



节能环保 制冷压缩机未来技术展望

Energy Saving and Environmental Protection –
Future Technology Prospects of Compressors

GMCC & Welling 郑立宇 2018年8月



目录 Contents

第一章

节能环保

第二章

技术趋势

第三章

未来展望

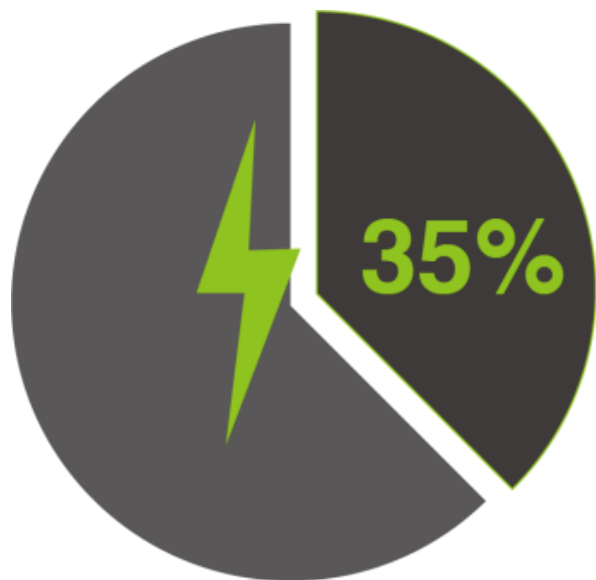
家电给我们带来生活的便利，
同时也增加了地球的负担。





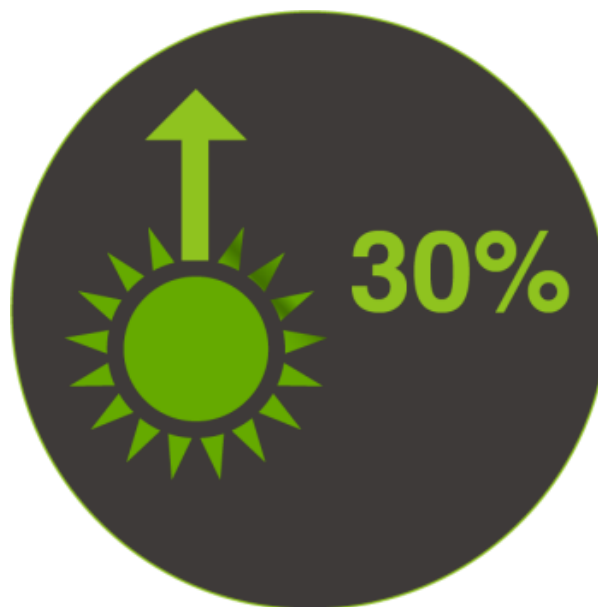
法国巴黎召开的气候变动框架条约第21回缔约国会议(COP21)以及京都议定书第11回缔约国会议(CMP11)规定，包括发展中国家的**所有国家都有对减少温室气体的排放采取措施的义务。**

家电作为能耗的大户，温室气体排放的控制对高效节能空调及压缩机不断提出更高的要求。



家电消耗电力占比

>



如果电器能源效率提升

>



可节省电力

根据国际能源机构IEA研究，从世界范围看，家电是继汽车之后发展最快的能源消耗者，家电消耗的电力在电力总消耗的占比**超过35%**；据估算，如果家用电器的能效**提高30%**，每年可以减少排放超过**3亿吨二氧化碳**，节省电力超过**600TWh**，从温室气体排放的观点，相当于从公路上**减少1亿多辆汽车**。



每年可节约用电



HCFCs的破坏



HCFCs的影响

同样的1.5HP空调，1级能效比3级能效产品每年节约电量约200kWh，以目前中国空调保有量约5亿台计算，每年可节约用电约**1000亿kWh**，相当于减少消耗约**3190万吨标准煤**，减排二氧化碳**8580万吨**。同时，对臭氧层破坏严重的制冷剂CFCs、HCFC都是制冷家电的常用冷媒，会导致臭氧层空洞的出现。不但如此，冷媒产生的温室效应也值得重视，全球温度**提高6°C**，将会是**世界末日**！人们改善了家居室内环境的同时也在破坏自然环境。



