

GMCC & Welling

**CR
EXPO
2024**

**R290环保冷媒压缩机
在热泵采暖中的应用及设计**

目录

CONTENTS

第一部分：全球F-gas法规动向及影响

第二部分：热泵采暖市场概况及产品需求

第三部分：GMCC R290压缩机安全设计

第四部分：GMCC 热泵采暖专用压缩机



第一部分：F-gas法规动向及影响

01

全球冷媒趋势

地区	现在	中期	长期
中国	R410A/R32	R32	R290
欧盟	R32/R290	R290	R290
北美	R410A	R32/R454B	R454B

• 欧盟最新动向：欧洲议会10月5日决议如下

Year	2020	2025	2030	Refrigerant trend	
EU F-gas & PFAS	Self-contained air conditioning and heat	2027.1.1 12kW 及以下 GWP 小于150	2032.1.1 12kW 及以下 不允许含有HFOs或者HFCs	R290 R32 R454C	
		2027.1.1 12~50kW GWP 小于150	2030.1.1 >50kW GWP 小于150		
	Split air conditioning and heat pump	2025.1.1 冷媒充注量 < 3kg GWP 小于750	2028.1.1 12kW 及以下热泵采暖 GWP 小于150		2029.1.1 12kW 及以下空调 GWP 小于150
			2029.1.1 12kW 以上 GWP 小于750		2035.1.1 12kW 及以下 不允许含有HFOs或者HFCs
			2033.1.1 12kW 以上 GWP 小于150		

R454C冷媒温度滑移较大，冷媒成本和泄漏检测成本较高，预测仅部分分体机市场切替，主流冷媒仍然是R290



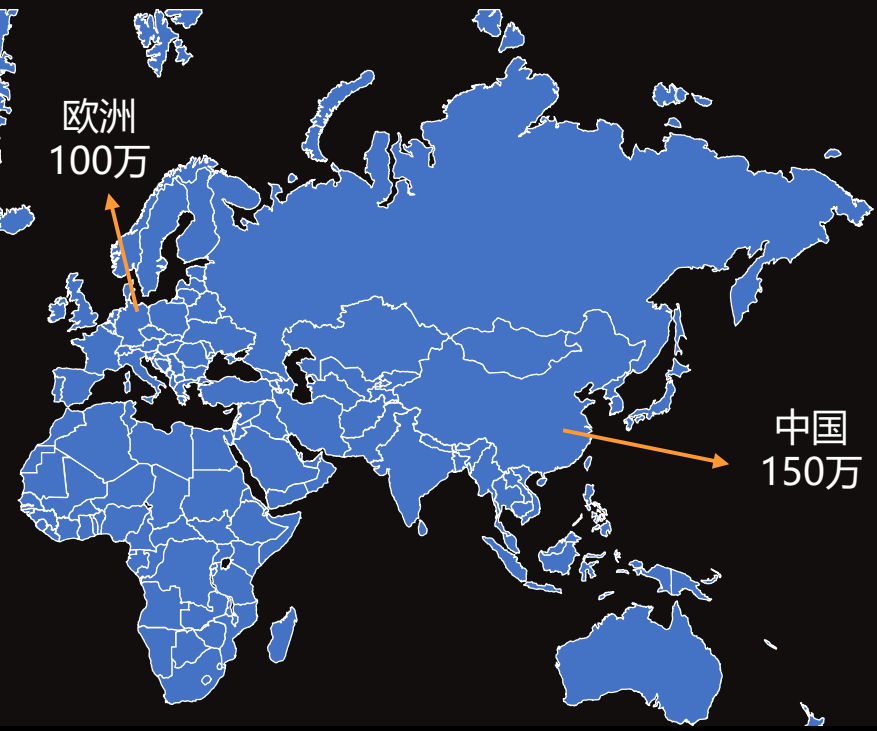
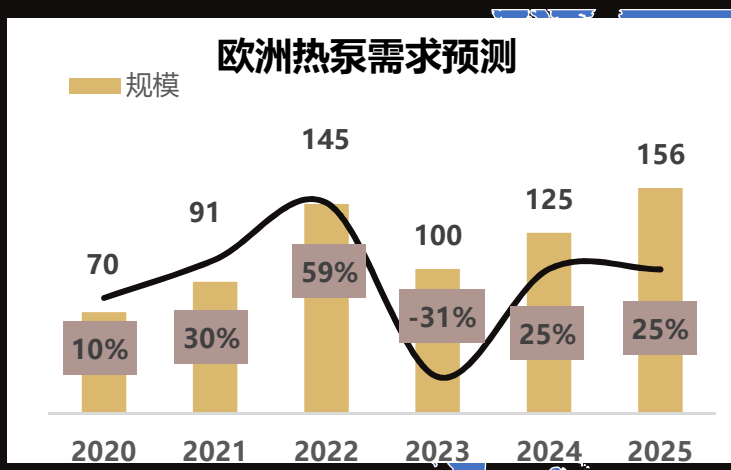
第二部分：热泵采暖市场概况及产品需求

