

**Panasonic**

**松下电器**

# 涡旋式制冷压缩机发展趋势浅析

松下压缩机（大连）有限公司  
发表人：郎贤明

2021 年 4 月

1 近年涡旋式压缩机市场情况

2 涡旋式压缩机结构技术特点

3 涡旋式压缩机应用拓展和发展趋势



# 1. 涡旋式压缩机市场情况

- 1905年，法国人Cruex在美国取得专利
- 1983年，涡旋压缩机首次在单元空调机器上开始商用
- 1990年以后，松下开发出家用空调用小型涡旋压缩机。

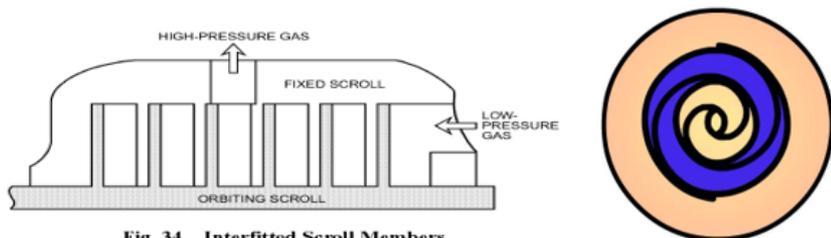
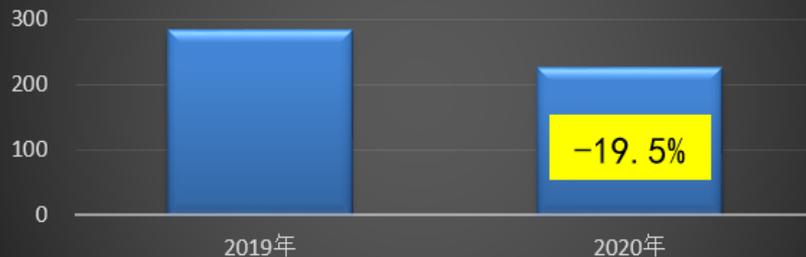


Fig. 34 Interfitted Scroll Members (Purvis 1987)

涡旋式压缩机2020年的销量下滑：

- 受到疫情影响，商用空调领域投资萎缩；
- 轻商空调受到变频转子机的替代。

## 国内涡旋压缩机销量对比



## 按照马力划分变化



1 近年涡旋式压缩机市场情况

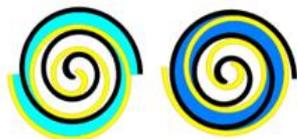
2 涡旋式压缩机结构技术特点

3 涡旋式压缩机应用拓展和发展趋势

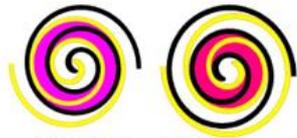


## 2.0 涡旋式压缩机技术特点

**【涡旋式压缩机】** 涡旋式压缩泵组部分由一对涡旋盘组合而成，压缩过程形成三对月牙形密封腔，随动涡旋平动由外向内，工质逐渐压缩，最后由排气口排出



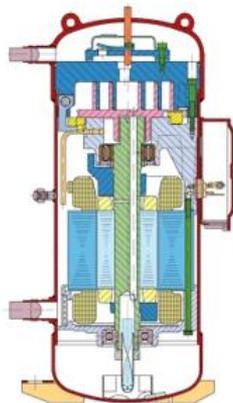
第一圈：吸气



第二圈：压缩

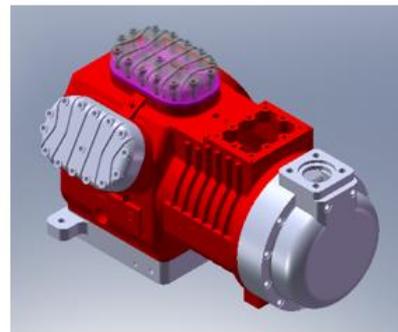
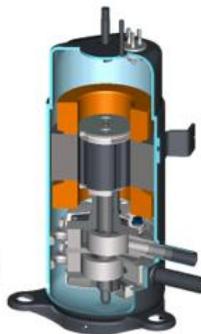
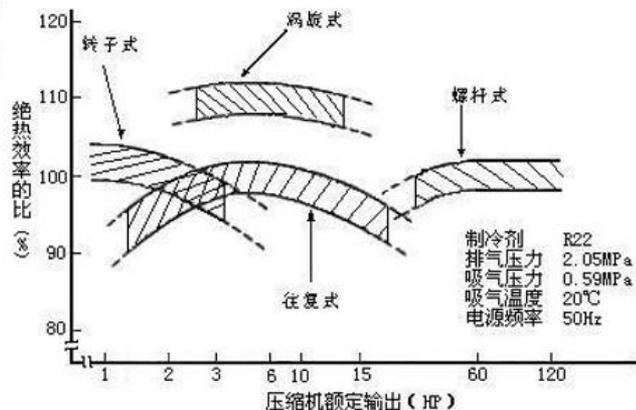