压缩机技术发展代表

- 01 变频变容喷气耦合技术
- 02 两级压缩技术
- 03 独立压缩技术
- 04 小型化发展趋势



目录 Contents

第一章

节能环保

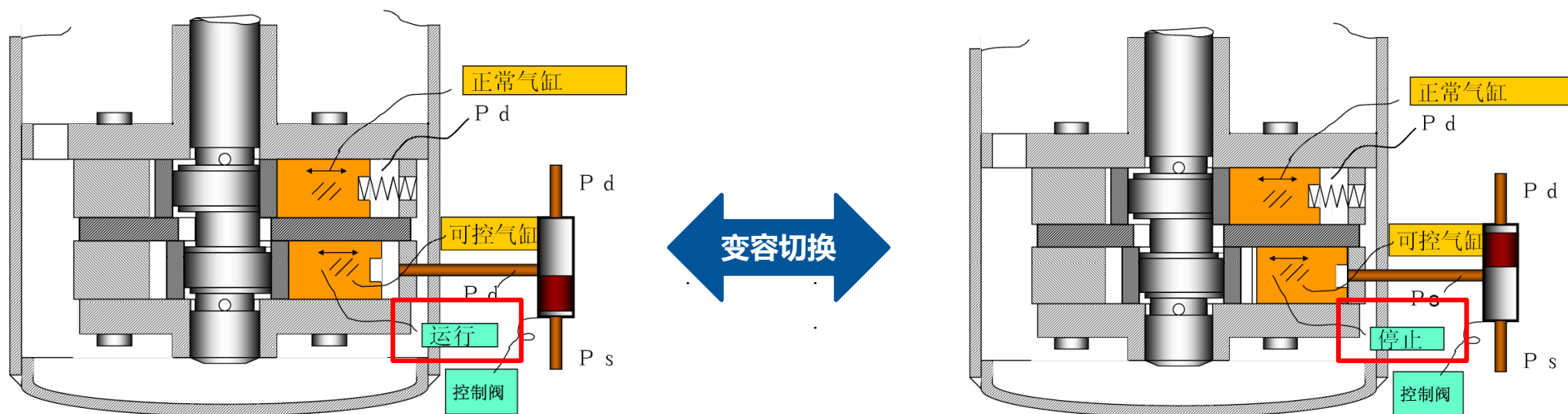
第二章

技术趋势

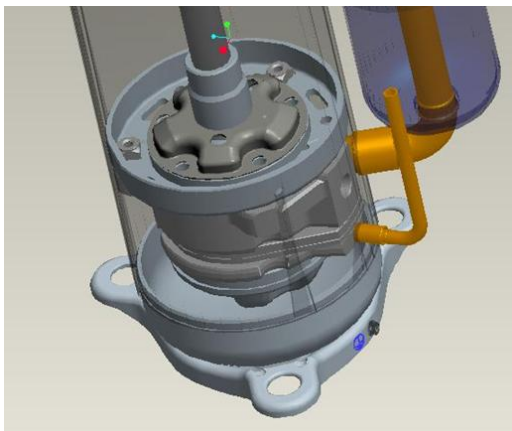
第三章

未来展望

变容压缩机原理



- 双气缸结构，其中一个气缸进行运转/卸载控制；
- 夏季或标准工况时单气缸运行；
- 冬季或低温工况时，双气缸运转，提升制热能力。



普通变容技术特点：

1. 变容压缩机通过控制部分气缸加/卸载实现能力变化；
2. 低温制热时可大幅度增加压缩机制热量；
3. 同时避免压缩机高频运行噪音问题。



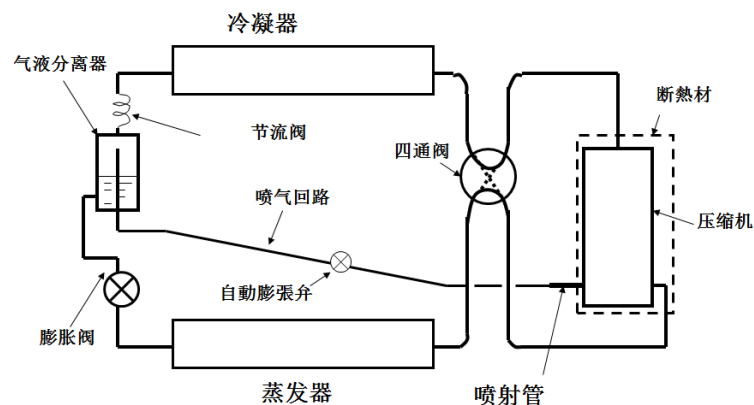
普通变容技术局限性：

1. 循环未优化，能效受影响，不能解决低蒸发温度能效问题；
2. 实现高出风温度时，排气温度高，可靠性风险。



传统喷气技术特点：

1. 通过喷气增焓技术实现低温制热能力提升；
2. 独特的止回阀大能力喷气技术，制热提升20%~30%；
3. 压缩机低温运行能效及出风温度改善；
4. 循环优化，能效提升。

