



# R290冷媒在暖通空调系统上的应用

冰山松洋压缩机（大连）有限公司

开发本部 郎贤明

2024.04

---

一 美国环保冷媒切替的最新进展

二 欧洲环保冷媒切替的最新进展

三 R290热泵热水机组形式

四 R290工质的性能优势

五 R290使用的冷冻油

六 R290测试装置额外的安全要求

七 松洋R290压缩机产品介绍



# 一、美国环保冷媒切替的最新进展

## 美国环保法规：

- 2023年7月，美国环保局(EPA)宣布了其逐步减少HFCs使用的最新行动，并发布了一项最终规则，从2024年到2028年将HFCs的使用量降至基线水平以下40%。2023年10月，美国环保局发布了一项最终的技术转型规则，禁止在某些新设备中使用HFCs，并设定了关于每个产品可使用的HFCs的GWP限制值，遵守时间从2025年（制造）至2028年（安装）。
- 其中，**超市用冷冻新设备GWP<150；空调及热泵新设备GWP<700**

## 可燃性制冷剂的应用：

- UL标准60335-2-89第2版（2021年）将商用插入式展示柜的R290充注限制提高到500克；23年5月，美国环境保护局（EPA）提议在其重大新替代方案中采用这些限制政策（SNAP）；
- 包括纽约州、华盛顿州、加利福尼亚州、科罗拉多州、缅因州和得克萨斯州已通过立法接受UL标准60335-2-89第2版；

应用领域	原制冷剂	新制冷剂	备注
家用及轻商空调	R410A	R454B、R32	
热泵	R410A、R134a	R454B、CO2	
泳池热泵	R410A	R454B	
冷水机组	R407C、R134a	R454C、R513A	不可燃场景使用R513A
商用冷藏冷冻	R404A	R448A、R449A、R454C、CO2	



## 二、欧洲环保冷媒切替的最新进展

影响欧洲制冷剂选择目前主要有2个法规：F-GAS, PFAS;  
冷媒的选择：环保、合规、安全、成本。

F-GAS: 欧盟议会环境委员会 (ENVI) 于23年3月1日批准提案，并于23年3月30日在欧盟议会全体会议上投票通过，此内容将构成欧盟议会与欧盟政府之间的最终谈判立场。

**商用空调、空气处理设备：**使用R32、R290

**冷冻冷藏：**用CO2、R290

**车载空调：**R290, CO2

**冷水机组：**使用R290

**一体热泵：**使用R290

PFAS: 2023年2月7日欧洲化学品管理局(ECHA)发布提案，2025年由欧盟委员会作出决定，如通过，该提案将于2025年生效

- 几乎影响到所有现有和新的低GWP HFC/HFO冷媒；
- R32(空调), R23 (低温), R152a不在受限范围内。

## 二、欧洲环保冷媒切替的最新进展

应用领域	限制	实施年	允许制冷剂	特殊应用(如安全要求)
冷水机组	GWP < 150 < 12kW	2027年	<b>R290/CO2</b> R454C/R455A	R410A/R407C R448-9A/R513A
	HFC禁止 < 12kW	2032年	<b>R290/CO2</b>	R410A/R407C R448-9A/R513A
	GWP < 750 > 12kW	2027年	R32/R454B/ <b>R290</b> R454C/R455A/R513A	R410A/R407C R448-9A/R513A
一体空调/热泵	GWP < 150 < 50kW	2027年	<b>R290/CO2</b> R454C/R455A	R513A 特殊环境允许GWP < 750
	HFC禁止 < 12kW	2032年	<b>R290/CO2</b>	R513A 特殊环境允许GWP < 750
	GWP < 150 > 50kW	2030年	<b>R290/CO2</b> R454C/R455A	R513A 特殊环境允许GWP < 750
分体空调/热泵	一拖一 GWP < 750 < 3kg充注量	2025年	R32/R454B/ <b>R290</b> R454C/R455A/R513A	—
	分体水系统 GWP < 150 < 12kW	2027年	<b>R290/CO2</b> R454C/R455A	R410A - R407C R513A
	分体空气换热 GWP < 150 < 12kW	2029年	<b>R290/CO2</b> R454C/R455A	R410A - R407C R513A
	HFC禁止 < 12kW	2035年	<b>R290/CO2</b>	R410A - R407C R513A