02

全球客户分布

GMCC & Welling

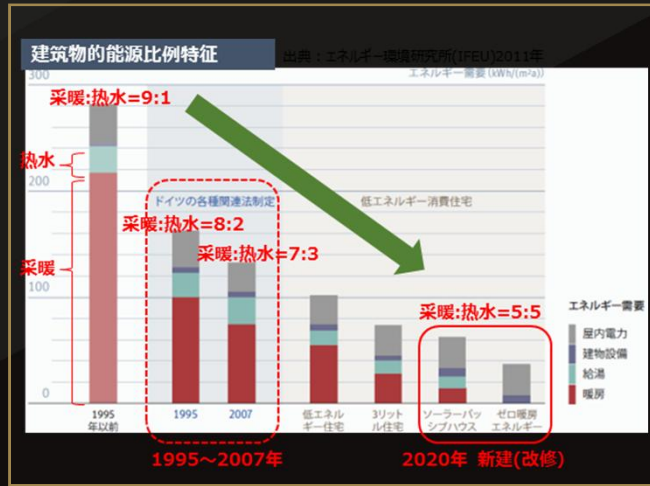
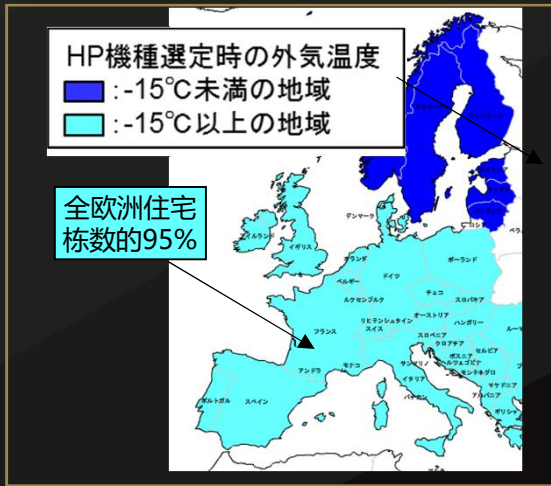
热泵采暖：中国、欧洲多国推出热泵补贴政策，有效推动市场持续增长



- 国内煤改电的持续推进及疫情恢复后的稳增长促消费推动下，预计中国热泵采暖保持稳定增长趋势；
- 欧洲由于经济下行，各国补贴政策减少，23年热泵采暖大幅下滑，但预测24年开始仍将呈现快速增长趋势。

02 欧洲市场需求

欧洲市场需求：-15°C环温/70°C水温/16KW，可覆盖95%以上市场



新建建筑	<ul style="list-style-type: none"> 采暖/热水双高效 小负荷
翻新建筑	<ul style="list-style-type: none"> 替代燃热→高水温 大能力 低温能力不衰减

