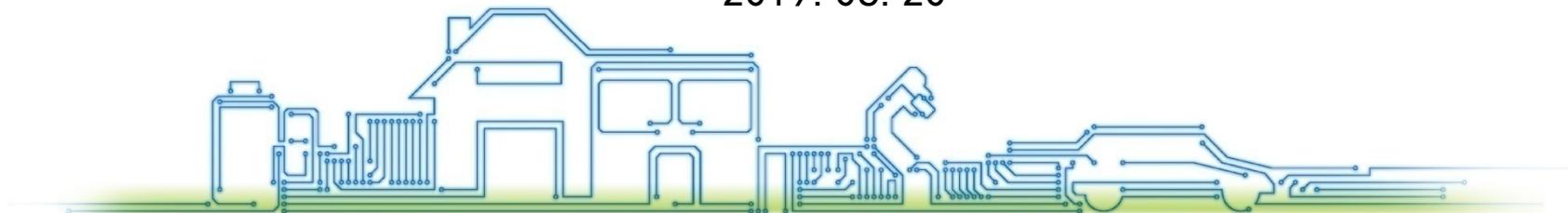


R290压缩机在各细分领域的应用与开发

上海海立电器有限公司

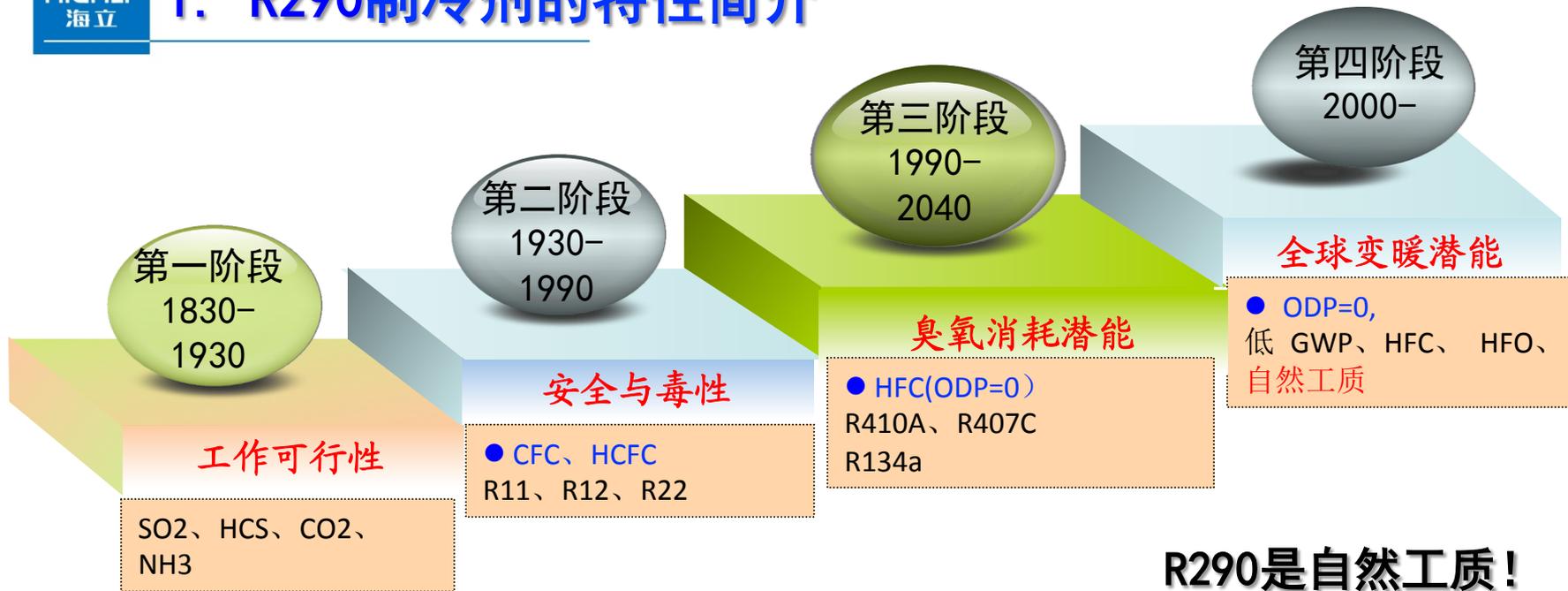
CTO 周易

2019. 06. 20



- **R290制冷剂的特性简介**
- R290多领域应用及SHEC产品开发
- SHEC在R290应用方面的行动计划

1. R290制冷剂的特性简介



制冷剂		R22	R134a	R404A	R410A	R32	R290
环境影响因素	ODP	0.055	0	0	0	0	0
	GWP	1810	1430	3920	2088	677	3

