



让建筑自然呼吸

HF0新一代环保冷媒磁悬浮技术分享 麦克维尔-马银峰

McQuay[®]
International



Contents

- 全球各区域HFO冷媒政策
- 主要HFO冷媒特性介绍
- 武汉麦克维尔HFO磁悬浮机组型谱
- R1234ze (E) 磁悬浮机组介绍
- R1233zd (E) 磁悬浮机组介绍





01 全球各区域HFO冷媒政策



全球各区域HFO冷媒政策分享

基于各区域已公开的法规政策和冷媒的特性，当前新冷媒的使用方向：

- 低压冷媒：主流为R1233zd(E)，R514A由于安全等级为“B1”级，部分场所使用受限；
- 中压冷媒：1)主流为R1234ze(E)，但因其“A2L”属性，中国区域待决策，其他主要区域已或认可使用；
2)R513A因GWP值高，COP相对较低，但与R134a物性接近，是作为切换过程的过渡产品。

表1：各区域HFO冷媒政策和方向

重点区域	HFC削减时间	A2L政策	GWP限值	预测
中国大陆	2029	待决策	待定	①国内已开始相关标准和政策的讨论，预测2026年会制定对应的GWP限值要求，R1234ze(E)也将放开 ②GWP值预计限值在750以下，参照欧洲和美国限值 ③R1233zd(E)和R1234ze(E)专利在2032将在中国到期，届时冷媒价格将于R134a趋近
中国香港	2025	待决策	<150	可用R1233zd(E)，预测R1234ze(E)在2024年底开放
东南亚(除新加坡)	2029	可使用	待定	以R1233zd(E)和R1234ze(E)为主做产品对应
新加坡	2022	可使用	< 15	仅可使用R1233zd(E)及R1234ze(E)
日本	2025	可使用	< 10	以R1233zd(E)和R1234ze(E)为主
中东	2032	可使用	待定	大冷量项目，产品以R1233zd(E)为主
美国	2025	可使用(部分州)	<700	以R1233zd(E)和R1234ze(E)为主，R513A过渡
欧盟	2022	可使用	< 150	仅可R1233zd(E)和R1234ze(E)为主

图1:基加利修正案中各区域切换时间表

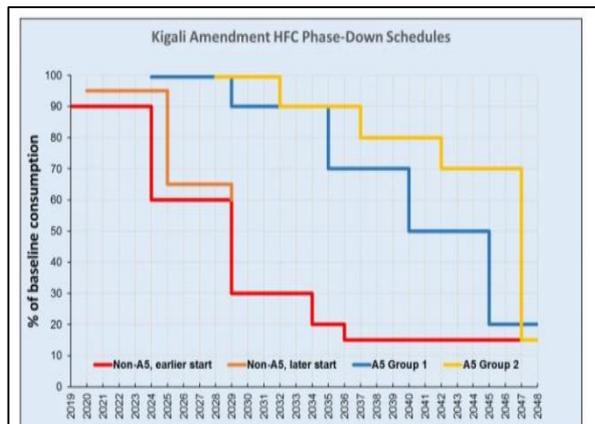


表2：国家内别分组及各组别主要国家

分类	国家代表	冻结时间及削减起始
Non-A5, earlier start (非A5, 提前开始)	美国、日本、欧盟各国、澳大利亚等	2011-2013基准 2019削减10%
Non-A5, later start (非A5, 较后开始)	俄罗斯、白俄罗斯等	2011-2013基准 2020削减5%
A5, group 1 (A5第一组国家)	中国、韩国、泰国、巴西、菲律宾等	2020-2022基准 2029削减10%
A5, group 2 (A5第二组国家)	印度、卡塔尔、沙特阿拉伯、阿联酋等	2024-2026基准 2032削减10%



02 主要HFO冷媒特性介绍



冷水用正压制冷剂

方向：低GWP、能效高、高容积制冷量

冷媒	R134a	R513A		R515B 		R450A		R1234ze (E)	R1234yf 
组成	R134a	R134a	R1234yf	R1234ze (E)	R227ea	R134a	R1234ze (E)	R1234ze (E)	R1234yf
比率	100	44	56	91.1	8.9	23	25	100	100
COP①	8.06	7.93		8.06		8.10		8.06	7.79
沸点 (°C)	-26.1	-29.6		-18.8		-23.4		-19.0	-29.5
ODP	0	0		0		0		0	0
GWP	1430	629		299		588		1	1
临界温度 °C	101.1	94.9		108.9		104.5		109.4	94.7
临界压力 Mpa	4.06	3.65		3.58		3.82		3.63	3.38
容积制冷量 @25°C (kJ/kg)	5751.4	5883		4367.1		5177		4393.4	5512.9
饱和气相压力 @25°C/Bar	10.4	7.13		4.95		5.79		4.99	6.83
温度滑移 @25°C (K)	0	0		0		0.64		0	0
燃烧下限 (LFL) (v/v%)	-	-		-		-		6.5	6.2
安全等级	A1	A1		A1		A1		A2L	A2L