02

R290冷媒物性

	R32	R290
分子式	CH ₂ F ₂	CH ₃ CH ₂ CH ₃
临界温度(°C)	78.1	96.7
临界压力 (MPa)	4.78	4.25
单位容积制热量(Te-7/Tc50)	100%	52%
理论排气温度(°C/Te-7/Tc50)	101	61
密度(-7°C饱和液体/50°C饱和气体/kg/m ³)	1078.9/98.55	537.9/38.63
GWP	675	3
安全分类	A2L	A3

R290 : 1.单位容积制热量小, 压缩机排量扩大
3.压力降低, 耐久整体呈良性趋势

2.密度低, 冷媒充注量减少, 状态点变化
4.可燃等级A3, 安全强化

02

GMCC 系统设计建议

能力选型

能力	排量
4KW	21cc
6KW	31cc
8-10KW	42cc
12-16KW	58cc
16-20KW	75cc
20-24KW	85cc

系统匹配

系统结构	常规水机	非喷气增焓
	低温水机	喷气增焓/地源热泵
冷媒量	比R32	50%
吸气过热度	目标	5-8°C (必要时增加回热器)
排气过热度	目标	10-15°C

02

GMCC 系统设计建议

耐久相关

油液面	冷媒量少, 良化方向
运转范围	高压降低、压比增大 耐久基本同等
排气温度降低	绝缘材料良化方向 油膜粘度良化方向
油池温度 ($\Delta T = \text{油温} - \text{冷凝温度}$)	稳定时 $\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$
	过渡期 $\Delta T \geq 0^\circ\text{C}$
冷冻机油变更	发泡/粘度过低or油堵 (低温启动/除霜前后)

安全相关

压缩机	防爆端子/PED认证
电控	防爆元器件/密封盒
风机	防爆风机/SPARK FREE
接线	压接式
逻辑	低温预热/启动逻辑 除霜逻辑/阀开度
生产运输安装使用售后	泄漏检查、专业人员、 手册