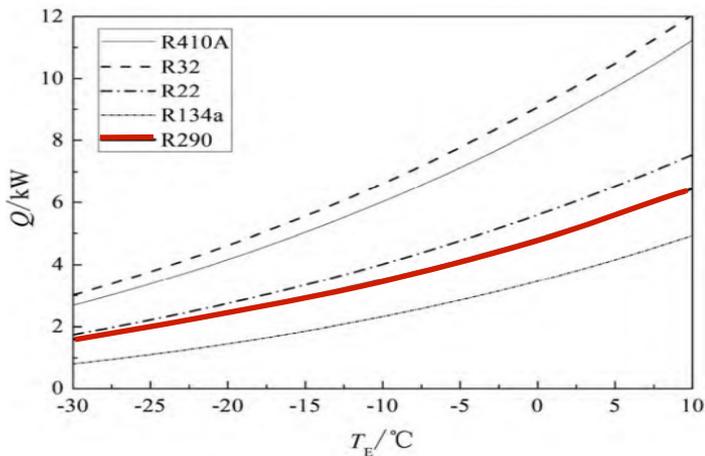
1. R290制冷剂的特性简介

制冷剂		R22	R134a	R404A	R290
摩尔质量		86.47	102.03	97.6	44.1
热力学性质	标准沸点 (°C)	-40.81	-26.07	-46.10	-42.09
	临界压力 (MPa)	4.99	4.0593	3.735	4.248
	临界温度 (°C)	96.15	101.06	72.14	96.7
循环特性 <small>注： (ASHRAE/ T1工况)</small>	吸气压力 MPa	0.625	0.377	0.755	0.588
	排气压力 MPa	2.146	1.470	2.538	1.883
	理论排气温度 °C	101.8	84.9	84.1	84.2
	容积制冷量 kJ/m ³	3944.8	2630.2	4147.3	3434.9
	理论 COP	4.805	4.993	4.539	4.908

R290 的标准沸点同 R22和 R404A一样低，临界温度同 R22和R134a一样高；具备低温和高温应用的条件。

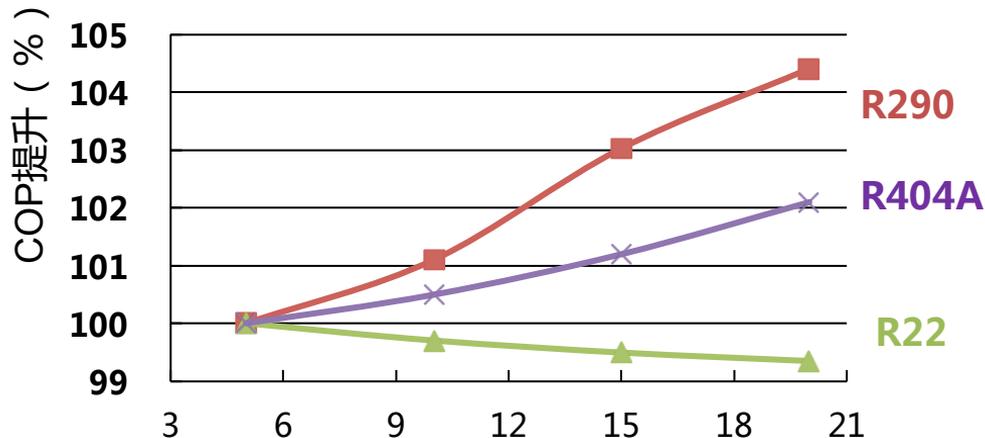
R290理论COP同R134a，排气温度同R134a和R404A；具备大温差下低排气温度、高效率的特点。