备注：①COP基于Ts=5°C，Td=35°C，Tsub=5°C，单级等熵压缩测算。

冷水用低压/ORC/热泵用制冷剂

方向：临界温度高、低GWP、能效高、安全。

冷媒	R123	R1233zd (E)★	R245fa	R514A★	
组成	R134a	R1233zd (E)	R245fa	R1130 (E)	R1366mzz (Z)
比率	100	100	100	25.3	74.7
COP①	8.47	8.39	8.32	8.40	
沸点 (C°)	27.8	18.3	15.1	37.4	
ODP	0	≈0	0	0	
GWP	77	1	1030	2	
临界温度 C°	183.7	166.5	153.9	94.9	
临界压力 Mpa	3.66	3.62	3.65	3.65	
容积制冷量@25C° (kj/kg)	156.6	248.1	284.1	120.6	
饱和气相压力 @25C°/Bar	0.91	1.30	1.49	0.60	
温度滑移 @25C° (K)	0.02	0	0	0	
职业浓度极限 (ppm) ③	50	800	300	350	
安全等级	B1	A1	B1	B1	

备注：①COP基于Ts=5°C，Td=35°C，Tsub=5°C，单级等熵压缩测算；

②职业浓度极限是冷媒是否具有毒性的判断标准，OEL≥400即为无毒冷媒。



03 武汉麦克维尔HFO磁悬浮机组型谱

磁悬浮技术 - MCQUAY超过15年的技术沉淀

1
10年
经验

McQuay长期致力于磁悬浮技术的研究及产品推广

2001年

全球第一台
磁悬浮压缩机问世

2003年

全球第一台磁悬浮空
调诞生于麦克维尔，
并被使用于麦克维尔
武汉工厂

2006年

麦克维尔在中国的第一个磁
悬浮空调项目（长春化工
（漳州）有限公司）成功调
试并稳定运行

2009年

麦克维尔成功研发
具有完全自主知识
产权的磁悬浮压缩
机及空调机组

2015年

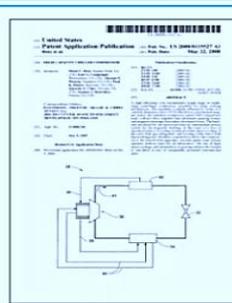
麦克维尔磁悬浮空调
用户遍及全球，销量
首次突破4000台

2016年

麦克维尔全新一代
WXE系列磁悬浮空调
焕新发布



全球第一台磁悬浮空调诞生于麦克维尔



麦克维尔自主知识产权的
磁悬浮压缩机取得美国专利



2018年，McQuay正式推出使用R1233zd(E)冷媒的磁悬浮双级离心压缩机的冷水机组

2020年，McQuay和Danfoss合作推出R1234ze(E)冷媒的磁悬浮双级离心压缩机的冷水机组

武汉麦克维尔磁悬浮机组型谱

离心产品		当前产品型谱				
R1233zd(E)	磁悬浮 WMTC	WMTC 400-900RT				
R1234ze(E) &R515B	Oiled(提案) /磁悬浮	Danfoss TGS 100-550RT		Danfoss VTX 1000-1350RT		
R134a&r513A	磁悬浮 WME	WME GEN2 400-1500RT				
	磁悬浮 TT	Danfoss TT 100-800RT				
制冷量		500	1000	1500	2000	~3500



04 R1234ze (E) 磁悬浮机组介绍



R1234ze (E) 磁悬浮机组-TGS系列

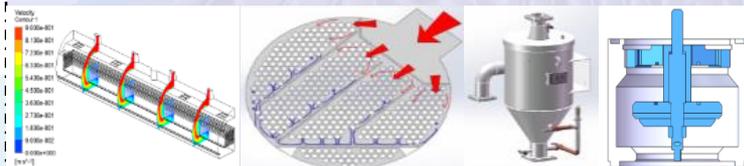
冷量范围：100RT~550RT，COP最高可达7.17 @AHRI；
 技术特点：多机头，降膜蒸发器；
 技术优势：极佳的部分负荷性能，IPLV最高可达12；
 应用领域：商业应用及数据中心、节能改造；

	参数
总体	100-500RT (1~4颗压缩机组合.)
压缩机类型	TGS390/490/520
COP	6.6~6.8@AHRI
部分负荷效率	IPLV 12(VFD)-@AHRI
减载能力	AHRI Relief: 10%~100% Constant 29.5/32°C: 10%~100%
噪声	83dB(A)
快启时间	180s到达停机前100%负荷
最小运行压比	1.2 (-7°C -/10.6°C工况下，最低减载能力达10%)



专利设计的多机头降膜蒸发器设计NO:ZL 2019 2 1370217.6
 专利设计斜入式冷凝器NO:ZL 20151017 9343.3
 专利设计锥形立式经济器NO:ZL 20202210 5917.1
 专利设计止逆阀NO:ZL 202221635203.4

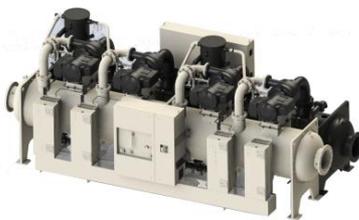
- 蒸发器冷媒充注量较传统满液低39%；
- 冷凝器换热效率大幅提升10%以上，冷凝器接近温差最低可达0.2°C；
- 降低经济器内冷媒充注量25%；
- 兼顾性能和可靠性，压降低至6kPa@150RT，寿命可达20万次；