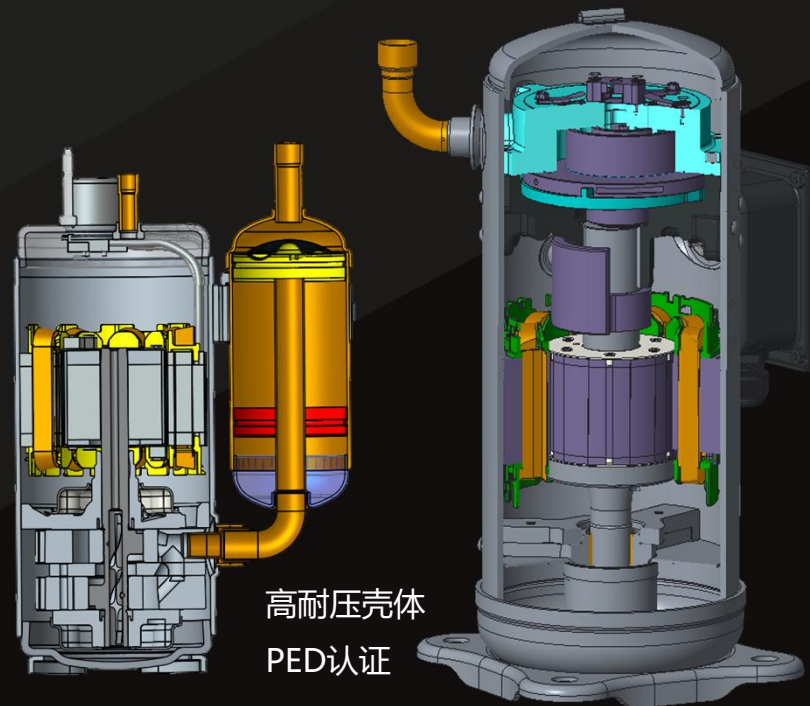
第三部分：GMCC R290压缩机安全设计

03

GMCC 高安全压缩机开发

容积最小化
少冷媒设计
下沉式泵体
少油量设计

接线高密封防护



高耐压壳体
PED认证



内陶瓷体
防爆端子



引出线护套
耐热绝缘

接线高密封
防护



03

GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling



强低温制热

- 适用低温采暖高效可靠运行
- 喷气增焓、全能耦合等多种特色技术

高效低噪声

- 高效率最优电机
- 结构仿真，泵体最优化
- 声学仿真，低频段优化

宽运行范围

- 可满足热泵干衣机/热水器/采暖需求
- 高冷凝温度、低蒸发温度、大压比

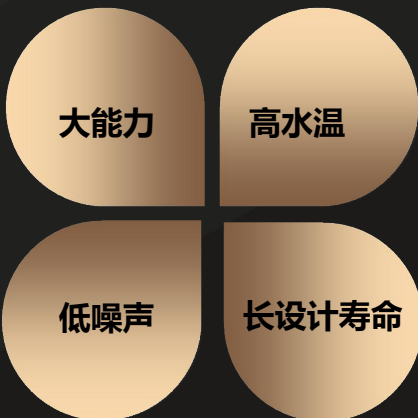
长设计寿命

- 欧洲采暖及热水寿命覆盖
- 完善的可靠性评价体系 and 标准

03

GMCC 热泵产品应用

热泵采暖转子压缩机系列



大能力

- R290最大能力24KW
- -10℃下能力100%

高水温

- R290最高出水温度75℃
- 最大压比17

低噪声

- 低频段噪声特化
转子摆频/储液器固频优化
消声器优化
- 系统OA值52dB(16KW)