1. R290制冷剂的特性简介



单级制热量 Q 随蒸发温度 T_e 的变化

R290的制冷量，随温度衰减小。



R290冷媒，吸气过热越大性能越高

1. R290制冷剂的特性简介

Table 3 – Transport properties at 40 °C

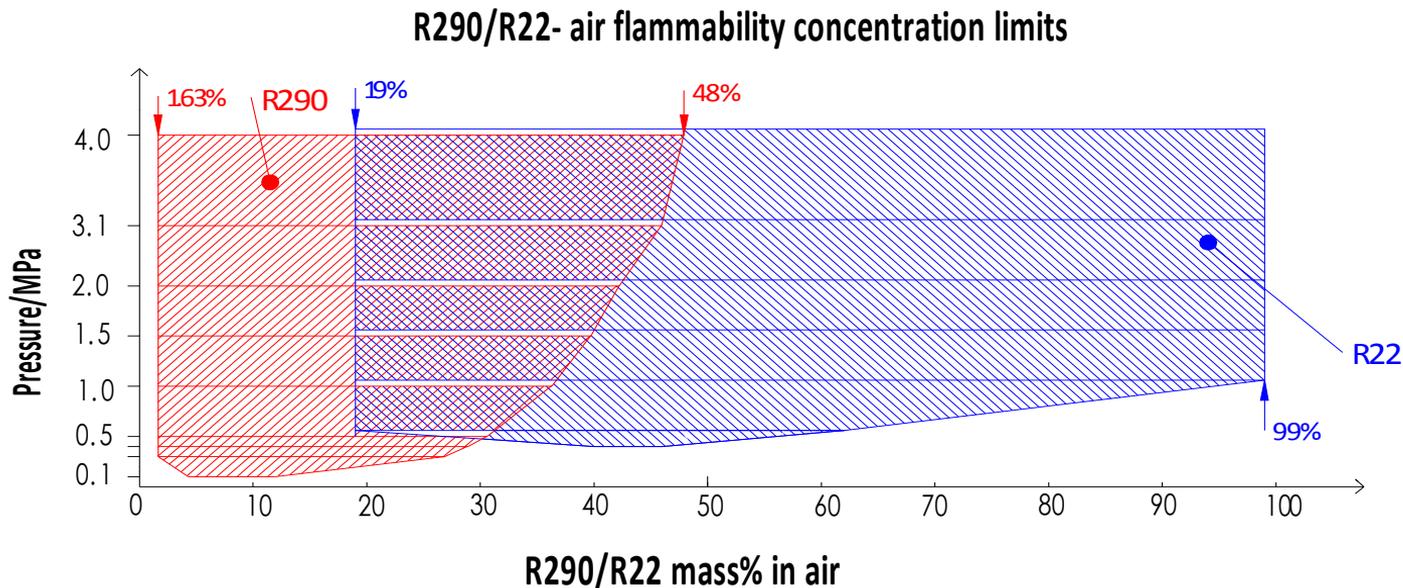
	Propane	R134a	R22
Refrigerant no	R290	R134a	R22
k_l (mW/m K)	86.8	74.7	76.6
k_v (mW/m K)	21.5	15.4	12.8
μ_l ($\mu\text{Ns}/\text{m}^2$)	82.6	161.5	138.7
μ_v ($\mu\text{Ns}/\text{m}^2$)	8.89	12.37	13.3
$\text{FOM}_{\Delta p,l}$	2.87	4.18	3.94
$\text{FOM}_{\Delta p,v}$	25.5	50.4	37.3
$\text{FOM}_{\text{SPHT},l}$	1.56	1.38	1.40
$\text{FOM}_{\text{SPHT},v}$	1.50	1.35	1.09
FOM_{pb}	0.19	0.11	0.14
$\text{FOM}_{\text{Cond}}/10^4$	3.8	3.8	4.1

R290传热、流动特性更优

摘自: Hydrocarbons as refrigerants in small heat pump and refrigeration systems – A review
International journal of refrigeration 31 (2008) 552 - 563