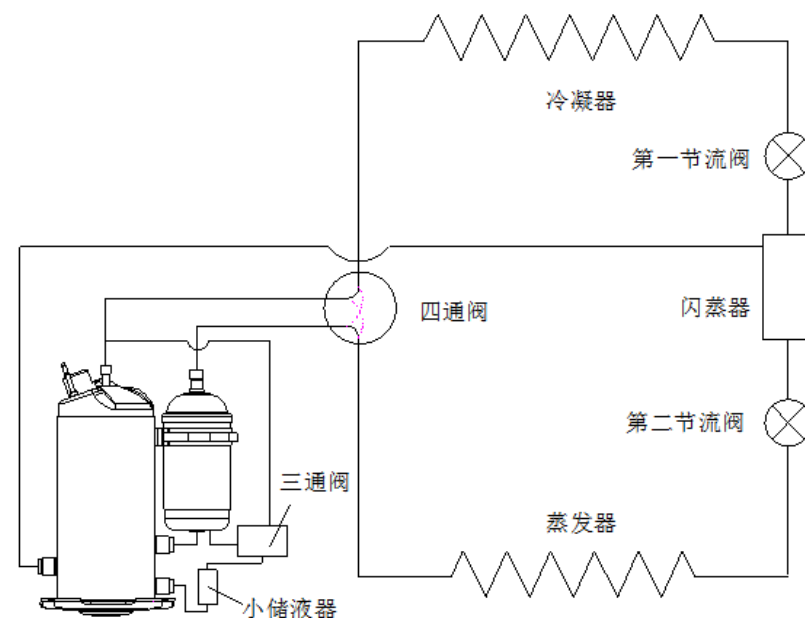


传统喷气技术局限性：

1. 不能调节压缩机基础排量，能力提升幅度受限；
2. 高能力时需要高频运行，存在噪音问题。



- 解决单变频变容低蒸发温度能效降低问题；
- 解决单变频变容高出风温度时排气温度高问题；
- 解决单喷气增焓能力提升幅度受循环限制问题；
- 解决单喷气增焓高频运行时噪音问题。