第三圈：排气



### 【特征】

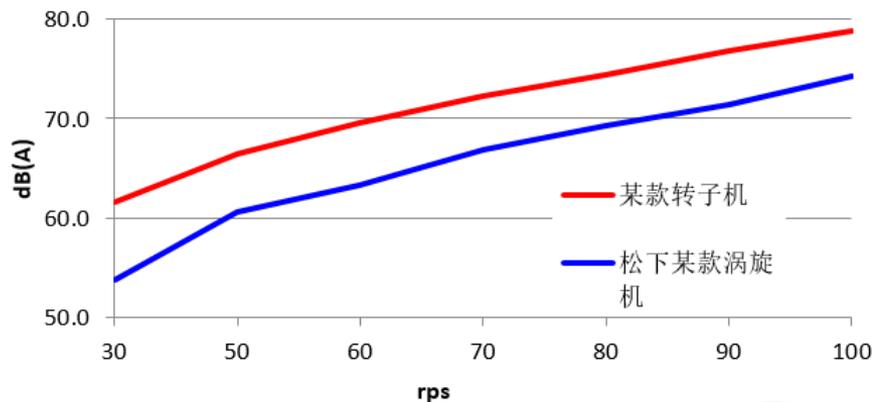
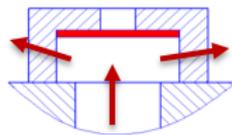
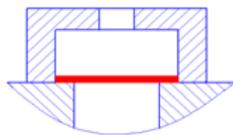
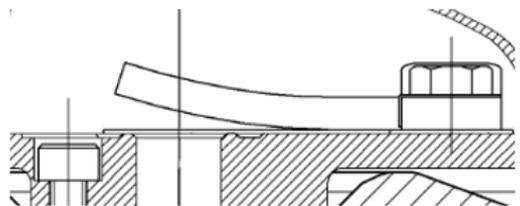
- 吸气和排气同时进行，从开始吸气到排气完成，主轴转动约1080度（3圈）以上；
- 低高压腔完全分离，压缩腔被分为吸气腔、中压腔和排气腔3部分