### 三、R290热泵热水机组的主要形式

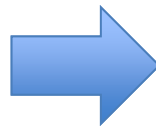
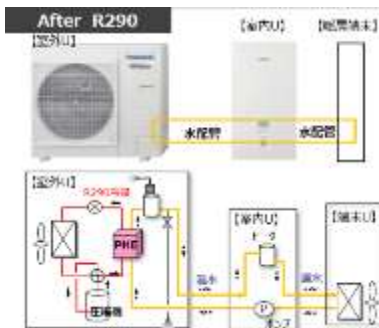
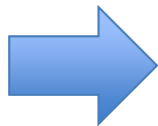
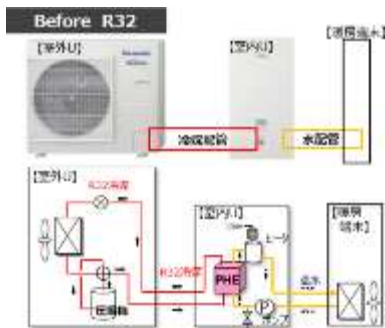
□ R290热泵机组主要用于欧洲替代锅炉，气改电、R32/R410A热泵机组，居住区冷热一体机及商用供热。

#### R290涡旋热泵产品分类

分类	小型热水机			大型热水机		
机组	 Outdoor Unit (9/12/16kW)    Indoor Unit (A/O/BI)					
	9kw	12kw	16kw	25kw	50kw	more
压缩机	单台 INV			单台 INV	INV*2	INV*2以上
应用				 <p>集合タンクからの温水を 各住居に設置の分配BOXで 給湯にも暖房にも活用</p>		

### 三、R290热泵热水机组的主要形式

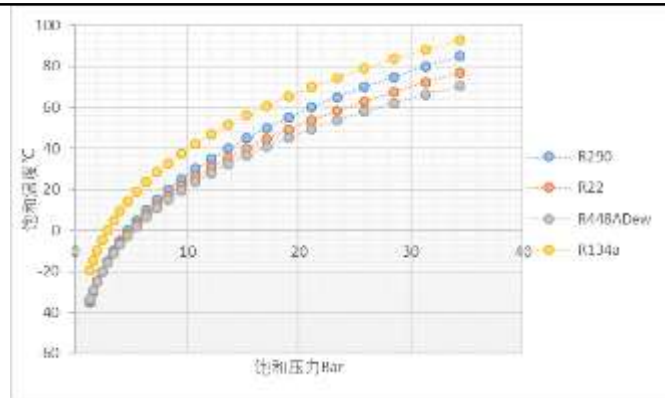
□ 欧洲R290热泵主要用于替换R32热泵产品、替换燃气热泵，同时实现低环温更高出水的热泵应用



## 四、R290应用在热泵热水A2W上的性能优势

□ 综合比较，R448A和R134a较适合替代R290做压缩机性能参考评价。

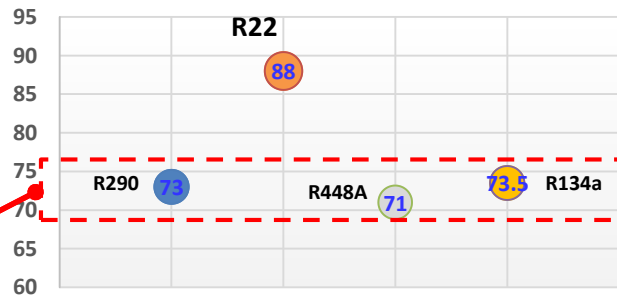
ARI	R134A	R290
能力(W)	100%	130%
电流	100%	125%
输入(W)	100%	121%
COP	100%	107%
排气温度	77	74