GMCC变容喷气耦合压缩机系统应用方案



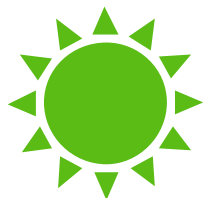
全能耦合技术与国内主流系统客户合作，系统匹配效果：

系统APF能效提升8%，高效节能；
-15℃制热能力提升45%，舒适制热；
结构简单、控制可靠、安装方便。

单一成本：
喷气or变容

双增效果：
变容+喷气

四超体验



超强制热能力



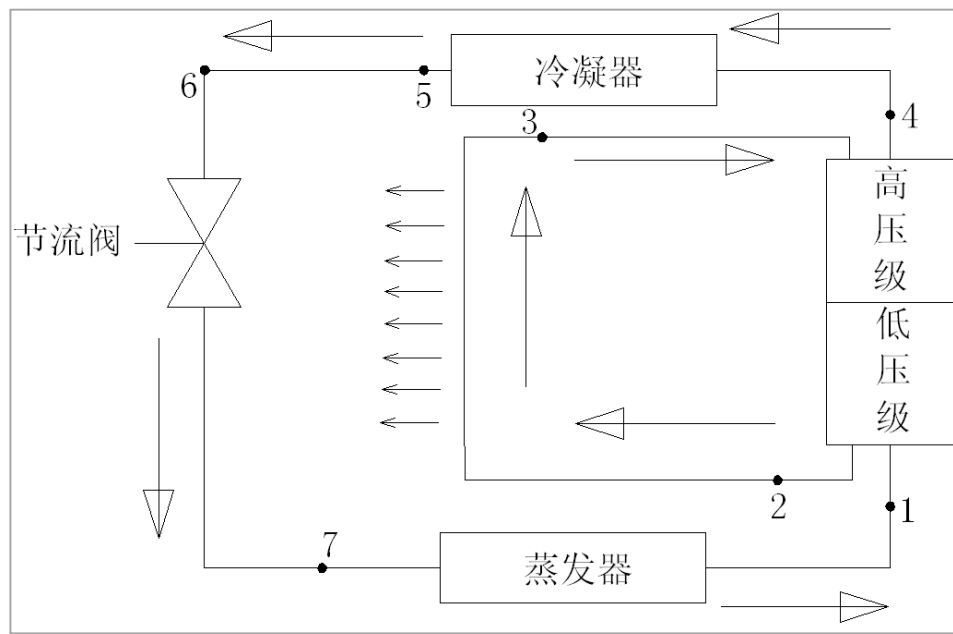
超快制热
2倍提速



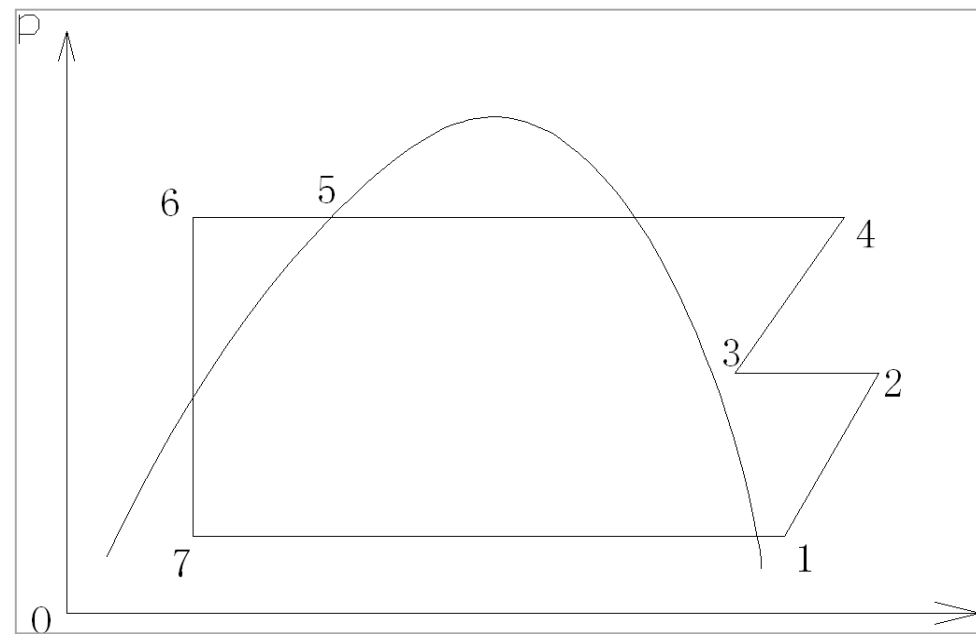
超静音
适宜速度运转



超高能效
高APF



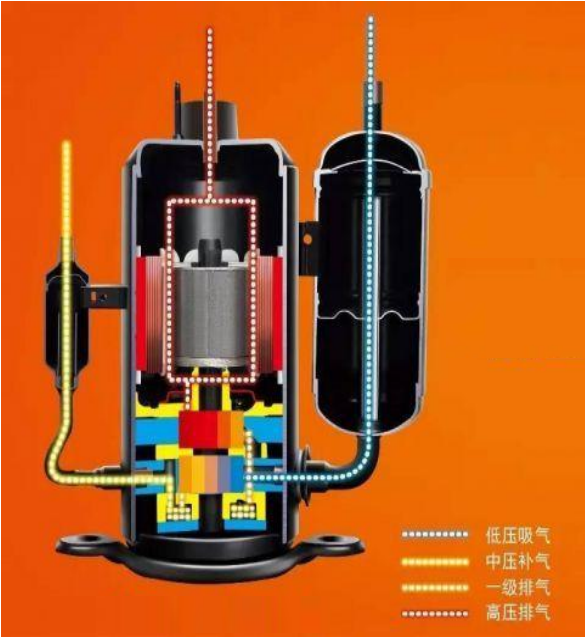
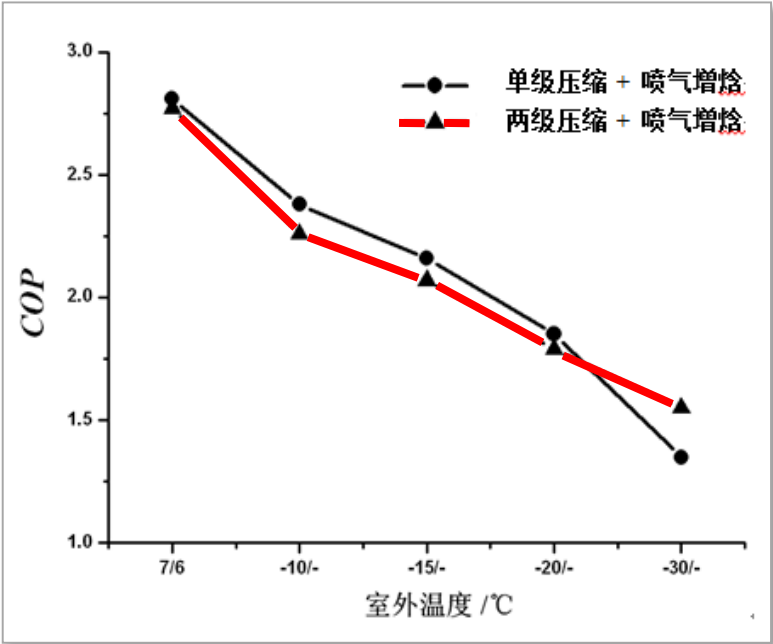
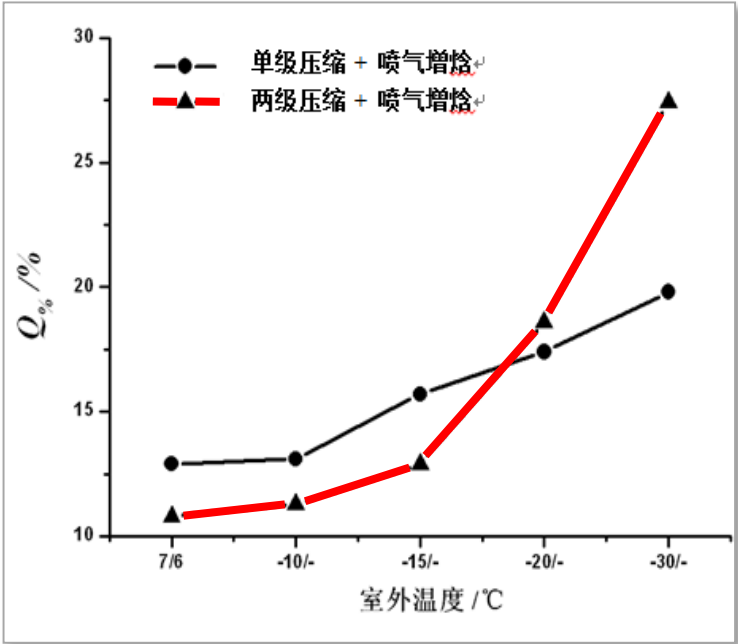
两级压缩+中间冷却系统图