## 2.1 涡旋式压缩机技术特点：排气连续脉动小

由于结构特点，涡旋式压缩机有连续的吸气和排气过程

- 涡旋压缩机的一般没有排气阀或者采用只有停机才截止的圆片阀，所以在工作过程中，没有阀片反复震荡的动作，整体噪声值很低。



rps

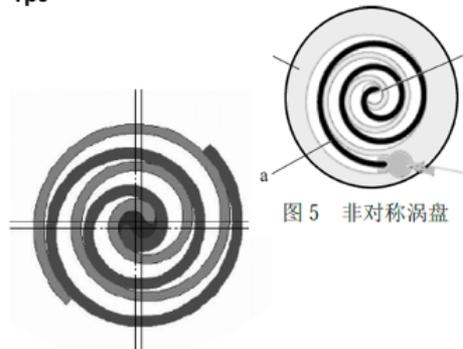


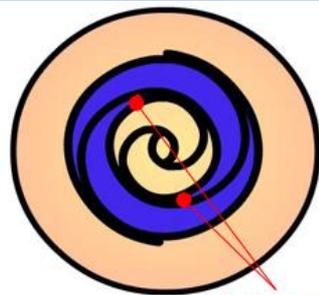
图5 非对称涡盘

图4 对称涡盘

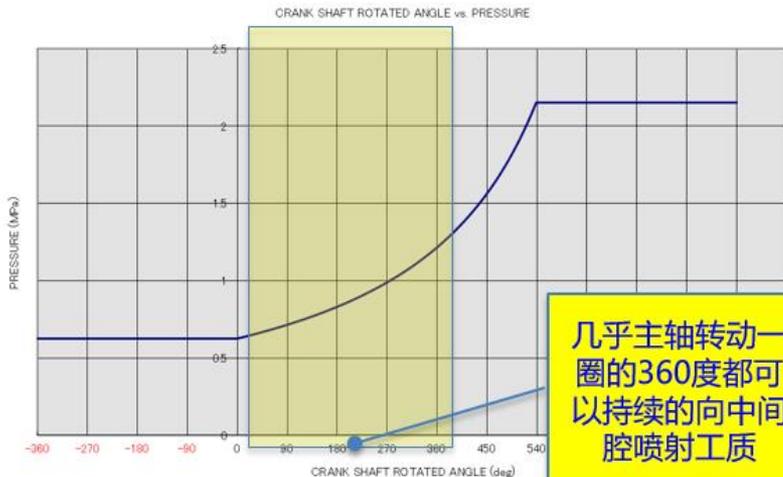
- 在一些对噪声、振动要求比较严格的领域，可能比较适合采用涡旋式压缩机；

## 2.2 涡旋式压缩机技术特点：中间压缩腔结构

- ◆ 随着热泵空调的普及，EVI喷气增焐技术应用越来越广泛，而涡旋压缩机具有中间压力腔，易于设计喷气增焐功能：
  - 1.可降低排气温度，扩大高压比运行范围；
  - 2.增加制热量，提高系统效率。



Injection Hole

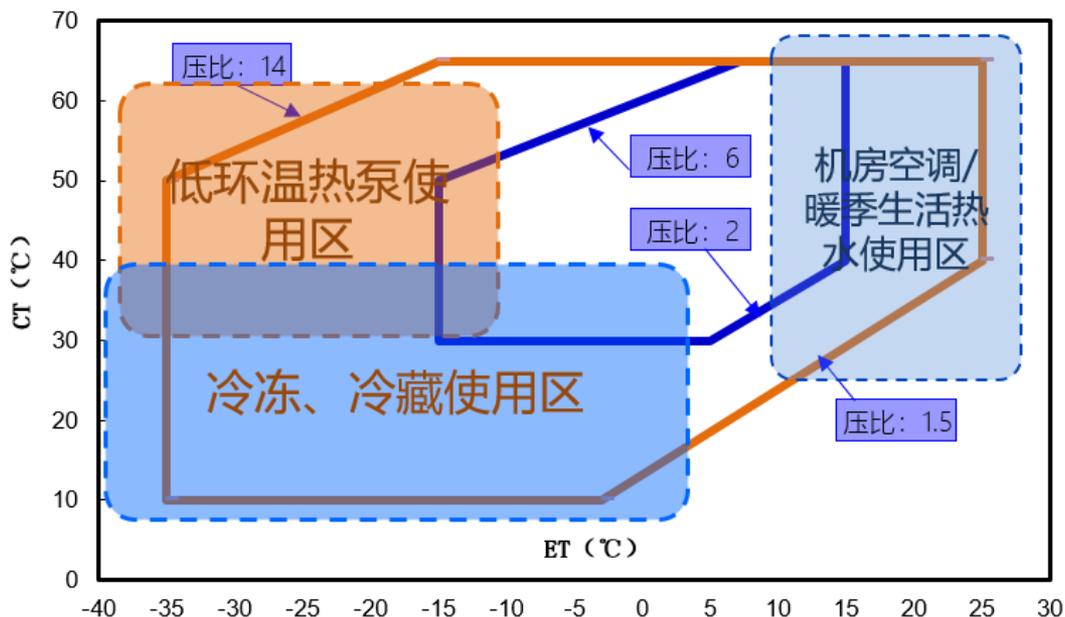
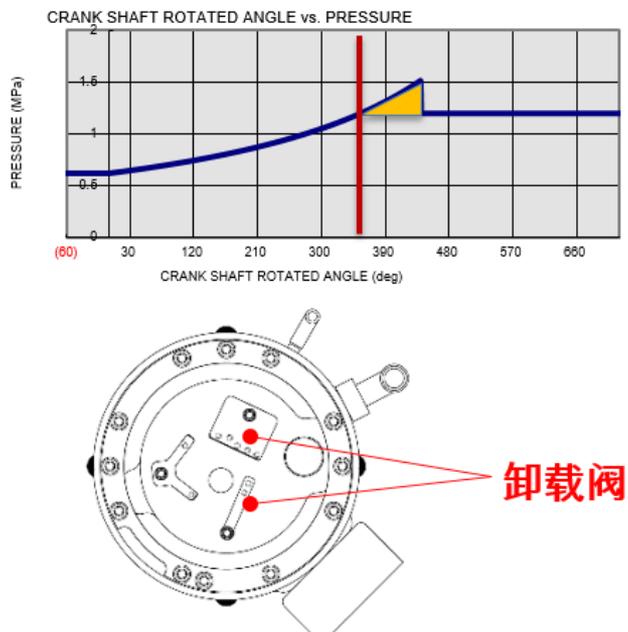