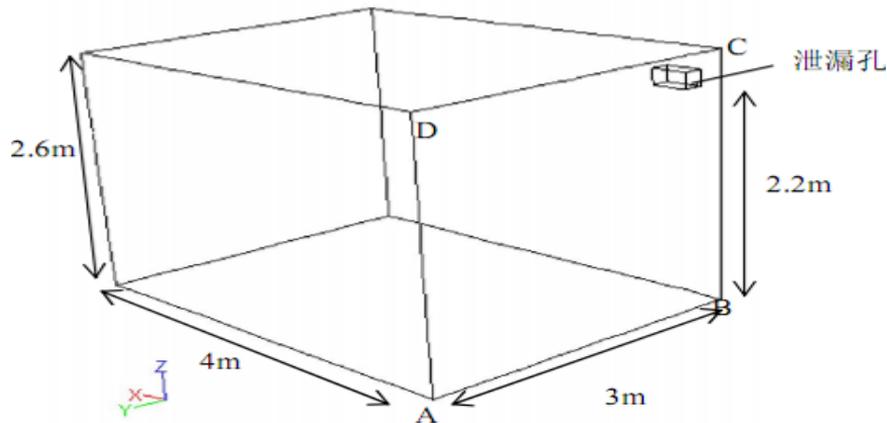
1. R290制冷剂的特性简介

R290与空气混合气体燃烧爆炸反应参数的热力学计算



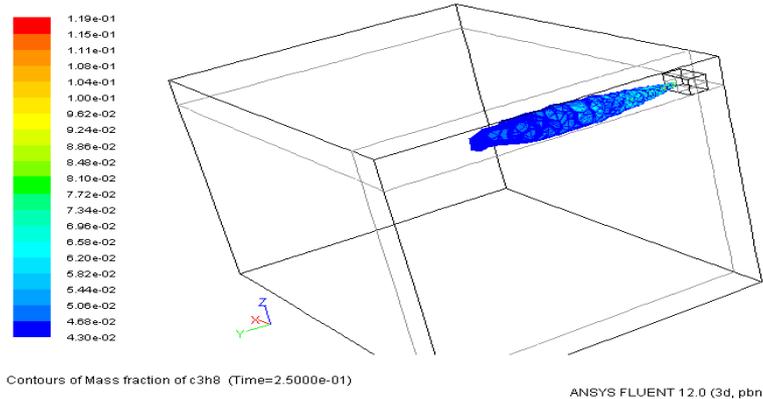
1. R290制冷剂的特性简介

R290空调系统发生泄漏后流场分析



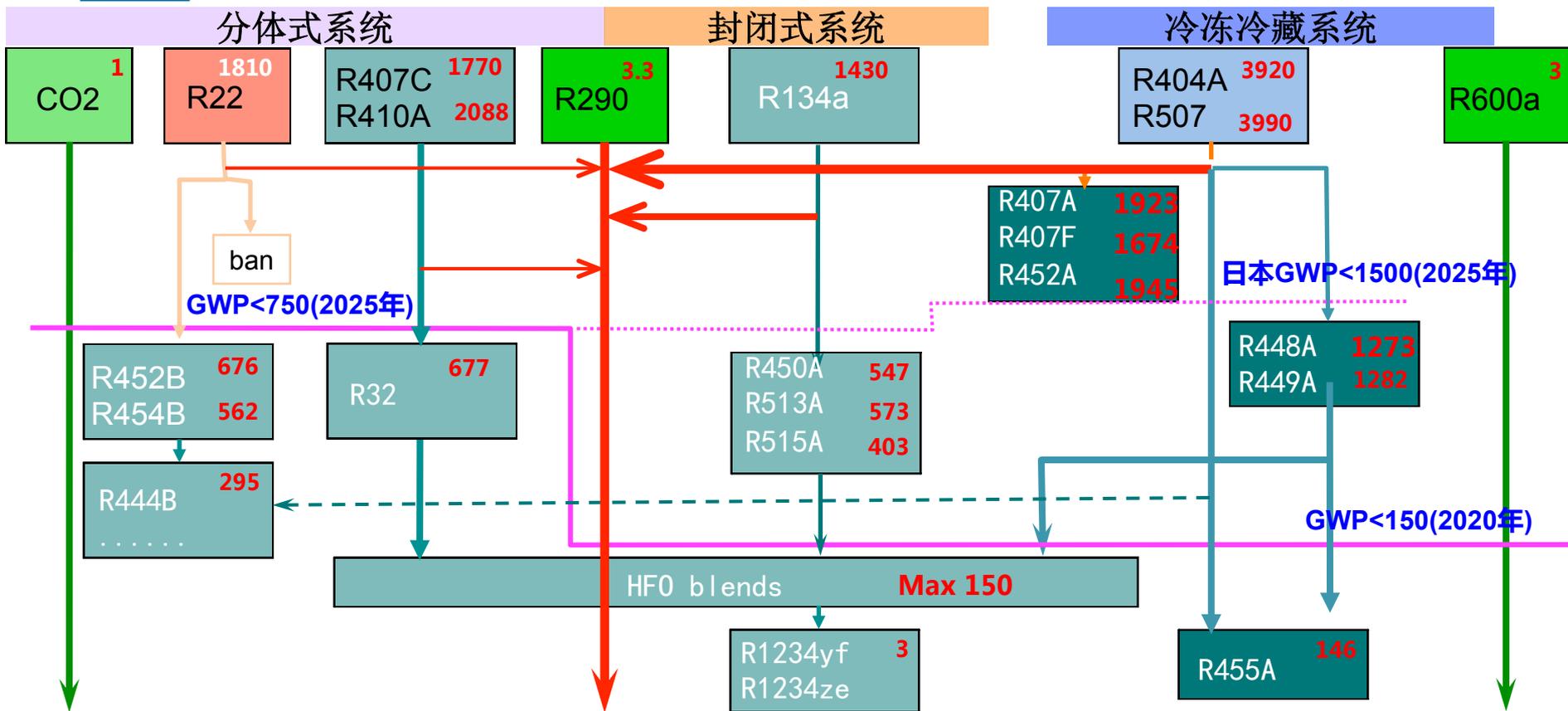
计算几何模型

摘自相关文献



某时刻下R290处于爆炸极限范围的空间

1. R290制冷剂的特性简介



1. R290制冷剂的特性简介

- 作为自然工质，R290拥有优秀的热力学和循环特性，适合多个领域的诸如R22、R134a、R404A等制冷剂替代。
- 解决其泄露及可燃性问题，是应用研究的关键所在。
- 2019年5月9日R290商用充注量150g→500g（IEC标准IEC60335-2-89），将对R290在各个领域应用积极推进。