R1234ze (E) 磁悬浮机组-VTX系列

冷量范围：1000RT~1350RT，COP最高可达7.17 @AHRI；
 技术特点：多机头，单流程降膜蒸发器；串联逆流
 技术优势：极佳的部分负荷性能，IPLV最高可达12；低水阻，最低两器水侧损失低至10kPa；
 应用领域：商业应用及数据中心、能源站、节能改造；

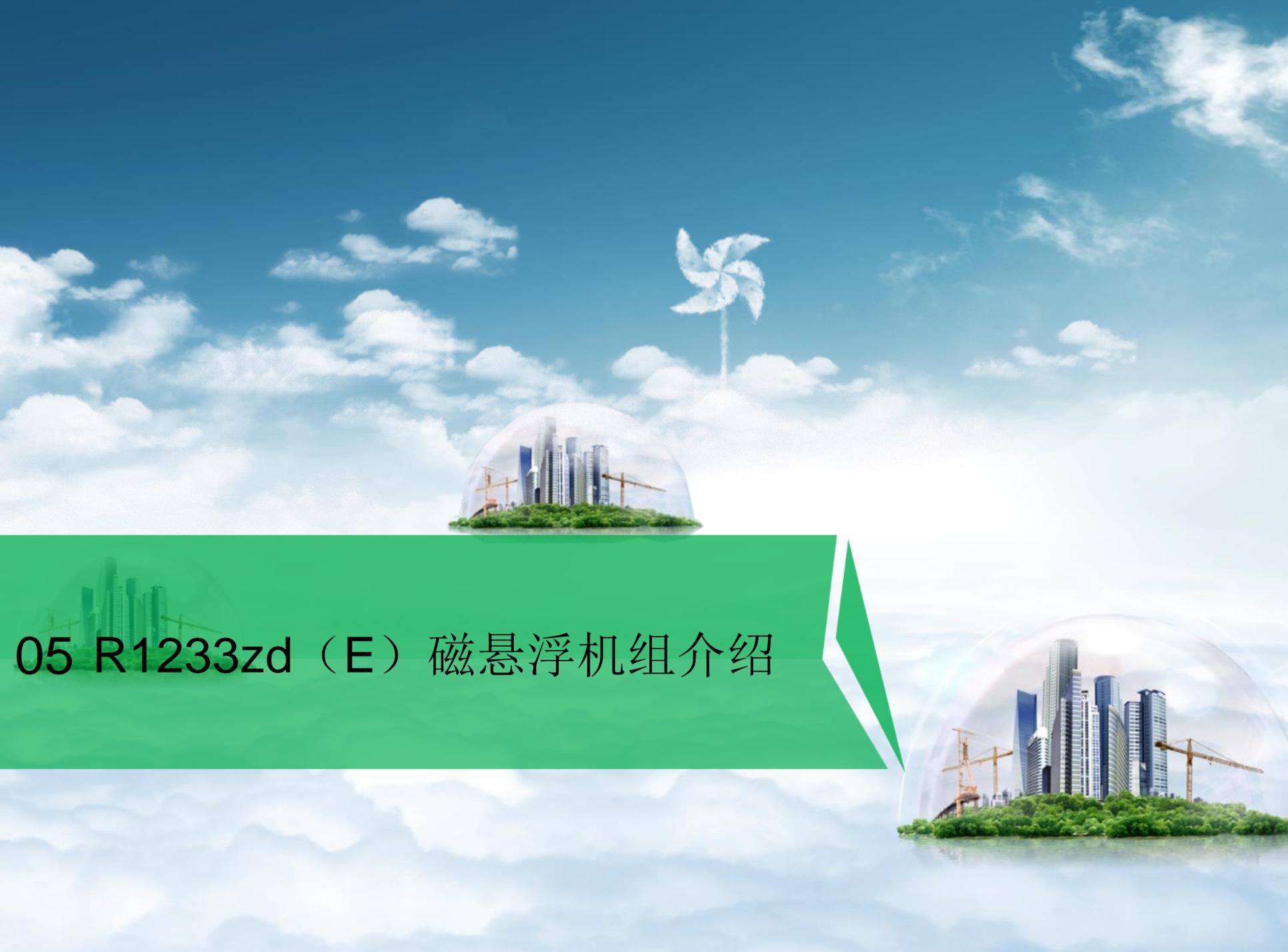
	参数
总体	1000-1350RT (4颗压缩机双回路.)
压缩机类型	VTX1600
COP	6.6~6.8@AHRI
部分负荷效率	IPLV 12(VFD)-@AHRI
减载能力	AHRI Relief: 20%~100% Constant 29.5/32°C: 20%~100%
噪声	79dB(A)
快启时间	180s到达停机前100%负荷
水压降	<40kPa