几乎主轴转动一圈的360度都可以持续的向中间腔喷射工质



## 2.3 涡旋式压缩机技术特点：固定的内压缩比

- ◆ 通常涡旋型线参数决定了压缩机的内压缩比，如果和蒸发冷凝温度对应的外压缩比不一样，就会出现过压缩或者欠压缩的情况；
- ◆ 为克服涡旋式压缩机在低负载工况出现的过压缩问题，通常采用中间卸载机构，在低负载工况下，让过压缩的气体从中间卸载孔提前排出的方式。



1 近年涡旋式压缩机市场情况

2 涡旋式压缩机结构技术特点

3 涡旋式压缩机应用拓展和发展趋势

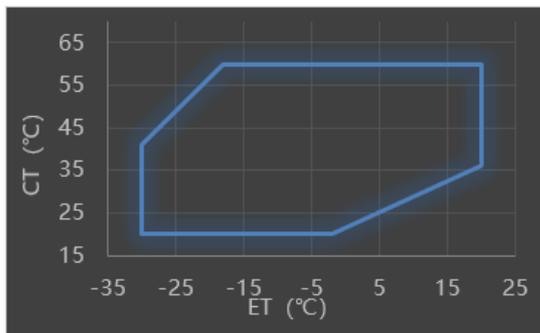
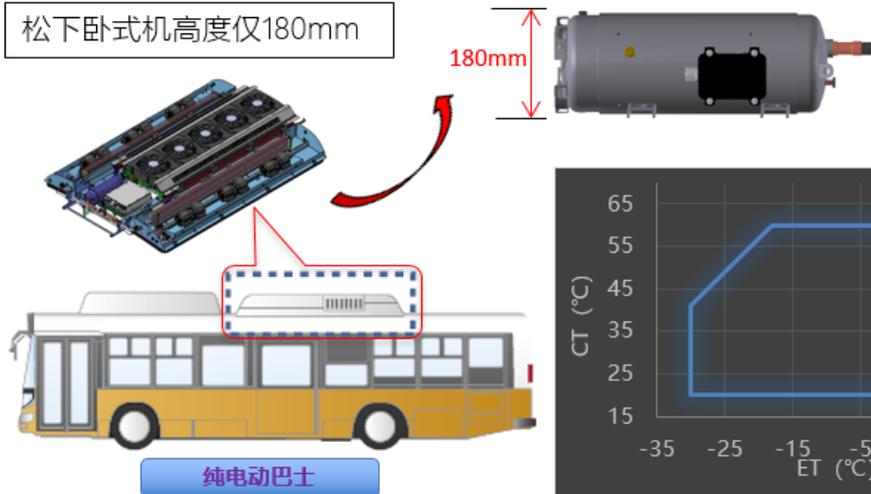


## 3.1 应用领域拓展-松下车用卧式涡旋压缩机

### ◆ 低噪声、高可靠性需求的一些领域：轨道交通&新能源汽车空调

- 车辆上的空调机组距离用户很近，所以对噪声的要求较高；
- 随着大巴电动化趋势以及轨道机车领域基础建设提速，电驱动的车辆空调需要新型的热泵空调器，由于冬季制热的需求也很大，大量使用PTC加热器会造成电池续航里程的大幅下降。所以要求压缩机可以运行在较低的蒸发温度范围内，甚至在寒冷地区还需要配置喷气增焓功能；
- 在交通运输领域环保冷媒的切替也已进行中，从目前的R134A/R407C向更环保的R513A/R1234yf以及CO2转换，但对可燃制冷剂的态度还是比较谨慎；
- 松下针对以上的特殊要求，开发了全系列的卧式涡旋式压缩机产品，并广泛应用在世界各地。

