关键 - 制冷压缩机温度管控 (1)

压缩机	低压腔	高压腔
结构	<ul style="list-style-type: none"> 低温吸气制冷剂冷却电机和轴承 排气进入缓冲腔后排出 	<ul style="list-style-type: none"> 高温排气制冷剂冷却电机和轴承 吸气直接进入涡旋盘
排气温度	<ul style="list-style-type: none"> 可耐受较高排气温度，利于R32等高排气温度制冷剂的应用 	<ul style="list-style-type: none"> 高排气温度影响电机和轴承寿命 排气温度管控严苛，通常不能$<125^{\circ}\text{C}$ 启动时，制冷剂液体在油池内需要长时间闪蒸排出
吸气过热度	<ul style="list-style-type: none"> 吸气直接进入低压腔冷却电机和轴承 抗液击能力强 	<ul style="list-style-type: none"> 吸气直接进入涡旋压缩腔，内部过热影响小 液击风险

制冷系统可靠运行的关键 - 制冷压缩机温度管控 (2)

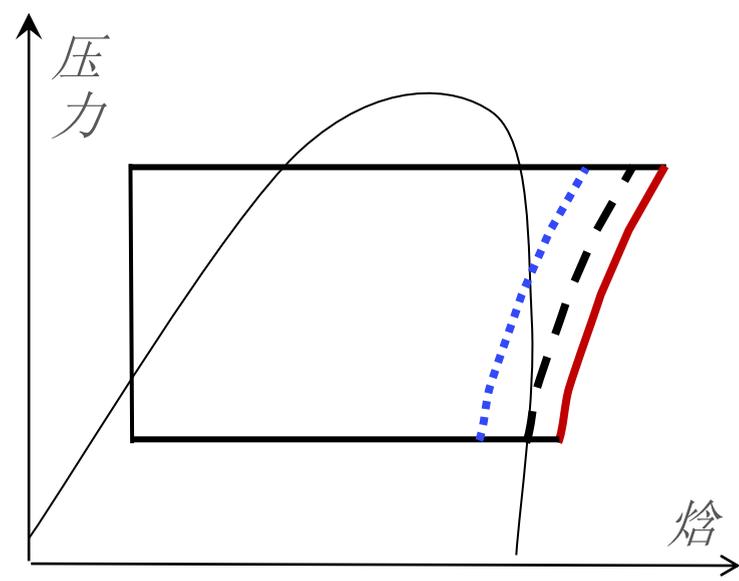
• 典型R32 压缩机排气温度



吸排气温度传感器测量准确性很关键



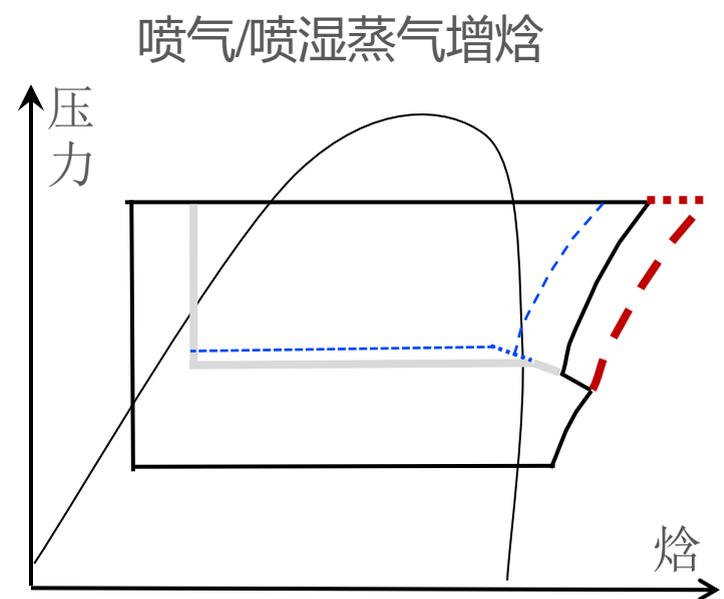
• 低吸气温热度与油温管控



油池温度

• 高压比应用场景

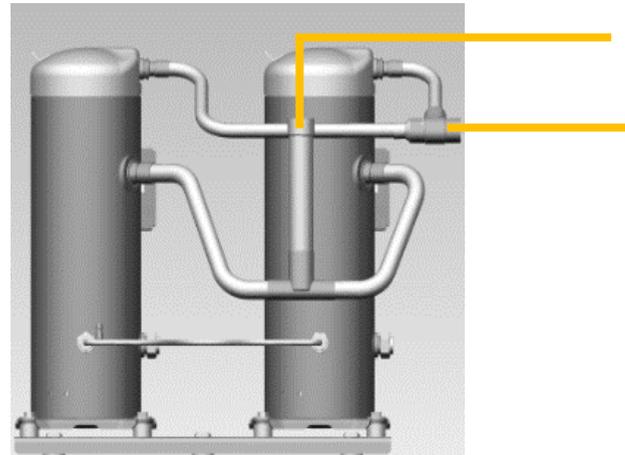
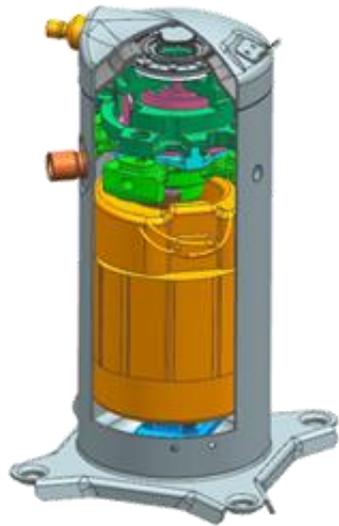
- 喷气增焓可降低排气温度，适用于
 - 低环境温度制热
 - 冷冻冷藏应用
- 在极限恶劣工况，可采用湿蒸气喷射降温



多机头并联应用场景下的制冷压缩机油平衡管理

低压腔

- 结构
 - 涡旋盘内的润滑油经排气管流经系统管路
- 多机油平衡机理
 - 两机、三机并联，通过吸气管流道优化，均分润滑油至各压缩机。
 - 开停机可迅速平衡各压缩机油位
- 应用场景
 - 冷水、热泵机组，数据中心冷却，冷冻冷藏等领域
 - 如增加油分，补油可直接回到压缩机低压油池

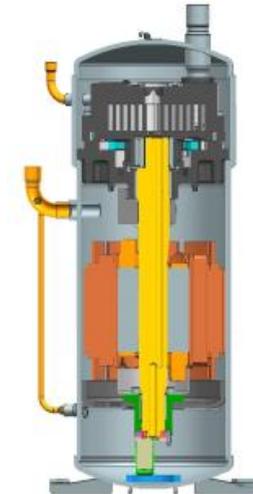


油位监控和自动补油



高压腔

- 结构
 - 高压腔体内的润滑油随排气制冷剂流经系统管路
- 多机油平衡机理
 - 在排气管处增加连管至油池，利用文丘里效应，当油位较高时多余的润滑油流出至排气管中
 - 通常需外接油分，连接吸气管回油。
- 应用场景
 - 多联机等
 - 如增加油分，通常需要补至吸气管