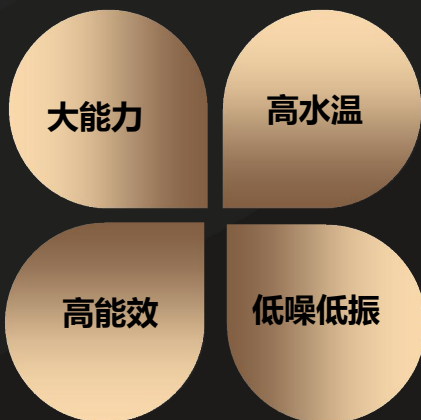
长设计寿命

- 最长设计寿命6万小时
最长耐久评价8000小时
- 完善的可靠性评价体系和标准

03

GMCC 热泵产品应用

热泵采暖涡旋压缩机系列



大能力

- R290最大能力40KW
- 最高转速160rps

高水温

- R290最高出水温度75°C
- 最大压比17

高能效

- 最优代数螺旋型线
- 多组排气阀片/止回阀
提升全域能效
- 高效电机

低噪低振

- 动态油量控制技术，
提升润滑性能，降低运行噪音
- 空腔脉动优化技术
有效减振降噪



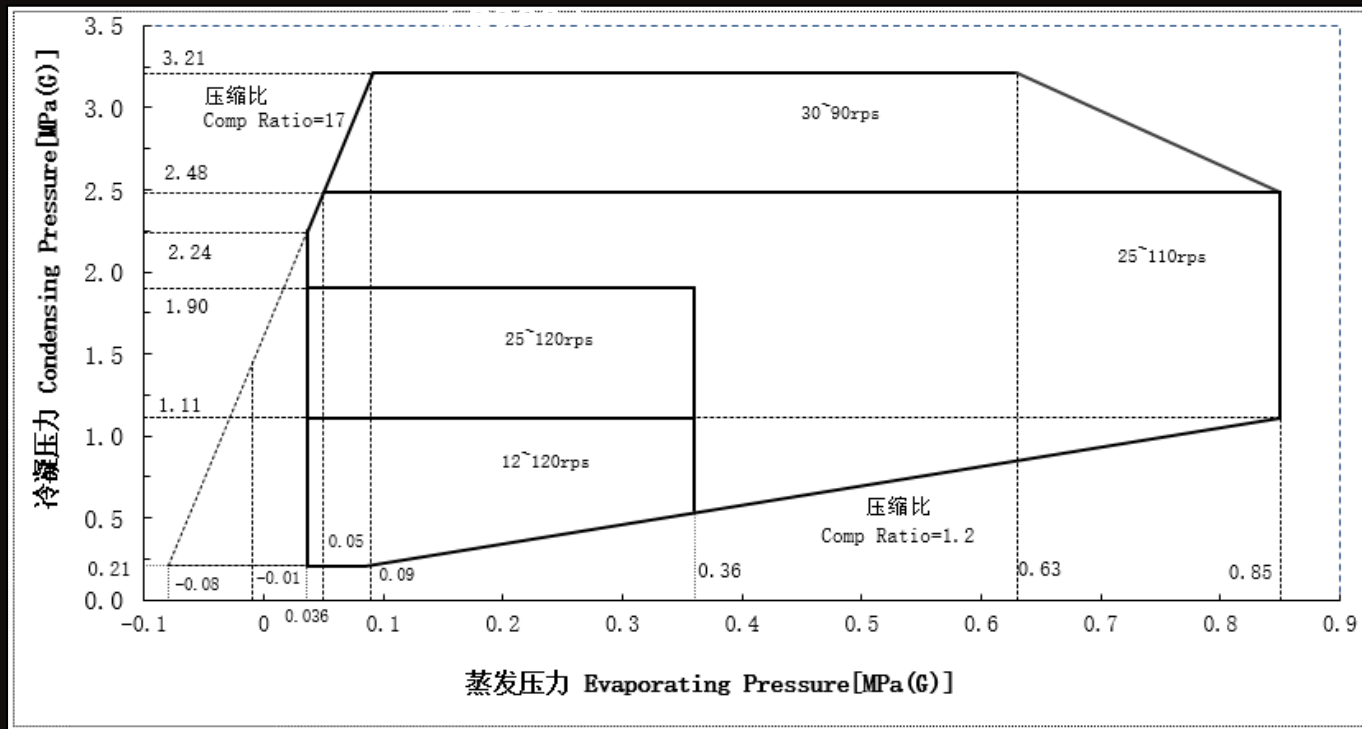
第四部分：GMCC 热泵专用压缩机开发

03

GMCC 热泵专用压缩机开发

技术突破-宽范围/高出水

GMCC转子运行范围



R290设计最高冷凝温度83°C→对应最高出水温度可达75°C；最低蒸发温度-35°C，最大压比由13→17↑



GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

技术突破-可靠性

曲轴型线设计
可显著改善曲轴
局部磨损

高耐磨轴承
改善曲轴端面磨
损

高耐磨滑片
CrN/DLC涂层
表面硬度提升
200%



轴承柔性设计
储油结构