两级压缩压焓图

两级压缩技术特点：



- 压缩机设置高、低压级两个气缸；
- 降低了压缩腔内制冷剂的内部泄漏损失；
- 机械损失增加以及制冷剂的流体损失增加。



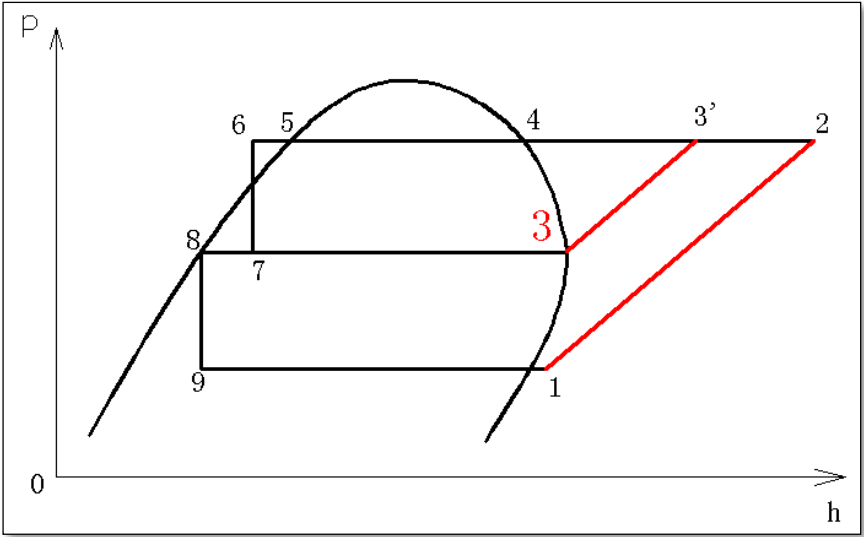
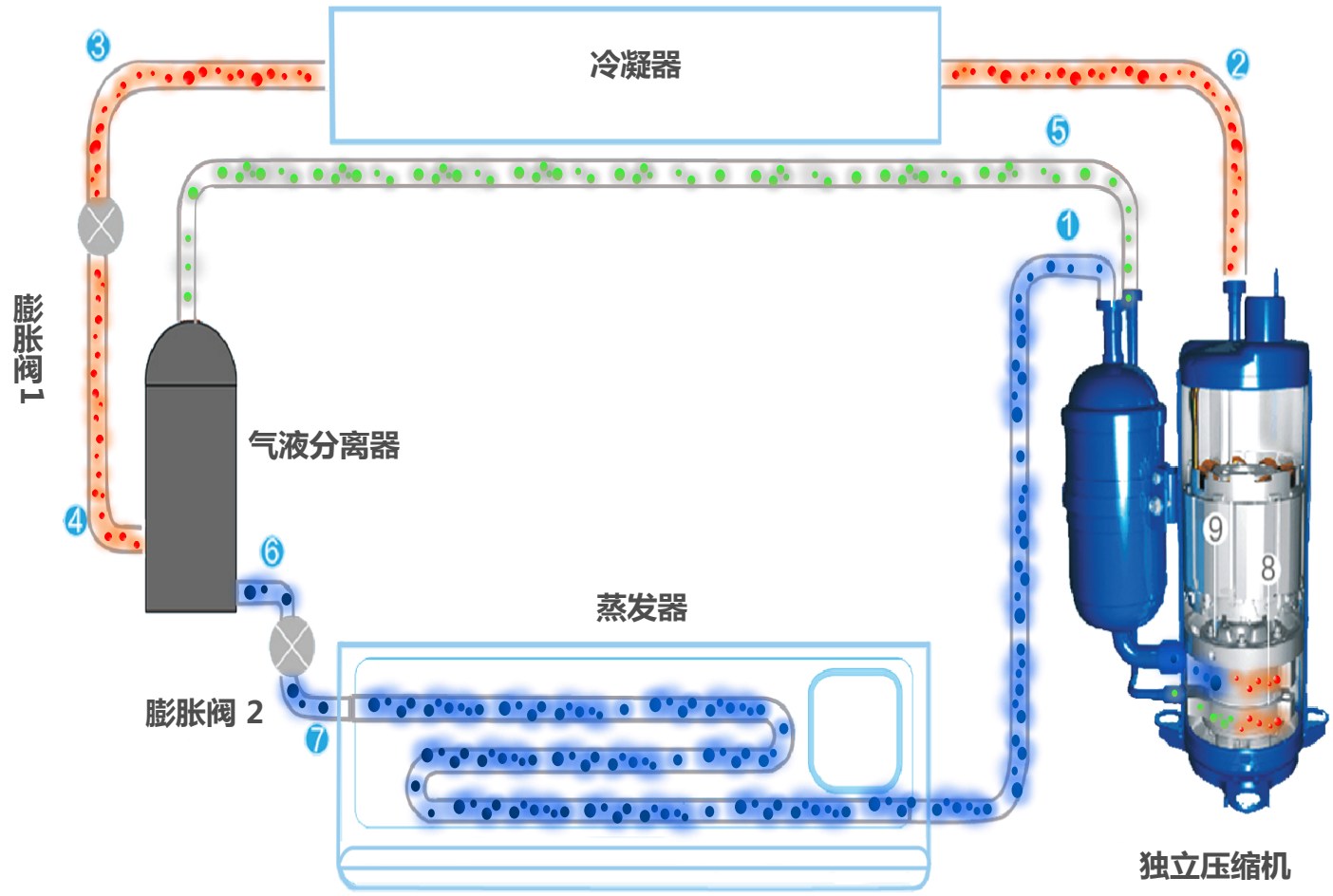
方案	系统特点	结构特点	机械效率	容积效率	补气量
两级喷气	系统相同，都采用两级节流中间喷气	双缸双级、单级压比小	低	高	大
单级喷气		单缸单级、单级压比大，小排量余隙影响大	高	低	小