松下卧式机高度仅180mm



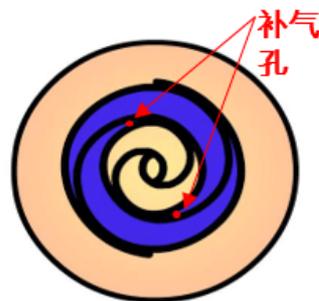
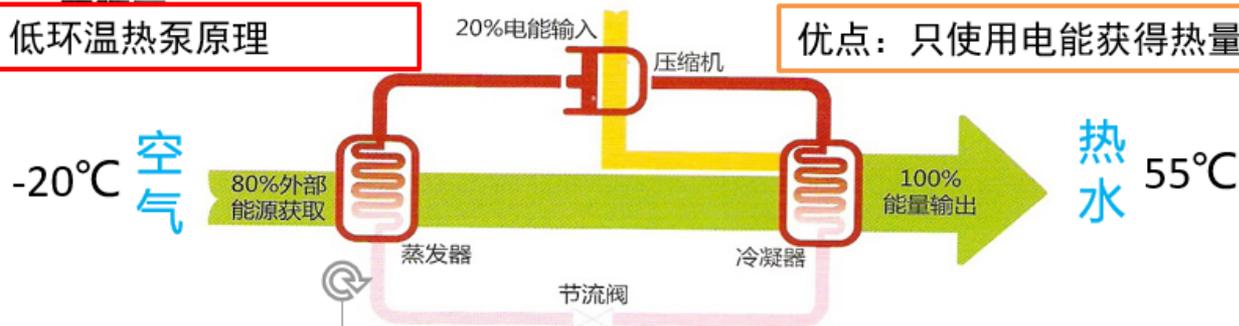
冷量 [kW]	5	10	15	20	25	30	35
DC R410A 30~90rps	5	42 cc	17				
	8		67 cc	26			
DC R410A 20~100rps	5	60 cc	25				
	6		73 cc	33			
AC R407C 30~90rps	7	74 cc	20				
	10		110 cc	30			

## 3.2 应用领域拓展-低环温热泵用压缩机

- 空气源热泵是一种以空气为低温热源，通过少量高位电能驱动，将空气中的低位热能提升成高位热能加以利用的装置。

### 1、低环温热泵原理

优点：只使用电能获得热量

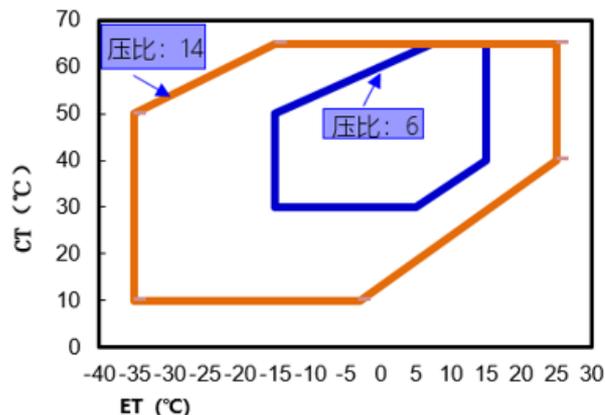


### 2、普通空调压缩机应用存在的问题

- 超出运行范围，压缩机排气温度超出极限，无法使用；且能力、效率、可靠性低下。

### 北方热泵适用——中间补气式涡旋压缩机

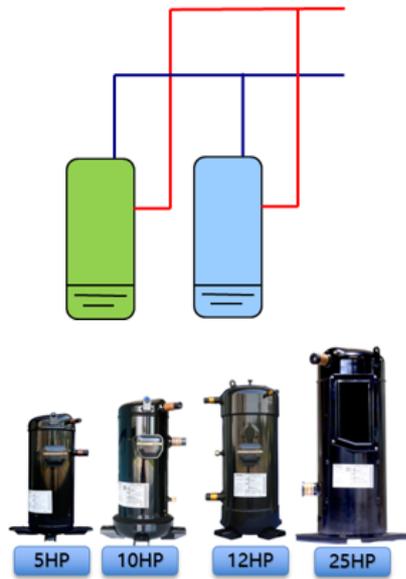
向压缩机中间腔补充气态制冷剂，增加冷媒循环量，提高能力，降低排气温度，优化了系统性能。