油膜形成更易

15%

油膜厚度改善



11%

泵体刚性强化
气缸变形改善

高可靠性泵体

适应高出水温度，满足长寿命设计

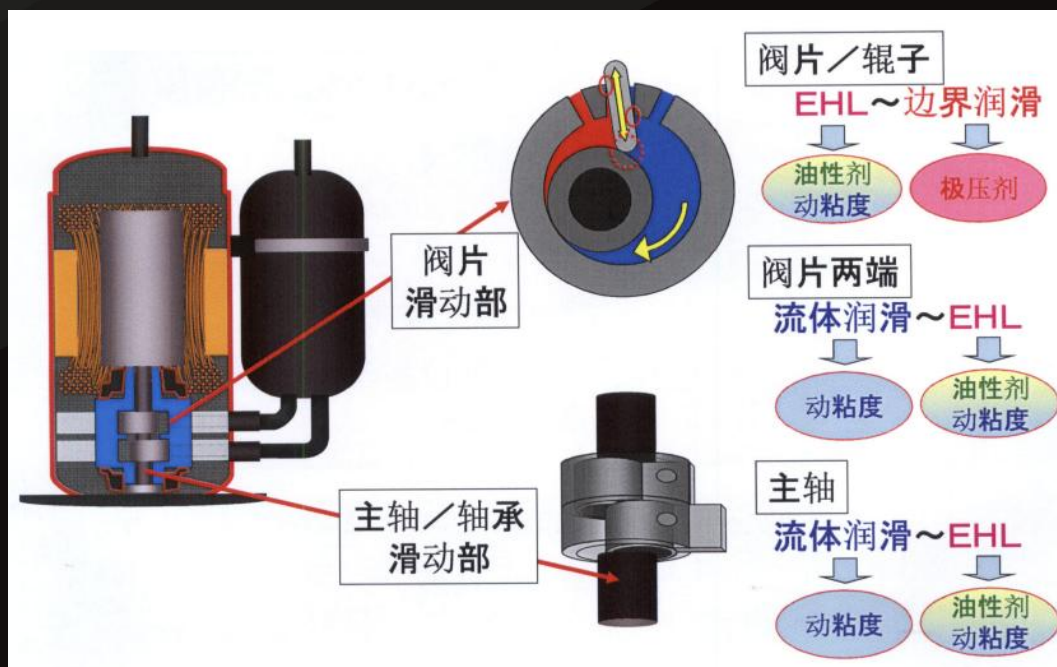
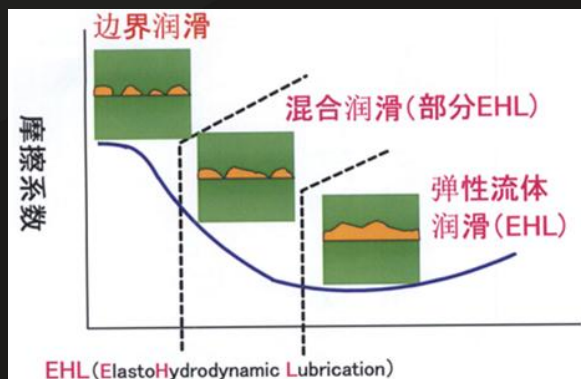
03

GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

技术突破- R290冷冻机油

- 油的作用：润滑、密封、冷却、清洗等；
- 压缩机内运动副有多种润滑类型，包括：
 - ① 边界润滑（高效的添加剂）
 - ② 混合润滑（油粘度+添加剂）
 - ③ 流体润滑（稳定的油粘度）

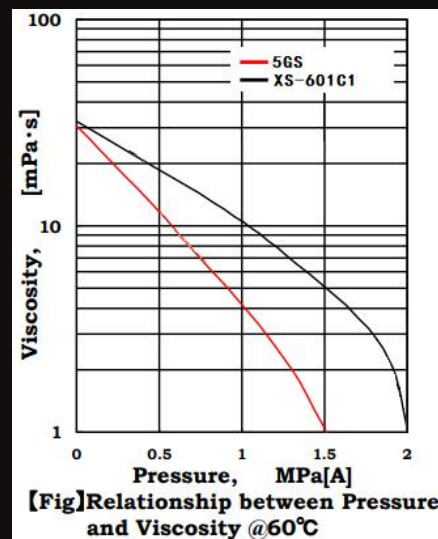
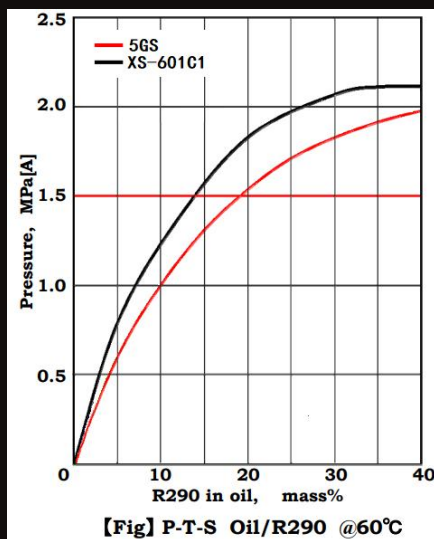


03

GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

技术突破- R290冷冻机油



压力(MPa)		0.5	1	1.5
溶解度	5GS	4.2%	10%	19%
	XS-601C1	3%	7%	14%
溶解粘度	5GS	11	4	1
	XS-601C1	17	10	5

• 以上数据基于60°C条件测试.