专利设计的多机头单流程降膜蒸发器设计
 NO:ZL 2022 21360217.4

- 蒸发器冷媒充注量较传统满液低39%；换热性能和满液相当。

备注：通过非均匀分配器巧妙设计解决了以下2个难题：
 ① 入口位置换热温差大换热量高，流量不足管外液体蒸发
 ② 靠近出口位置换热温差小，液体过多浪费

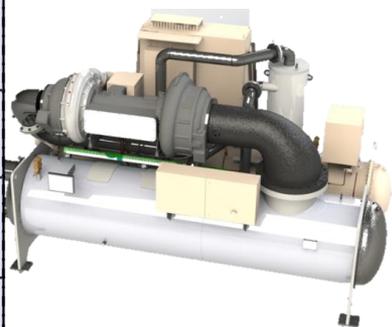


05 R1233zd (E) 磁悬浮机组介绍

R1233zd (E) 磁悬浮机组介绍-WMTC系列

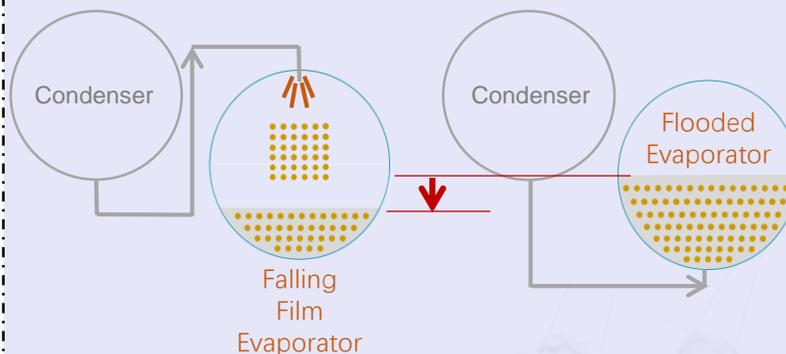
冷量范围：400RT~900RT，COP最高可达7.3 @AHRI；
 技术优势：极佳的部分负荷性能，IPLV最高可达12；
 应用领域：高效机房、数据中心、节能改造；

	参数
总体	400-900RT
压缩机类型	WMT50B/80B
COP	~7.3@AHRI
部分负荷效率	IPLV 12 (VFD)-@AHRI
减载能力	AHRI Relief: 20%~100% Constant 29.5/32°C: 20%~100%
噪声	85dB (A)
VFD冷却方式	风冷
启动水温	最高45°C