R290 ARI 等压法	Pd A Bar	Tc °C	Ps A Bar	Te °C	SG K	SH K	排气 °C
R290	18.83	54.5	5.88	7.0	8.5	11.5	73
R22		48.6		5.2			88
R448A		64.8		20.9			71
R134a		44.7		-1.7			76

等压法测试，R448A和R134a的排气温度更接近R290

### R290 ARI等压法排气温度对比





## 五、配合R290使用的冷冻油

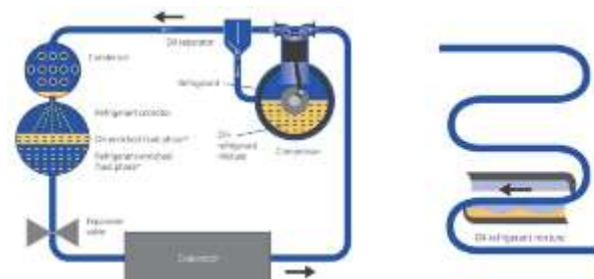
· 现对涡旋压缩机用冷冻机油发展进行梳理总结如下，冷冻机油伴随冷媒替代发展逐步跟进：

	R22 (传统冷媒代表)	R410A (新冷媒代表)	R410A (新冷媒代表)	R32/R454B (新高压冷媒代表)	R290 (新中压冷媒代表)	
油类别	MO	PVE_FV	POE 多元醇酯	PVE_FW	PAG	
对比项	矿物油	聚乙烯醚	直链	支链	聚乙二醇	
冷媒相容性	×	◎	○	○	◎	○
酸化安定性	○	△	◎	◎	△	△
水解安定性	◎	◎	×	△	◎	◎
润滑性	◎	○	○	○	○	○
电绝缘性	◎	△	○	○	△	△
耐吸湿性	◎	△	○	○	△	△

针对R290冷媒，目前主要采用PAG油应对。

## 五、配合R290使用的冷冻油

	矿物油	POE	PAG	PVE	PAO
可靠性	○	○	○	×	
兼容性	○	○	○	○	○
相溶性	高	高	中	高	高
电气绝缘	○	○	○*	○	○
经济性	○	▲	▲	▲	▲



综合考虑低溶解度维持冷冻油的粘度、减少充注量以及提升系统性能的角度

## 六、R290压缩机测试装置额外的安全要求

### R290冷媒 (丙烷C3H8)

缺点: **易燃易爆**, 2.1%~9.5% V/V, 燃点 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ ; 10%以上可致人麻醉、意识丧失和窒息

优点: 完全环保, 对比R32充注量少40~55%、制冷性能好, 相同系统节能15~35%

### R290压缩机测试及设备要求

- 独立的空间, 泄漏检测、防爆照明、防爆风机和强制废气排空和新风供给
- 制冷系统和控制系统分别布置, 制冷系统中部品使用气动或防爆电动
- 测试空间要求连续性监测浓度及防爆风机通风
- 识别点燃源并消除点燃源
- 测试场所环境进行等级划分, 不同的等级场所做相应防爆措施