特性	XS-601C1	5GS/5GS-T
油品种类	PAG	MO
颜色, ASTM	L0.5	L1.5
密度, @15C° g/cm3	1	0.93
运动粘度, @40C° mm2/s	67	96
运动粘度, @100C° mm2/s	10.7	8.1
酸值, mgKOH/g	0.02	0.01
闪点, COC C°	236	202
倾点, C°	-37.5	-35

- GMCC针对R290开发了专用的合成油XS-601C1, 具有更低的溶解性和更稳定的工作粘度, 能更好的同时满足热泵压缩机在高负荷运行时的高粘度要求和低温运行时的流动性要求;
- 同时, 较低的溶解度还可以降低压缩机内的R290含量, 从而有效的增加系统循环冷媒量。



GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

耐久设计及评价体系

相比空调，热泵热水及采暖系统年运行时间更长，要求热泵专用压缩机具有高设计寿命，最高达到6wH或以上。

- 成熟完善的加速寿命实验评价方法和体系；
- 根据系统设计寿命要求针对性设计可靠性评价方案；
- 最长压缩机单体耐久市场达到8000H，开发过程最长总耐久时间达140000H，确保压缩机长期可靠运行！

- Max8000H单体耐久
- 多工况点针对性评价
- 多种余裕度评价实验等

03 GMCC 热泵专用压缩机开发

技术突破-喷气增焓技术

GMCC喷气方案——带止回阀喷气方式（自主专利）

- 1) 利用自动开关的止回阀实现自适应喷射；
- 2) 工况适应能力强，不会出现冷媒回流；
- 3) 每个工作周期自动喷气，连续喷气方式保证系统稳定的制热量输出；
- 4) 喷气止回阀采用高强度的排气阀片，可靠性高。