优点：超低温下可提高制热量系统能效

局限：常规工况效率较差

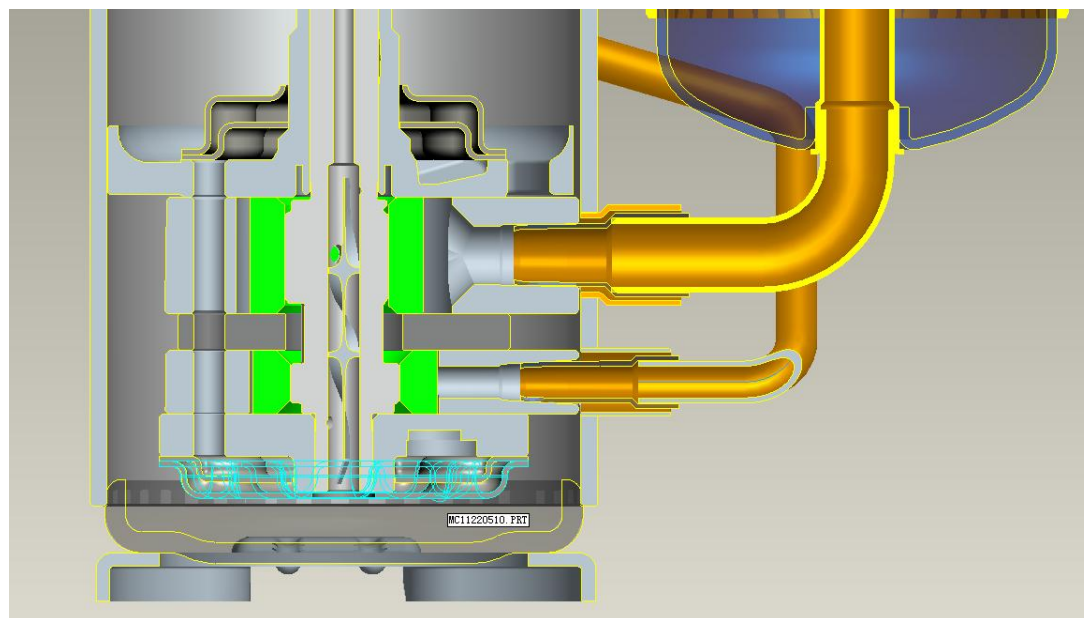
技术名称	图片	方案内容	技术效果	优点	缺点
变容喷气耦合压缩		实现变频、变容、 喷气增焓有机整合	1. 提升超低温制热量， 兼顾能效； 2. APF提升7.9%； 3. 制热量提升：-25℃ 制热能力提升量约 50%。	APF能效高； 超低温制热能力 大。	1. 补气循环中，有混 合损失； 2. 系统增加变容用三 通阀及管道+喷气 用节流阀、闪蒸器 及管道。
普通两级压缩		采用两级压缩， 中间喷气冷却技术	1. 提升超低温制热量； 2. APF提升约2%； 3. 制热量提升：-25℃ 制热能力提升约25%。	超低温运行时能 效高	1. 能力提升受限于循 环；机械效率低， 过压缩损失大； 2. 系统增加喷气用节 流阀、闪蒸器及管 道。