制冷系统低油循环率，可显著提升系统能效

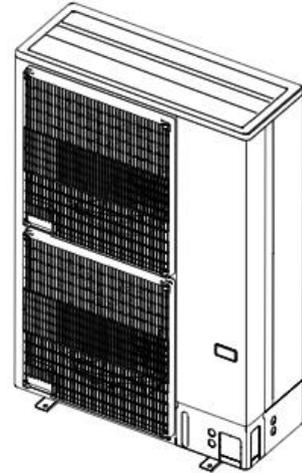
• 单元式空调机组性能测试

• 机组

- 18kW 风-风轻商用单元式空调机组
- R32 制冷剂
- 改变油循环率，评估性能影响

• 测试结果

- 4%油循环率对系统性能影响达到7%



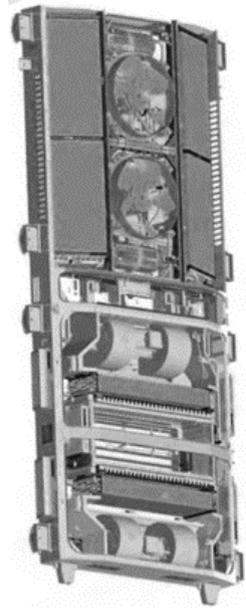
• 地铁运输空调机组性能测试

• 机组

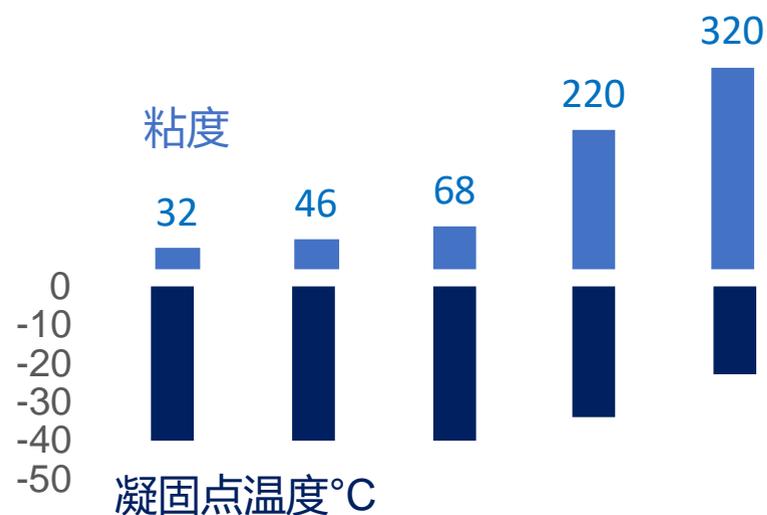
- 38kW 地铁空调机组
- R407C 制冷剂
- 改变油循环率，评估性能影响

• 测试结果

- 压缩机和油循环率对系统性能影响达到14%



润滑油对压缩机和机组可靠性的影响 (1)