# 3.3 涡旋压缩机发展趋势-大马力化

◆ 涡旋压缩机型谱覆盖1HP - 60HP，随着单机大马力化及多机并联发展，应用范围更加广泛

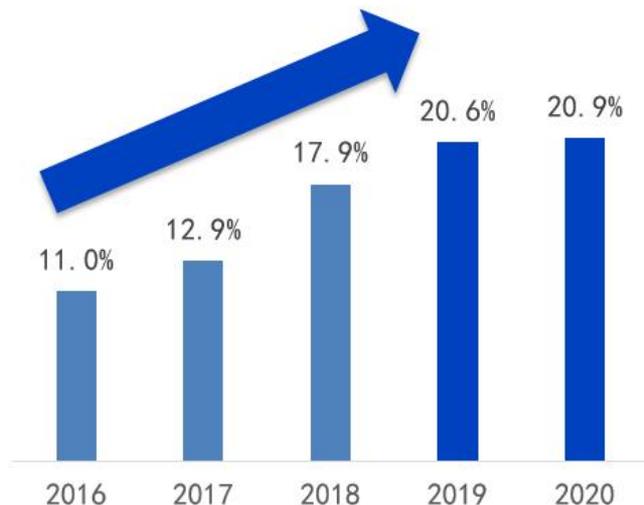
		冰箱/冷柜	房间空调	轻商用空调	商用中央空调	大型中央空调		
		0.5HP	1HP	3HP	5HP	30HP	100HP	300HP
	往复式	[Bar from 0.5HP to 30HP]						
	转子式	[Bar from 0.5HP to 5HP]						
	涡旋式		[Bar from 1HP to 30HP with arrow pointing right]					
	螺杆式				[Bar from 5HP to 30HP]			
	离心式					[Bar from 30HP to 300HP]		



◆ **排量提高，马力增大：**  
 对于涡旋式压缩机增加排量的方式通常增大涡旋盘的外径和高度即可，同时选用更大的电机，但由于普通交流感应电机的起动问题和成本所限，可能不如变转速+磁悬浮轴承的离心机想象空间大。