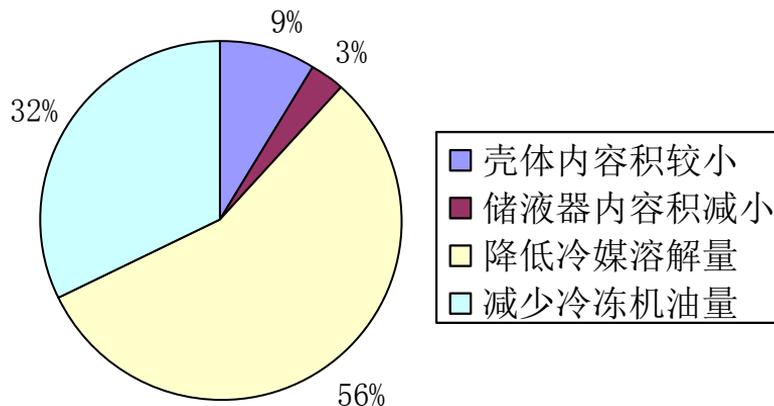
- R290制冷剂的特性简介
- **R290多领域应用及SHEC产品开发**
- SHEC在R290应用方面的行动计划

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----家用空调

R290替代R22后，可以达到更高的性能。

降低压缩机中R290的量，有助于更大规格空调的推广应用。

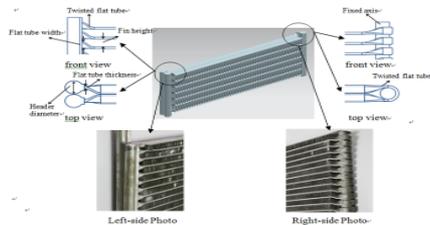
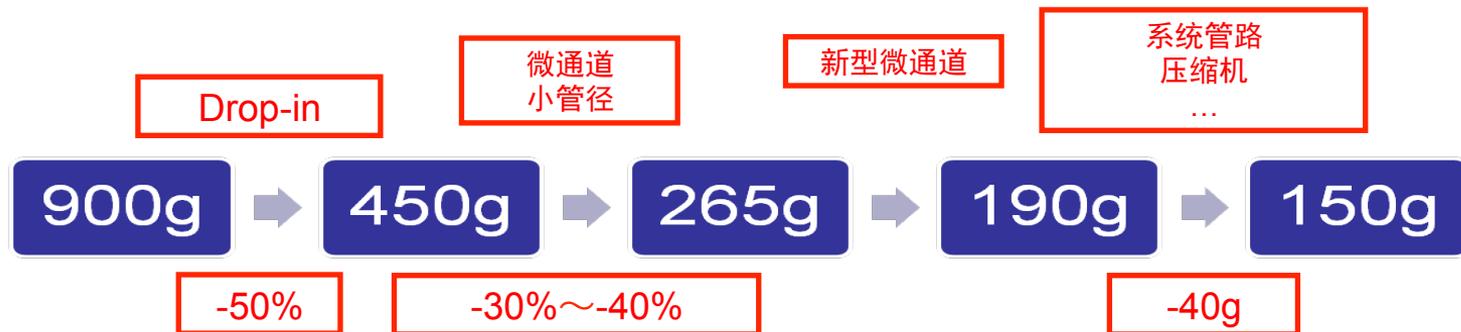
制冷剂	R22	R290	R290
试验类型		直灌式	降低冷凝管直径
冷凝管直径 (mm)	Ø7	Ø7	Ø5
制冷能力 (W)	2664	2295	2354
输入功率 (W)	817	701	691
能效比 (W/W)	3.26	3.27	3.41
制冷剂充注量 (g)	850	360	275