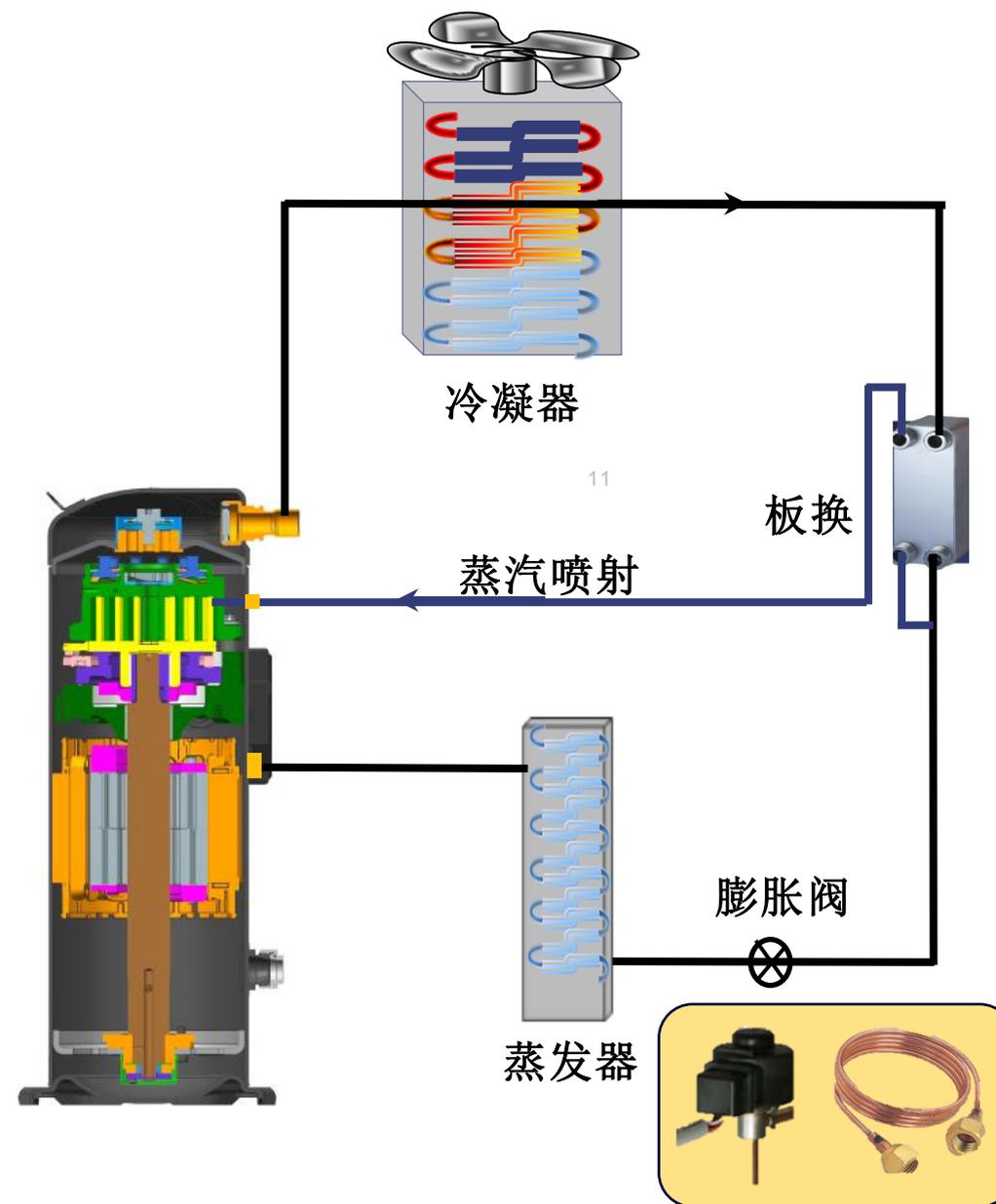


粘度指数高

- 油膜厚, 轴承润滑稳健
- 压缩机功耗偏大
- 容易黏附在系统内壁, 影响换热
- 低温时, 造成油堵
- 通常高压腔压缩机选用
- 大系统需配备油分

粘度指数低

- 粘度低, 轴承强化设计, 保证油膜厚度
- 压缩机功耗较低
- 易回油, 对系统能效影响小
- 通常低压腔压缩机选用



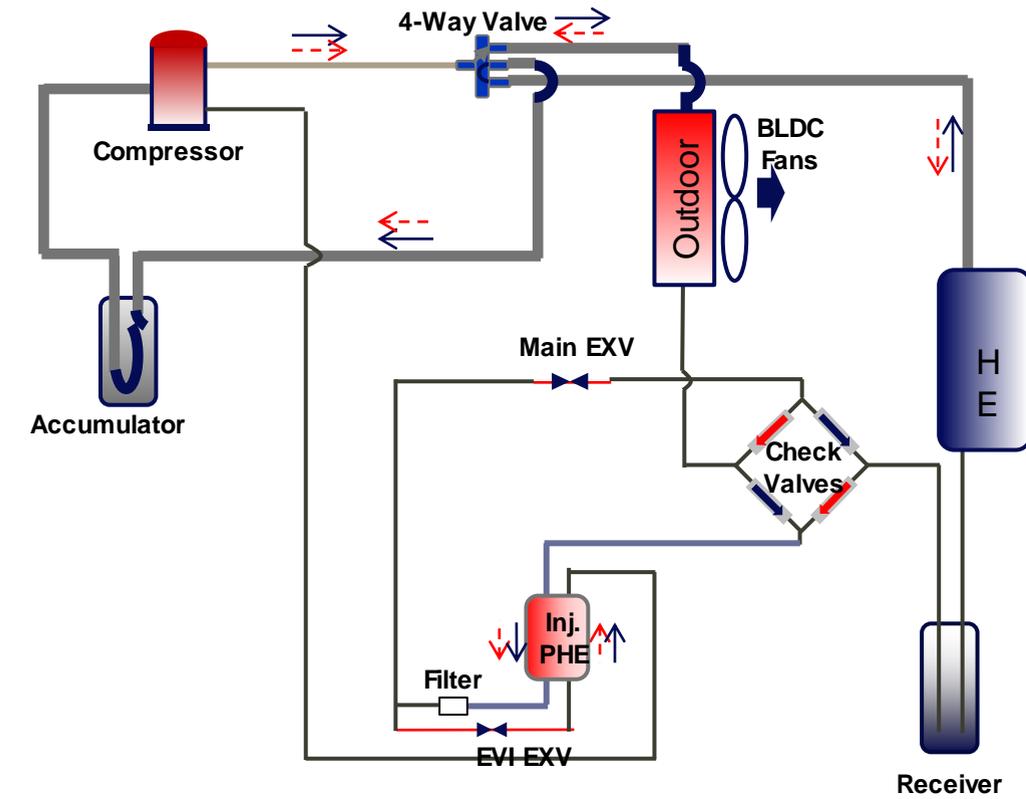