## 3.4 涡旋压缩机发展趋势-DC变频化

### 轻商压缩机 DC变频销量占比



\*产业在线数据，台数

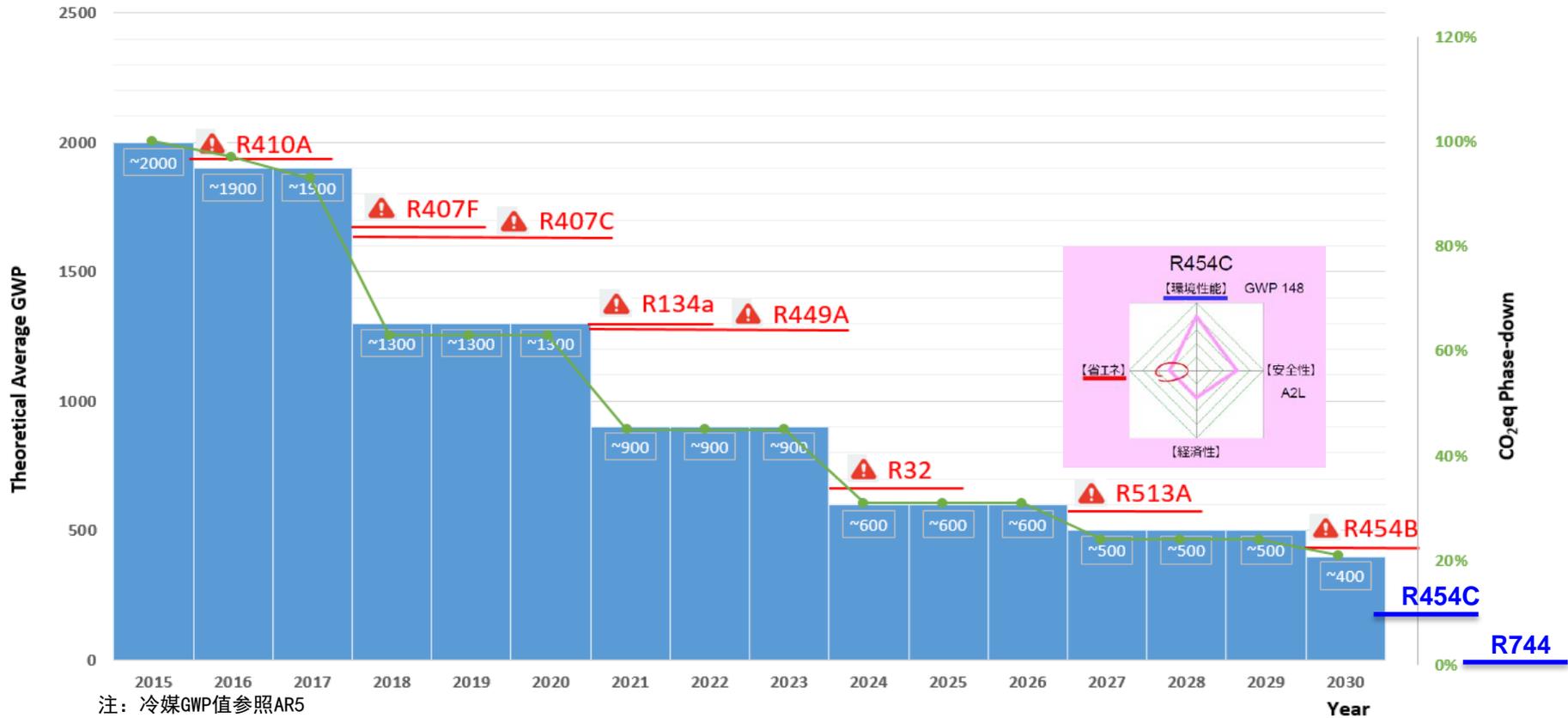
### 变频涡旋压缩机发展趋势—DC化

DC变频机  
占比逐年增加

DC变频化  
趋势明显

- ◆ 由于空调机组能效测试方法从COP向APF转换，实际上定速压缩机已经被出局，未来在大型商用空调领域也会逐渐转变；
- ◆ 家用空调领域变频化已达到95%以上；
- ◆ 商用空调领域变频化21%，主要还在20HP以下；
- ◆ 随着节能要求的逐步提升，商用空调领域变频化也成为趋势，对压缩机自身的能效要求也会逐渐提高，涡旋机的高效率特性仍有用武之地。

# 3.5 涡旋压缩机发展趋势-制冷剂环保化



# 3.5 涡旋压缩机发展趋势-制冷剂环保化

在碳中和的大背景下，节能环保成为全球共同目标，减排和采用对环境“友好”的制冷剂成为制冷行业的必然趋势。

产品类别	目前使用的制冷剂	中期
商用空调、热泵	低压: R22/R134a/R407C	R454B/R454C/CO <sub>2</sub>
	高压: R410A/R32	
中低温冷冻冷藏	R22/R404A	R448/R449/R454C/CO <sub>2</sub>
车载空调	R410A/R134a/R407C	R513A/CO <sub>2</sub>

## CO<sub>2</sub>

分类	300W	500W	750W	900W	1100W	1500W	10HP	15HP	20HP
热泵/冷冻	●	●	●	●	●	●	●	○	○

## R452B

分类	3.5HP	4HP	5.5HP	6HP	7HP	8HP	9HP	10HP	12HP
商用空调	●	●	○	●	●	○	○	○	○

## R454C

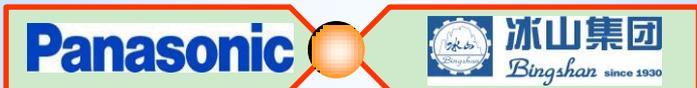
分类	3.5HP	4HP	5.5HP	6HP	7HP	8HP	10HP	12HP	25HP
商用空调	●	●	●	●	●	○	○	○	○

## R513A

分类	3.5HP	4HP	5.5HP	6HP	7HP	8HP	10HP	12HP	20HP
商用空调	●	●	●	●	●	●	●	●	○

# 松下压缩机将持续贡献于节能环保、碳中和目标！

谢谢聆听，请指教！



公司形态：日中合资公司

出资比率：Panasonic（三洋电机株）	60%
冰山集团	40%

【生产品目（生产能力）】

- 空调用·冷冻冷藏用  
涡旋压缩机（160万台/年）
- HFC转子压缩机（10万台/年）
- CO2转子压缩机（30万台/年）