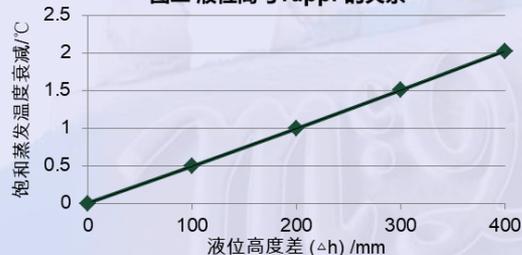


专利设计的多机头降膜蒸发器设计NO:ZL 2019 2 1370217.6

- 蒸发器冷媒充注量较传统满液低40%；
- 蒸发器接近温差最低可达0.4°C；



图二 液位高与Tappr的关系



备注：对比满液式蒸发器浸没效应对于蒸发换热的影响更小

磁悬浮双级离心式压缩机

基于R1233zd(E)环保冷媒 开发

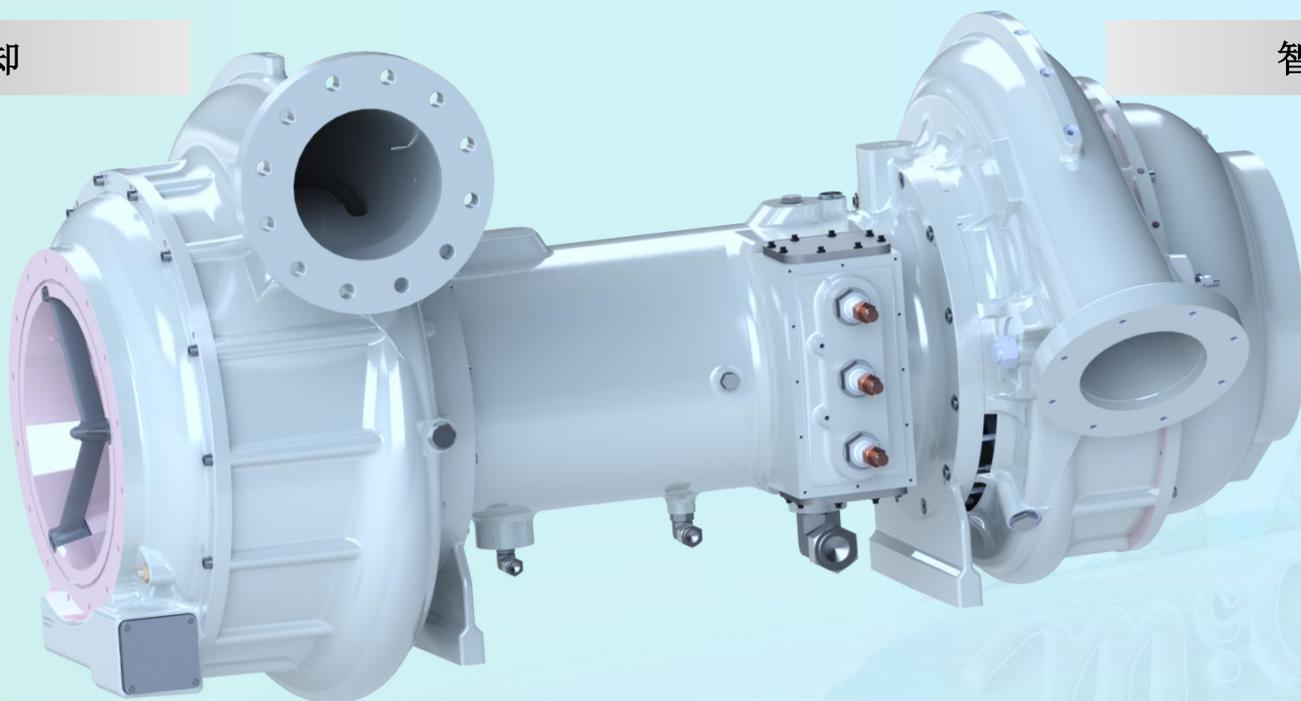
双级B-B叶轮+双级IGV

先进的磁轴承控制系统

直驱变频+风冷VFD

制冷剂冷却

智能防喘振



超过12kHz传感器扫描频率

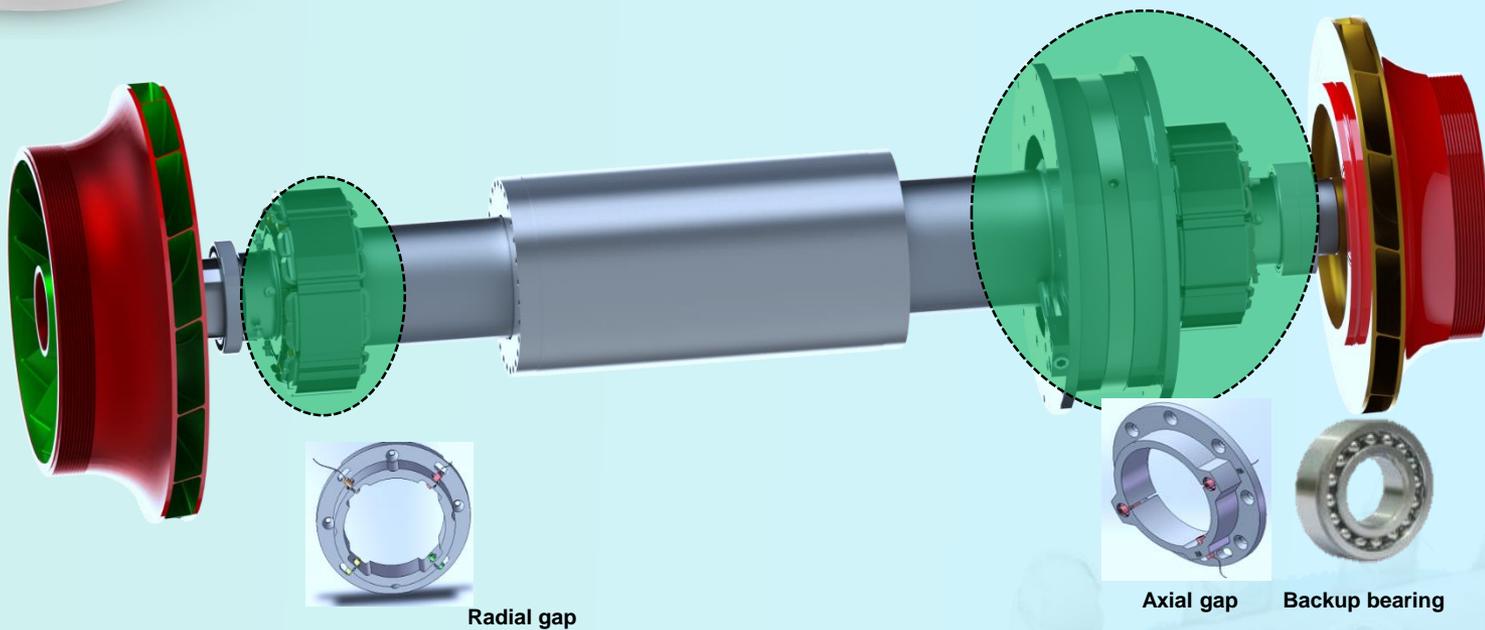
磁轴承Gap+备降轴承双重保护

磁悬浮技术 - 稳定可靠的控制系统

1

稳定
可靠