*目前市场已出现三缸变容两级压缩技术，在双缸两级压缩基础上通过变容增加基础排量而进一步增大低温制热能力。使用该技术的压缩机其APF值可提升约2%，零下25℃制热能力提升约50%，但其材料成本增加较多且批量生产工艺复杂度高。



独立压缩压焓图

独立压缩结构示意图



独立压缩技术压缩机通过**独立压缩闪发气体**有效改善**喷气循环能效**，减少压缩指示效率损失。
同时减小了进入蒸发器冷媒的干度，**改善蒸发换热效率**。

独立压缩技术压缩机能效提升效果

独立压缩技术APF值

工况	EER	中间压 (MPa)	能力 (W)	入力 (W)	权重 (%)	APF
额定制冷	5.02	1.76	3587	715	25	5.89
中间制冷	7.49	1.57	2413	322	33	
额定制热	5.16	1.47	4585	889	13	
中间制热	7.45	1.20	2341	314	10	
低温制热	4.46	1.44	4151	931	19	

基准系统APF值

工况	EER	中间压 (MPa)	能力 (W)	入力 (W)	权重 (%)	APF
额定制冷	4.35	-	3034	697	25	5.30
中间制冷	6.66	-	1445	217	33	
额定制热	4.50	-	3864	858	13	
中间制热	7.55	-	2115	280	10	
低温制热	3.73	-	3231	866	19	



