



中国航空工业集团有限公司
AVIATION INDUSTRY CORPORATION OF CHINA, LTD.

二氧化碳热泵产品开发进展介绍

CO₂ HP Products development progress Introduction



豫新汽车热管理科技有限公司

Yuxin Automotive thermal management technologies Co.,Ltd.

AVIC

目录

1. 公司简介

2. CO₂热泵开发进展





Company Presentation 公司介绍



1. Operation situation-Company Structure 运营情况-层级架构



Company Profile 企业概况

- ❑ Time of establishment 成立时间: 1963
- ❑ Company locatio 总部位置: Xinxiang, China
- ❑ Number of employees 员工人数: 1,200+
- ❑ Registered capita 注册资金: 340 million
- ❑ 2022 sales volum 2022年销量额: 1300million
- ❑ Main products 主营产品: CRFM、HVAC、all kinds of automotive thermal system products 汽车冷却模块、各种热交换器产品
- ❑ Nature of enterprise 企业性质: state-owned high& new technology enterprises 国有高新技术企业

Aviation Industry Corporation of China (AVIC)
中国航空工业集团有限公司

100%

AVIC airborne systems Limited
航空工业机载系统有限公司

100%

Xinxiang aviation industry (Group) Co., Ltd
新乡航空工业(集团)有限公司

100%

YuXin
豫新公司





Company Presentation 公司介绍



2. R&D研发能力

公司拥有省级汽车空调研发中心与一支经验丰富的技术团队，根据产品及技术进行专业化分工。

项目管理&研发管理办公室

换热器研究所

汽车空调研究所

系统工程研究所

特种空调研究所

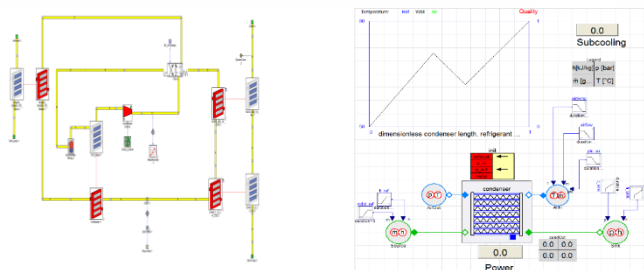
电控研究所

仿真研究所

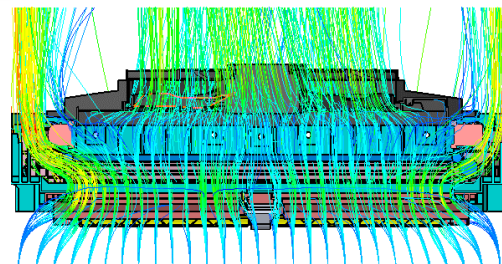
工艺研究所

实验评价部

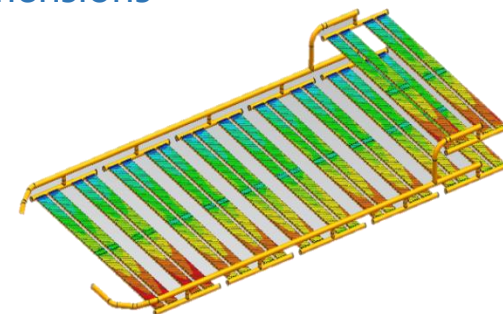
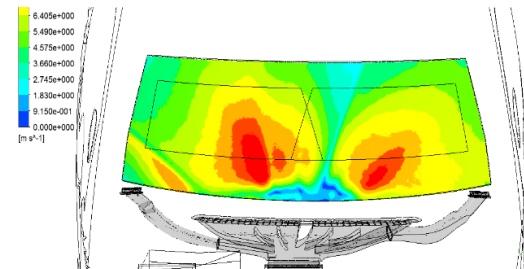
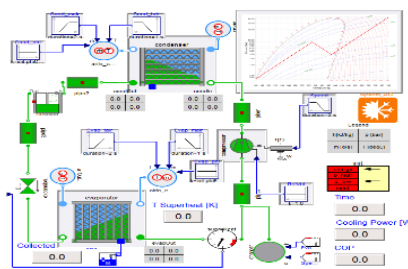
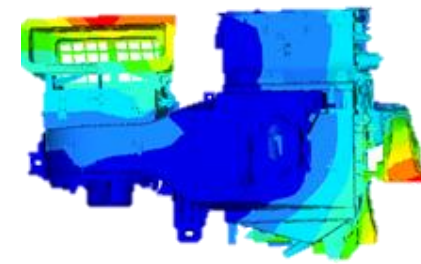
技术人员260+