磁轴承控制系统确保叶轮在任何条件下的位移不超过 $10\mu\text{m}$



10组传感器

超过12kHz检测频率

$10\mu\text{m}$ 位移控制

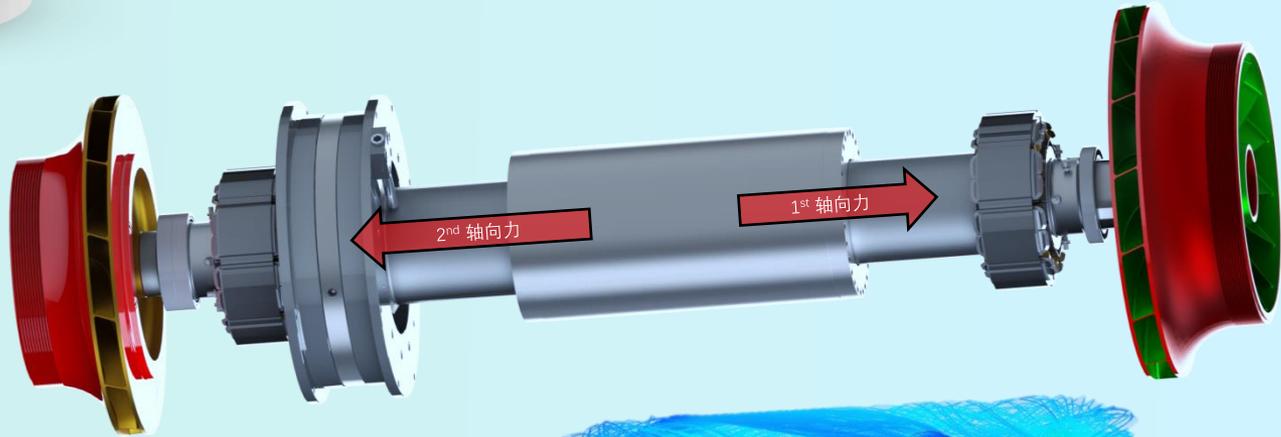
备降轴承保护

双级压缩技术 - 3D叶轮B-B布置

2

高效
叶轮

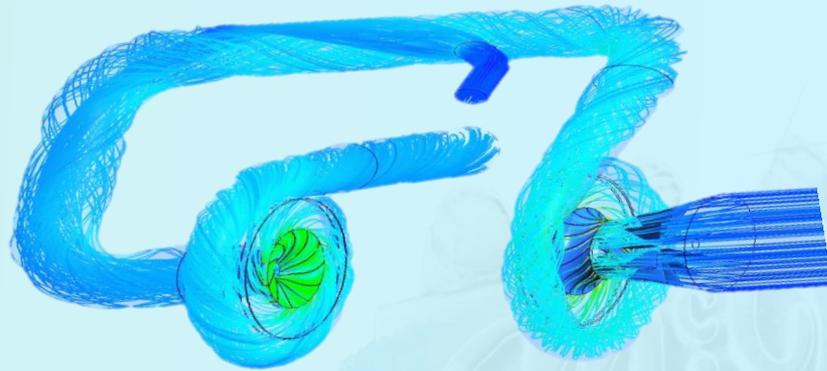
双级3D叶轮沿轴向背靠背布置，确保压缩机效率最优



3D叶轮

B-B布置，轴向力平衡

外置回流道，损失更低

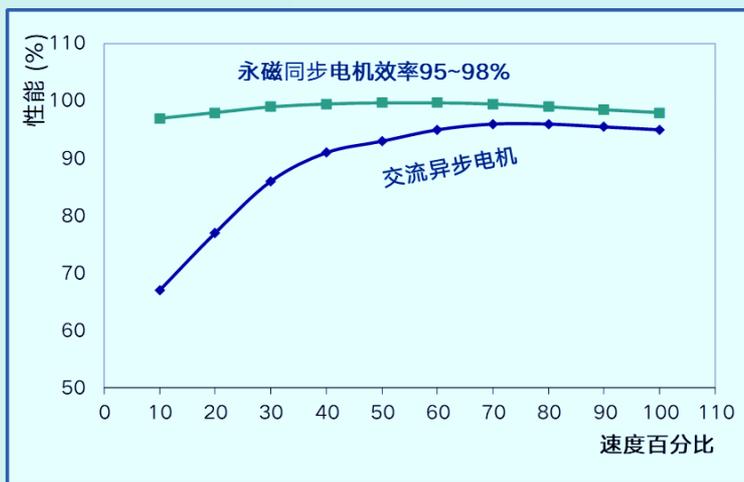


智能变频技术 - 高效直驱变频

3

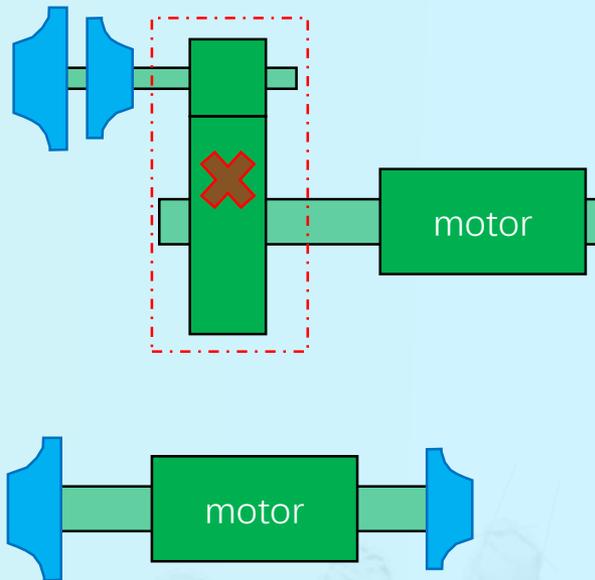
变频
直驱

PM电机直驱系统，确保机组在不同负载下均处于高效运行



PM电机满载效率更高