- 壳体内容积较小
- 储液器内容积减小
- 降低冷媒溶解量
- 减少冷冻机油量

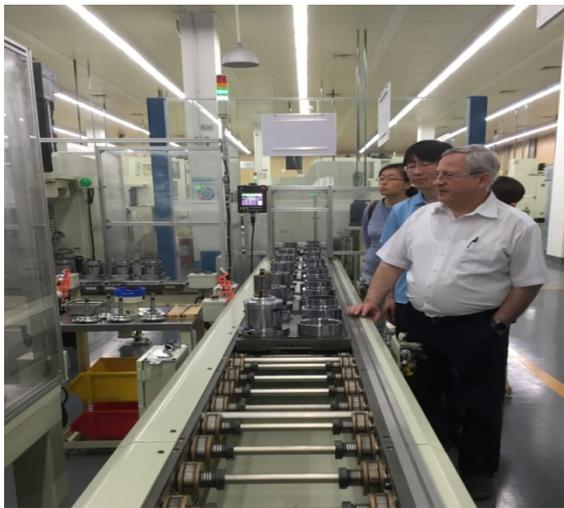
2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----家用空调

与上海交大、四川长虹进行合作，对降低系统中R290冷媒的充注量进行了研究



2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----家用空调

2013年3月，SHEC与环境保护对外合作中心签订项目合同，该项目通过技术改造，将一条年产173万台R22房间空调器压缩机的生产线改造为同产能的R290空调器压缩机生产线。



2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----家用空调



搭载SHEC R290压缩机的空调在家博会亮相



搭载SHEC R290压缩机的R290空调
安装在北京亮马河联合国驻华代表处



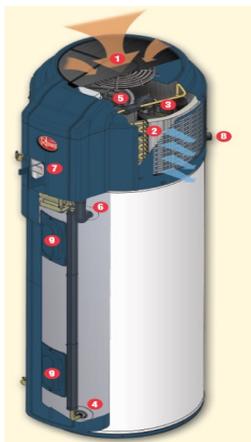
搭载SHEC R290压缩机的
R290空调2015制冷展全球首发



河南叶县龙泉乡全集小学
使用了搭载SHEC R290压缩机的R290空调

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵热水器

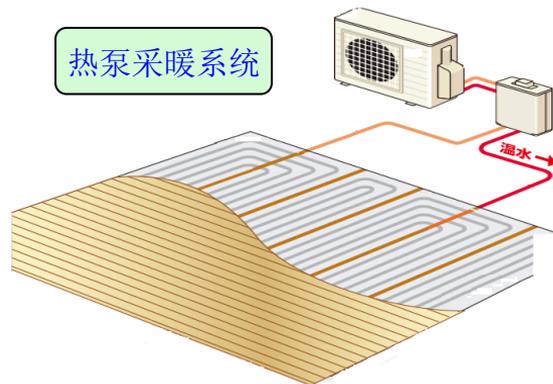
- 对于小型热泵系统（如一体式热泵热水器），可以满足最小制冷剂充注量150g的限制；
- 对于大型热泵系统（分体式热泵热水器、热泵采暖系统），制冷循环系统置于室外，基本不受R290充注量的法规限制。