APF: 5.89



11.3%

APF: 5.30

以空调使用量最大的1.5HP机型为例

部分小型化技术手段：

- 高功率密度电机设计；
- 高牌号磁铁；
- 零件刚性优化/变形抑制；
- 吐油量控制；
- 噪音振动控制；



传统定速机

重量约15kg

壳体外径约 $\Phi 130$



传统变频机

重量约10kg

壳体外径约 $\Phi 120$



新一代变频机

重量约7kg

壳体外径约 $\Phi 95$

持续推进压缩机小型化有利于实现家电更小体积、更优性能、更省空间、更加有利于智能化集成。
GMCC投入大量科研力量致力于压缩机小型化发展。



目录 Contents

第一章

节能环保

第二章

技术趋势

第三章

未来展望

压缩机高速化



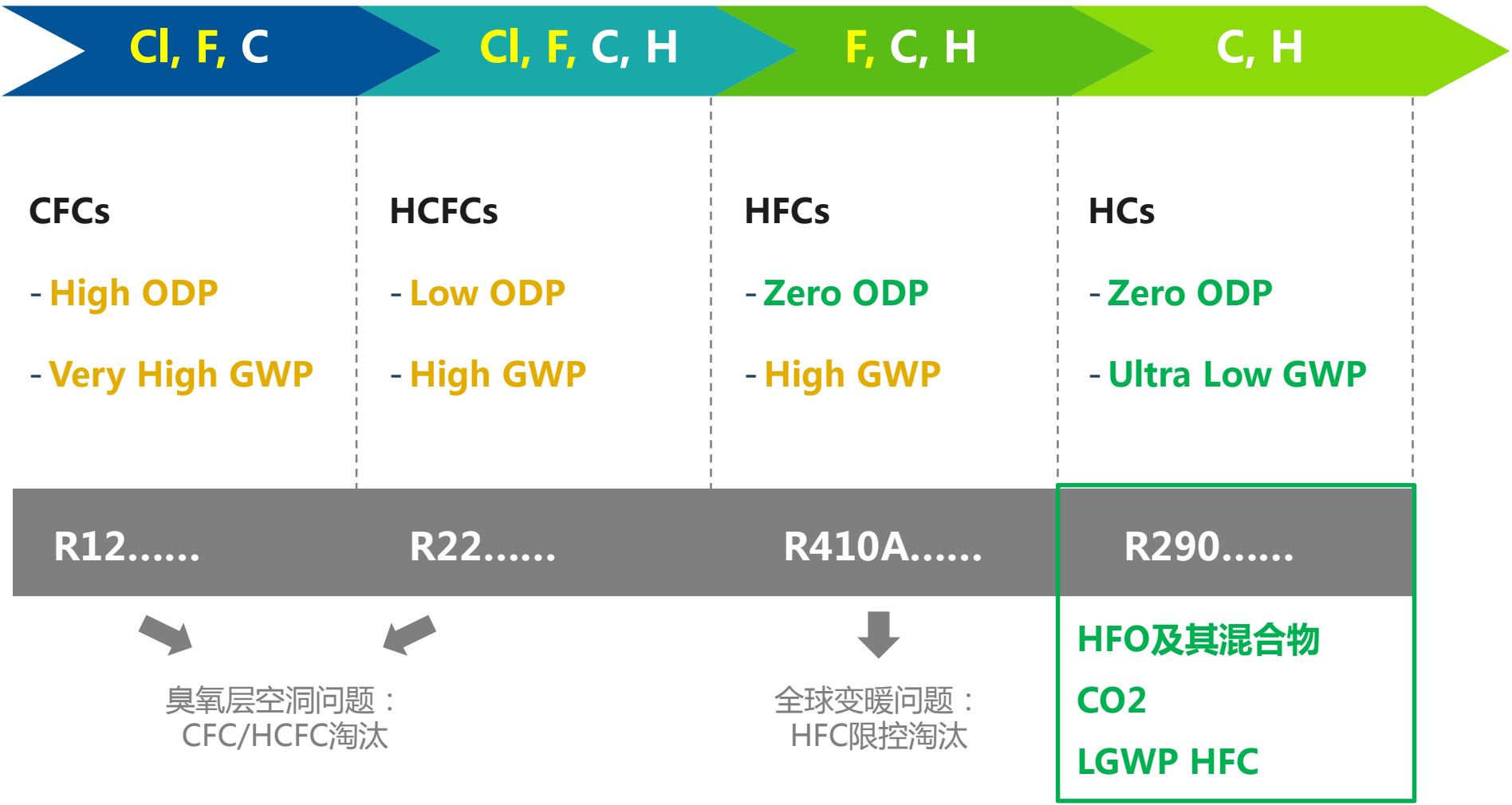
高效

成本

小型化

整机更加高效和小型化是长期追求，高速化作为压缩机底层技术，对压缩机的高效、成本、小型化都能带来一定贡献，无疑成为未来压缩机技术发展的重要方向，主要企业均已率先在此方面展开研究。

制冷剂主要替代路径



全球HFC限控要求及行动 / 基加利修正案及欧洲F-gas法案

法案	蒙特利尔议定书 基加利修正案				欧洲F-gas 法案
适用国家类型	第2条款国（发达国家）1	第2条款国（发达国家）2	第5条款国（发展中国家）1	第5条款国（发展中国家）2	欧盟
计算依据	以CO2排放为单位（以GWP换算）	←	←	←	←
基准年	2011-2013年	←	2020-2022年	2024-2026年	2011-2013年
基线值	HFC消费量+HCFC消费量	←	←	←	仅统计的HFC进口量
基线值-HFC部分	100%的HFC三年基准年均值	←	←	←	←
基线值-HCFC部分	* 15% HCFC基线值 * 其中，HCFC基线值=1989年的HCFC+1989年的2.8%的CFCs	* 25% HCFC基线值 * 其中，HCFC基线值=1989年的HCFC+1989年的2.8%的CFCs	* 65% HCFC基线值 * 其中，HCFC基线值=2009-2010的HCFC的均值	←	无
冻结	--	←	2024	2028	2015
第1阶段	2019：-10%	2020：-5%	2029：-10%	2032：-10%	2016：-7%
第2阶段	2024：-40%	2025：-35%	2035：-30%	2037：-20%	2018：-35%
第3阶段	2029：-70%	2029：-70%	2040：-50%	2042：-30%	2021：-55%
第4阶段	2034：-80%	2034：-80%			2024：-69%
稳定阶段	2036：-85%	2036：-85%	2045：-80%	2047：-85%	2027：-76%
适用国家	美国、欧盟、日本、加拿大、澳大利亚、挪威、瑞典等主要发达国家	俄罗斯、白俄罗斯、哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦	包括中国在内的大多数发展中国家	印度、沙特、巴基斯坦、科威特、巴林、伊朗、伊拉克、阿曼、卡塔尔、阿联酋	欧盟成员国



高速化



环保冷媒



多项耦合



新型压缩



GMCC为全球生态可持续发展贡献力量

未来压缩机技术展望



谢谢！

Energy Saving and Environmental Protection –
Future Technology Prospects of Compressors

GMCC & Welling 郑立宇 2018年8月