全速度范围内效率保持



直驱系统无齿轮传动损耗

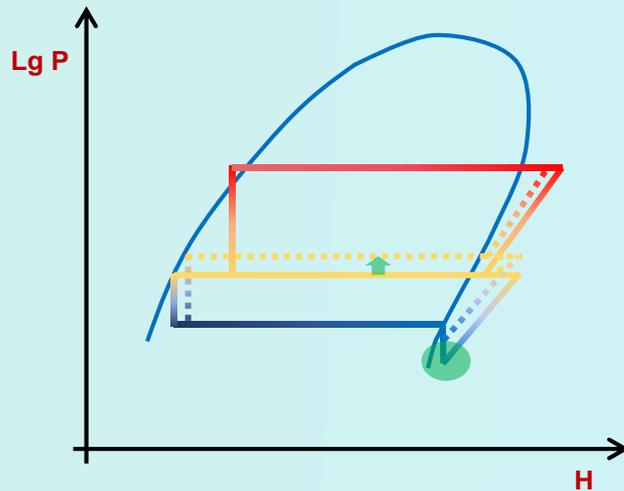
结构简单，布局更合理

双级压缩技术 - 高效能量调节系统

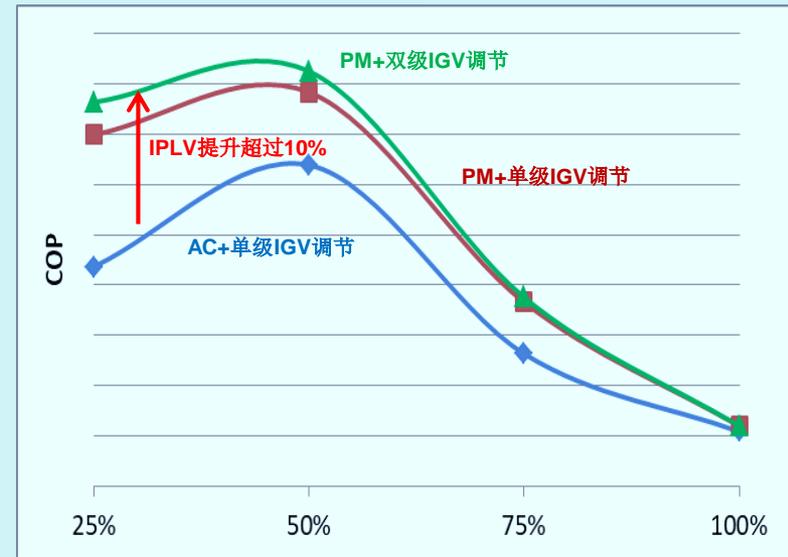
4

高效
能调

变转速调节辅以双级IGV，确保不同工况下压缩机效率始终最优



两级叶轮压比均衡



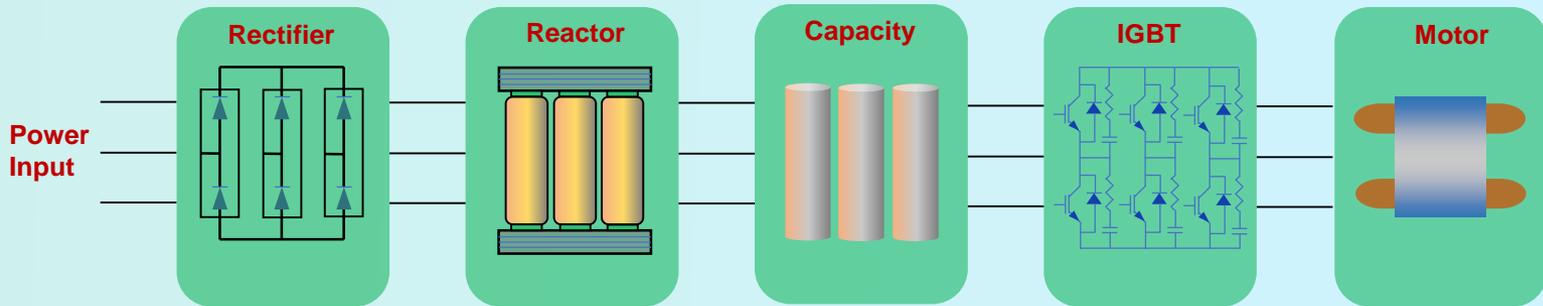
双级IGV调节IPLV提升4%

高效直驱高速变频柜 - 提供全负荷区间内超高效率

5

稳定
高效

匹配直驱PM电机的高效变频柜，提供全负荷区域内超高效率

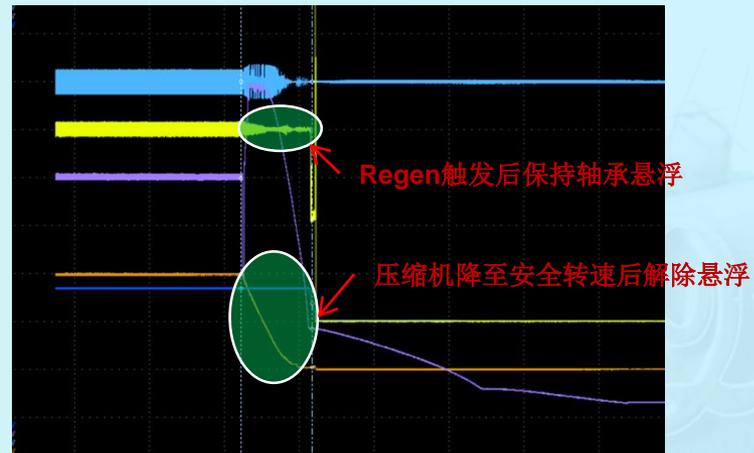


智能载波控制

MTPA算法控制

Regen能量回收控制

电机参数自学习功能