一体式热泵热水器



分体式热泵系统



热泵采暖系统

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵热水器

在欧洲，R290热泵系统已经批量使用很多年。

NIBE



废热回收 HPWH

R290 充注量在 300~490g

iCDimplex



空气-水 HPWH

制冷量高达 19kW，
充注量在1到2.5kg之间

Kensa Heat Pumps
A KENSA GROUP COMPANY



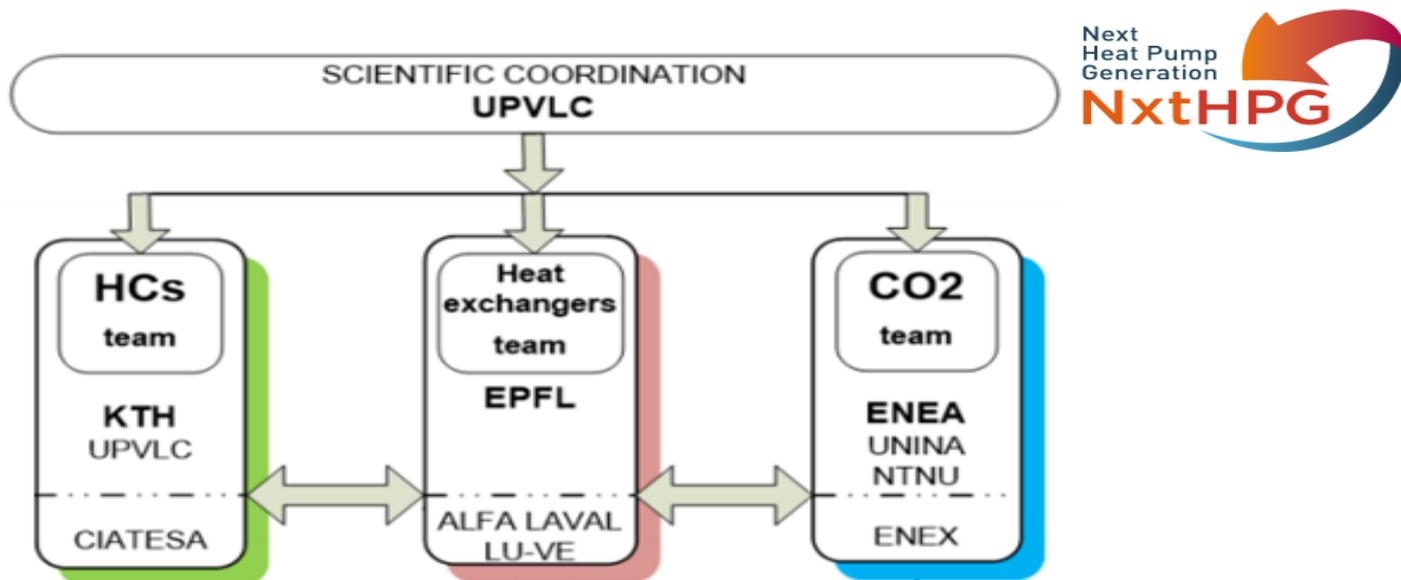
水-水 HPWH

R290充注量在600g，
制冷量大约 10kW。

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵热水器

NxtHPG 项目：下一代热泵采用自然制冷剂

NxtHPG的总目标是发展安全、可靠、高效、更高能力的热泵 (>40 kW) .



2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵热水器

技术特征：

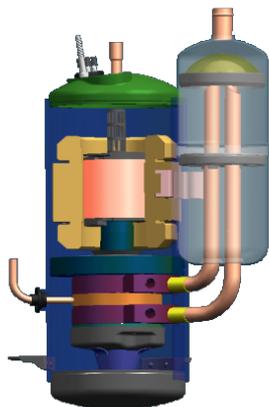
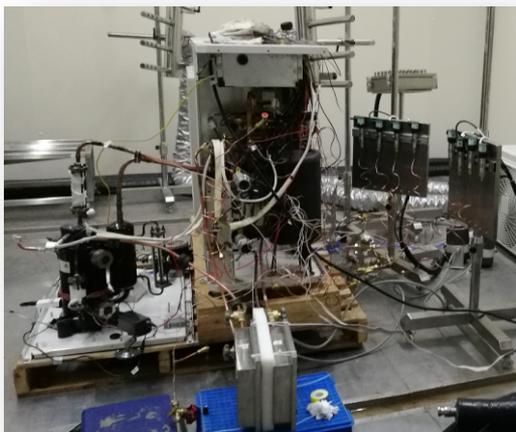
- ◆ 超精加工提高泵体效率
- ◆ 泵体结构优化设计
- ◆ 适用于夏季和冬季制热水的冷冻机油
- ◆ 热水温度可达65℃
- ◆ 特殊的供油设计保证可靠性
- ◆ 10年使用寿命



海立压缩机在欧洲热水及采暖领域均实现批量销售。

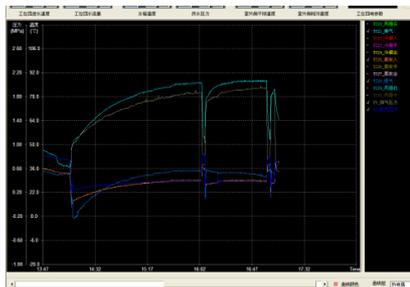
2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵热水器