GMCC & Welling



03

GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

技术突破-变频变容喷气全能耦合

技术应用效果



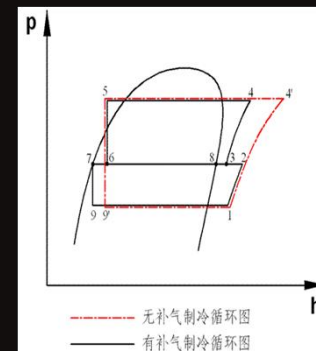
四超体验

超强制热能力 提升45~85%

超快制热 升温速度倍增

超静音 低温降低运行频率

超高能效 能效提升4~10%



通过高效变频+创新变容+喷气升级三重技术的全能耦合，实现了：

- ✓ 超强制热能力、超快速制热、低温超低噪音、超高系统能效的“四超”体验！
- ✓ **360°全方位解决系统制冷制热问题！**

03

GMCC 热泵专用压缩机开发

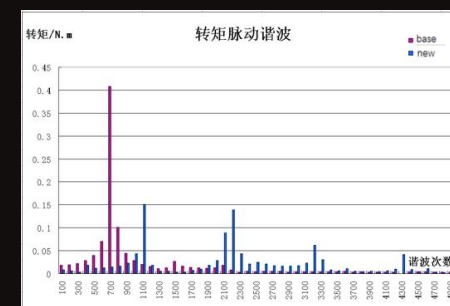
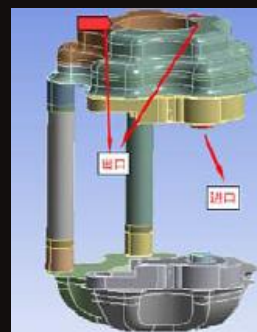
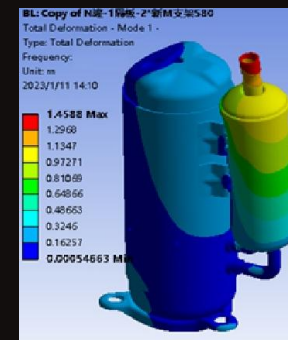
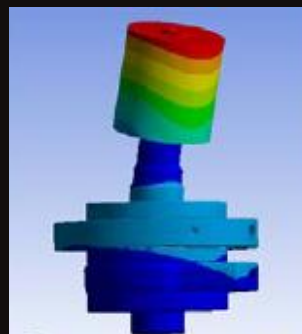
GMCC & Welling

技术突破-压缩机低噪音

采暖水机压缩机及系统管路质量大，固频低；压缩机转速高，容易激发低频共振；欧洲消费者要求高，噪音高易引发投诉，下一代产品核心竞争力是噪音的优化

压缩机精准控频技术：

- 泵体转子摆频耦合技术
- 储液器结构刚性模态仿真及优化
- 电磁噪音优化技术
- 消音器空腔声模态及传递损失仿真技术
- 底座与下壳体固频耦合技术



03

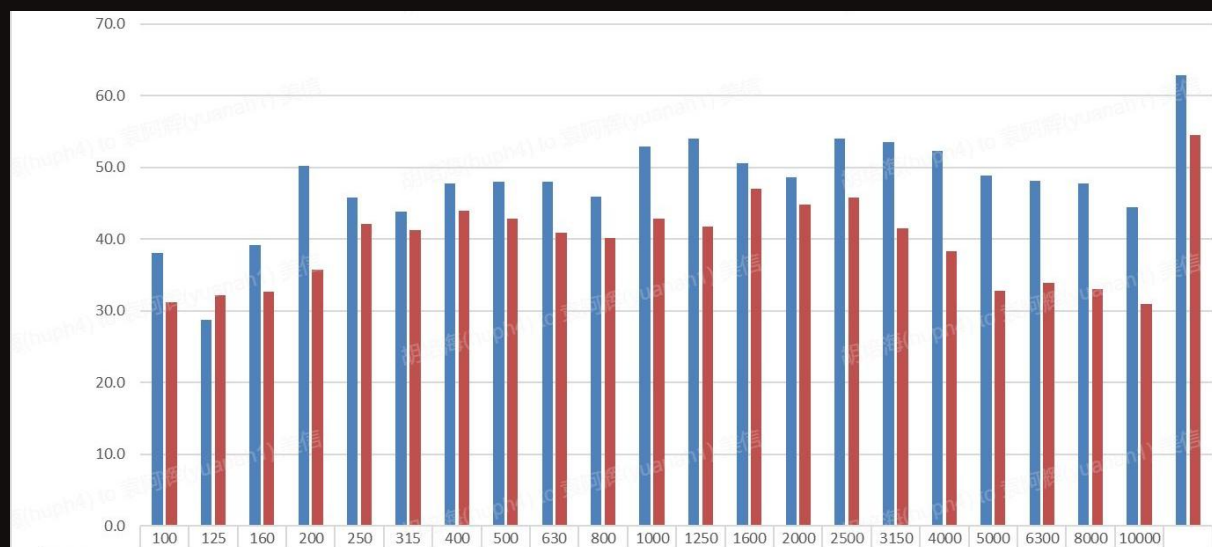
GMCC 热泵专用压缩机开发

GMCC & Welling

技术突破-系统低噪音

系统开发方向：

- 复合隔音棉
- 隔音棉+隔音罩声学包
- 管路仿真模态优化
- 高刚性框架
- 双层减震结构
- 低噪音扇叶/风道



系统验证效果

**CR
EXPO
2024**

谢 谢 ！

GMCC