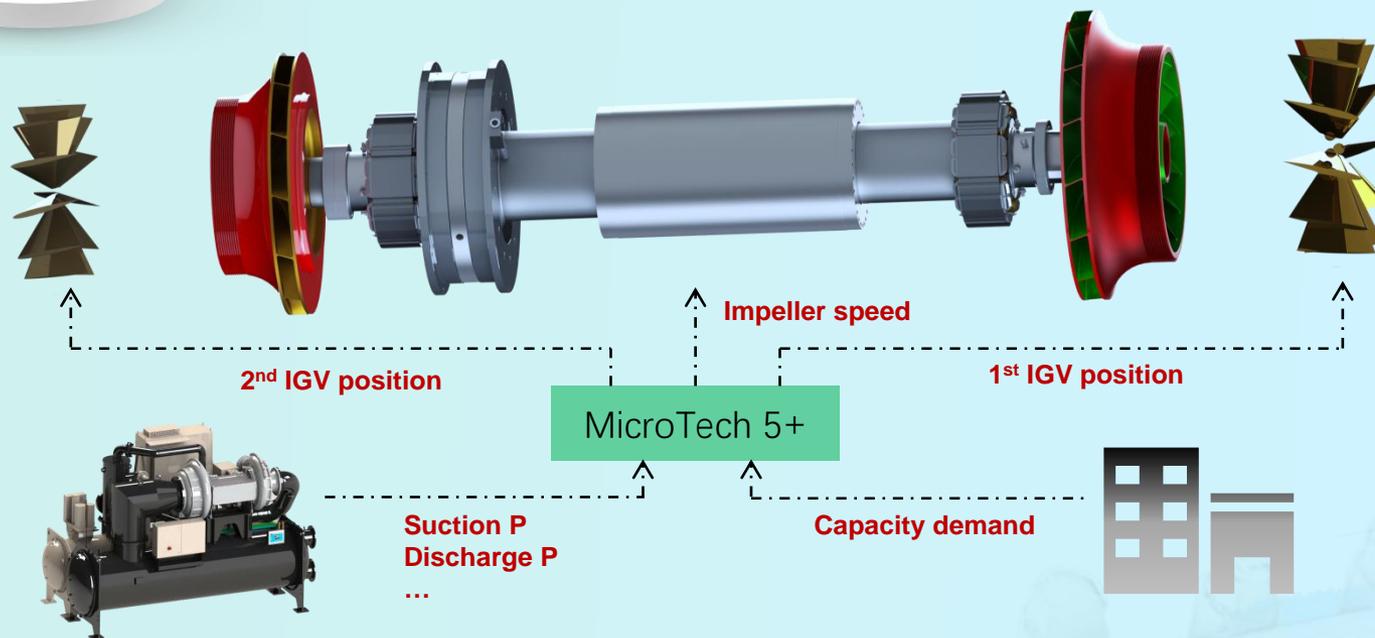


智能转速控制 - VFD/IGV匹配

6

智能控制

实时精准控制IGV/VFD，使压缩机始终运行于高效区间



实时优化运转频率

调整精度1RPM

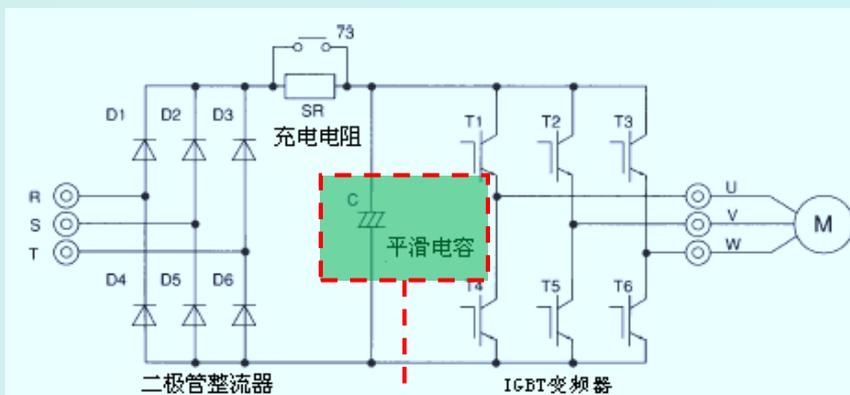
匹配IGV实现10%减载

完善的安全保护 - 失电保护

7

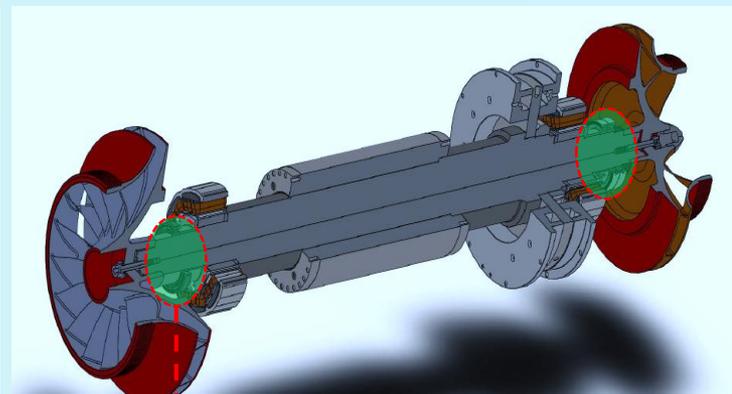
失电
保护

Regen保护+备降轴承确保压缩机在失电时的轴承安全



失电时进入Regen模式吸收压缩机
惯性势能向磁轴承供电

变频柜Regen保护



磁轴承供电停止后由备降轴承
实现自由停车

备降轴承安全停车

联系我们

需要了解更多，
请和我们联系！

麦克维尔中国网站：www.mcquay.com.cn



麦克维尔中国微信