2017年SHEC联合、西安交大、海立睿能，中标环保部对外合作中心《低温地区采暖用热泵热水器R290压缩机产品应用研究及示范》项目



- ◆ SHEC已开发出R290热泵采暖专用压缩机，并已批量
- ◆ SHEC也为天加和盾安提供热泵采暖用R290压缩机

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----热泵干衣机



- 热泵干衣机系小型封闭式系统，因为压缩机所处空间封闭，同时衣物烘干温度较高，因此要求80°C的高冷凝温度；吸气温度也达到30~40°C。这种苛刻的条件对冷媒要求很高，之前只采用R134a。
- R290具有良好的换热性能，能有效应对A++ & A+++的干衣机能效要求。
- 随着冷媒配额的限制，R134a成本上升，R290成本低，欧洲主要厂家如BSH、whirlpool、miele等大型企业，都开始销售R290型热泵干衣机。

目前我司已有产品在欧洲实现销售。

2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----除湿机

- ◆ 除湿机中R290的充注量 $<150\text{g}$ ，无须采取额外的安全措施。
- ◆ SHEC的除湿机用R290压缩机自2014年量产至今，已累计销售约20万台。



2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----冷冻冷藏

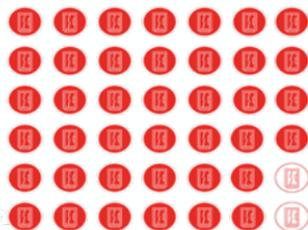
冷藏领域：R290替代R134a

冷冻领域：R290替代R404A



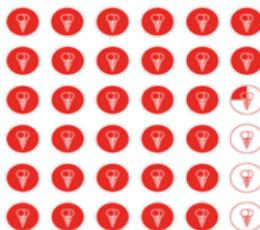
400,000

HC stand alone cabinets



322,000

HC ice cream freezers

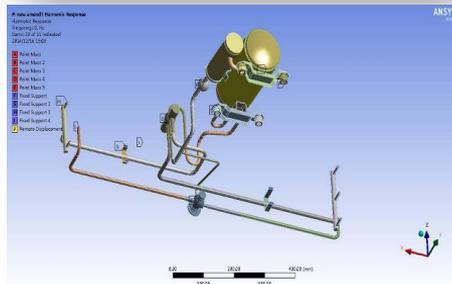


2,500

HC bottle coolers
& vending machines



冷冻、冷藏用R290压缩机也在开发、匹配中



2. R290多领域应用及SHEC产品开发 -----其他领域

热泵洗碗机



冰淇淋机



- R290制冷剂的特性简介
- R290应用领域及SHEC产品开发
- **SHEC在R290应用方面的行动计划**

3. SHEC在R290应用方面的行动计划

- ◆ 与美国橡树岭国家实验室合作，探讨R290在窗机中的应用
- ◆ 积极参与国际冷媒替代相关项目（美国AHRI、中东冷媒替代埃及冷媒替代项目），提供R290压缩机
- ◆ 在各种冷媒替代的论坛上，积极推广R290冷媒
- ◆ 相关杂志发表论文，共享R290研究成果



2011年中国家用电器技术大会·论文集

R290 与空气混合气体燃烧爆炸反应特征分析

张利 刘春慧 杨军
(上海日立电器有限公司, 201206)

摘要: R290 制冷剂与 R22 制冷剂主要物性参数接近, 是 R22 制冷剂的理想替代物, 但 R290 具有可燃性。本文介绍了与 R290 制冷剂相关的主要安全标准, 对 R290 与空气混合气体燃烧爆炸反应参数进行热力学计算, 得到不同压力下 R290 的燃烧爆炸浓度范围。

关键词: R290 制冷剂 燃烧爆炸 浓度



3. SHEC在R290应用方面的行动计划

- ◆ 开发更高能效、更低充注量的R290空调压缩机，促进R290空调的推广。在此基础上，改造一条生产高效R290空调压缩机的生产线。
- ◆ 加快R290热泵压缩机的开发，配合高校、环保部、科研院所、国内及欧洲企业，一起推动R290关键技术研究。
- ◆ 加快各个新兴应用领域R290产品开发，及冷媒应用技术的推广。
- ◆ 积极参与冷媒替代相关项目、论坛，业内一起共同探讨R290的应用。

感 谢
T H A N K S

HIGHLY 海立

旋转式压缩机市场的领导者

Leading The Rotary Compressor Market