GB3836.1-2010《爆炸性环境》和GB/T5332-2007《可燃液体和气体引燃温度试验方法》

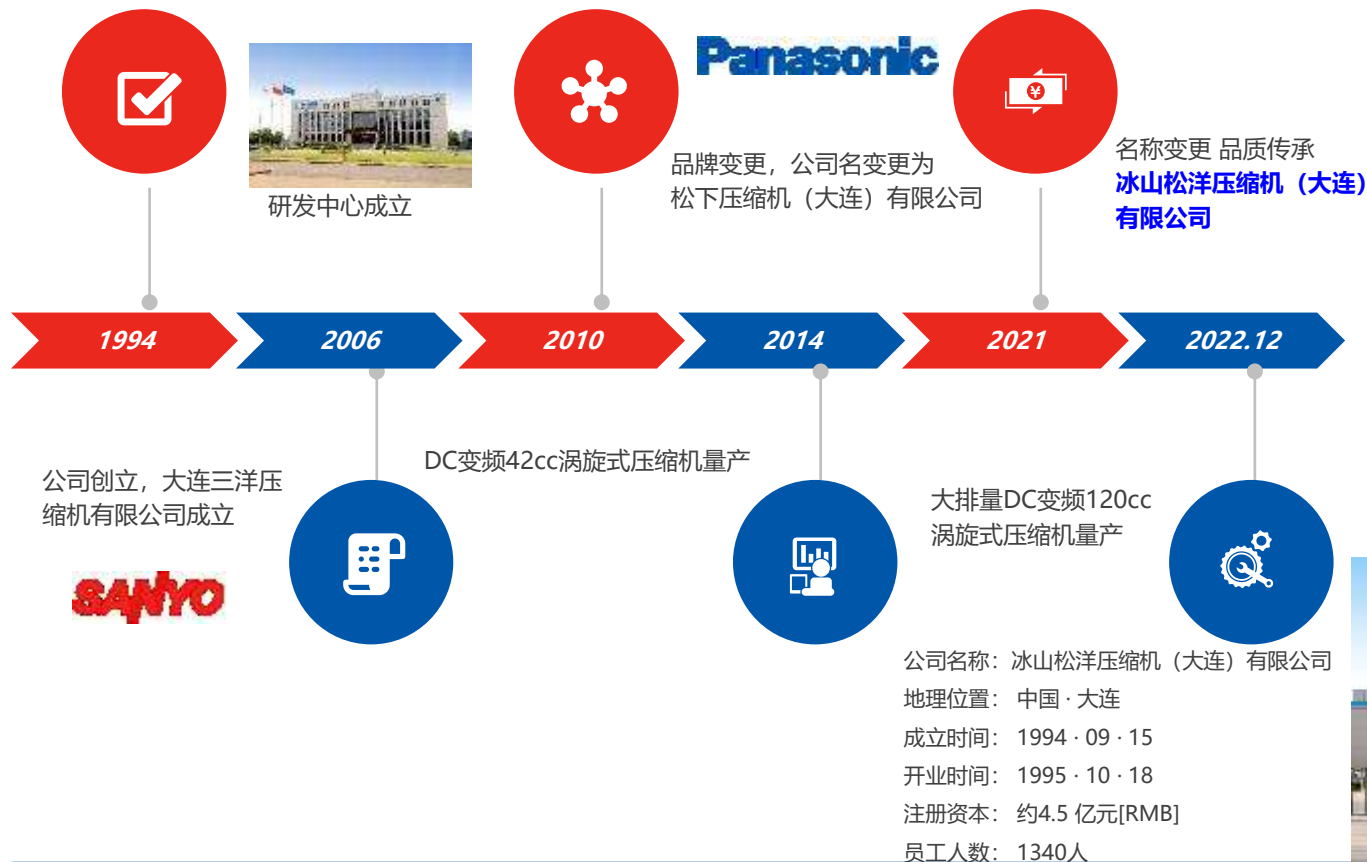
# 七、冰山松洋R290专用涡旋式压缩机产品介绍

## R290产品型谱



Refrigerant	Type	Heating capacity [ kW ]													
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25		
R290	DC Inverter	42 cc ( 2-8kW )													
		67 cc ( 2.5-12kW )													
		81 cc ( 3-16kW )													
		100 cc ( 4-20kW )													
		120 cc ( 5-25kW )													
Refrigerant	Type	Output [ HP ]													
		3	4	4.5	5	6	7	8	9	10	12	15	20		
R290	Fix speed	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		E series		B series			G series			C series			F series		
		Sample		Sample			Sample			Sample					
															

# 冰山松洋——发展历程



## 冰山松洋压缩机



---

**核心动力，智造冷暖**  
**成为世界一流的涡旋压缩机企业**