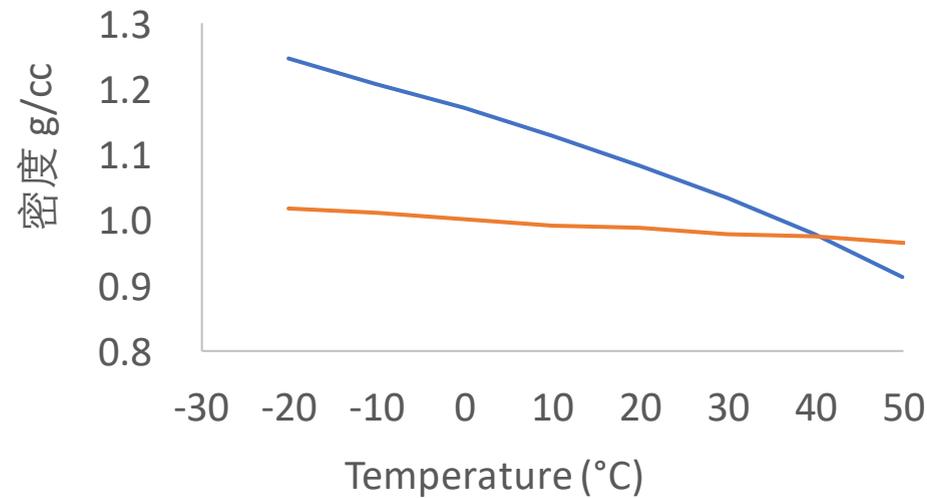
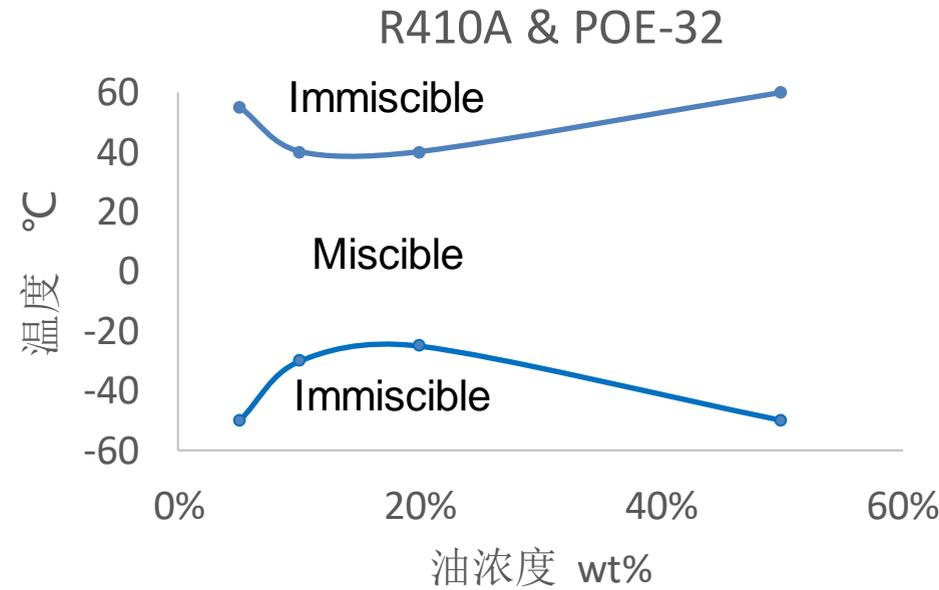
润滑油对压缩机和机组的可靠性的影响 (2)

互溶性

- 在互溶曲线以外的工况，制冷剂/油混合物会出现分层现象
- 分层后，回油受影响，可靠性风险
- 分层后，润滑油容易积存在换热器内壁，影响换热，使机组性能下降

密度

- 不同温度下，制冷剂和润滑油的密度不同，需要考虑回油口的布置



谷轮致力于为客户提供低碳高效, 可靠便捷的压缩机及整体解决方案

全生命周期
运行能效最优



商用空调用
变频涡旋压缩机



涡旋排量扩展至
50HP/60HP



低环温热泵用
变频涡旋压缩机



>120°C工业热泵
涡旋压缩机系统解决方案



冷冻冷藏用
高效涡旋压缩机



天然制冷剂R290 /CO2
谷轮绿色解决方案



谷轮，深耕涡旋压缩技术，服务HVAC&R 行业需求

- 自1987年第一代谷轮Aspen 涡旋压缩机量产，已为客户提供2亿台压缩机
- 通过技术创新与产品解决方案，助力全球HVAC&R 行业发展
- 秉承“在中国，为中国”，本地化研发，采购，制造，销售，技术支持团队