One dimension



Three dimensions





Company Presentation 公司介绍



3. Test 实验能力



- Simulate Real Car Test, with real vehicle pipes 带管路的实车模拟实验
- OCR (Oil Circulation Rate) Test 油循环率
- HVAC ,CRFM Test 空调箱和冷却模块实验
- Heat-exchanger Test 芯体实验
- Heat-exchangers Combined Test



Background noise:
≤20dB(A)

Absorption
coefficient: ≥99%



- Temp. Scope : -25 ~ 60°C
- RH : 20% ~ 90%
- Wind Speed: 200km/h Max
- Sunshine : 1200 W/m2 Max





Company Presentation 公司介绍



4. Detectability 检测能力

Dimension inspection 尺寸检测:

- 2D / 3D dimension measurement 2D/3D 尺寸测量
形位公差测量 Geometric tolerance measurement
- 3D Coordinate Measurer 海克斯康三坐标
- HL-VMS 影像测量仪
- Roughness tester 粗糙度仪
- Jordan detector 乔丹检测仪
- Digital height gauge 数显高度规
- High-precision platform 高精度平台

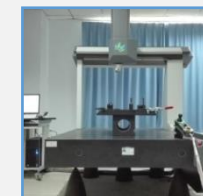
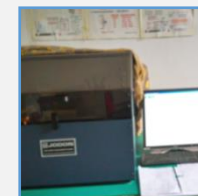
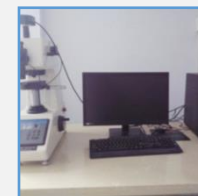
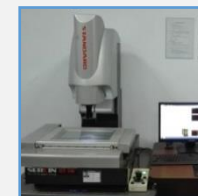
Material test 材料检测:

- Microcomputer controlled electronic universal experimental machine 微机控制电子万能实验机
- Spark CCD 600 direct-reading spectrometer 火花直读光谱仪
- X-ray Coating Thickness Gauge 镀层测厚仪
- HRC Sclerometer 维氏硬度仪
- Formule of HV Sclerometer 洛氏硬度测试仪

failure analysis 失效分析:

- Hardness measurement of metal and nonmetal 金属、非金属硬度测量
- Chemical total element detection of metal materials 金属材质化学全元素检测
- Coating content detection 镀层含量检测
- Welding quality analysis 焊接质量分析
- Failure analysis 失效分析

- Stereomicroscope 体视显微镜
- Microhardness instrument 金相显微硬度计
- metallurgical microscope 金相显微镜
- 3D scanning video instrument 三维扫描视频仪





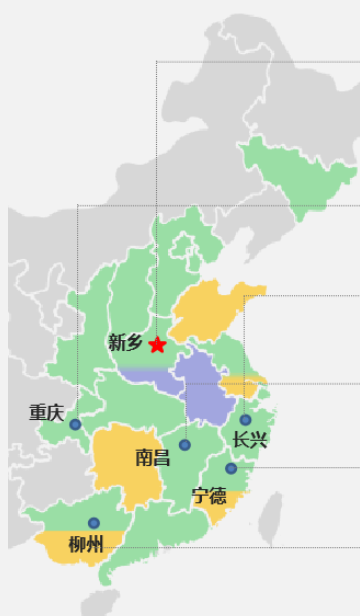
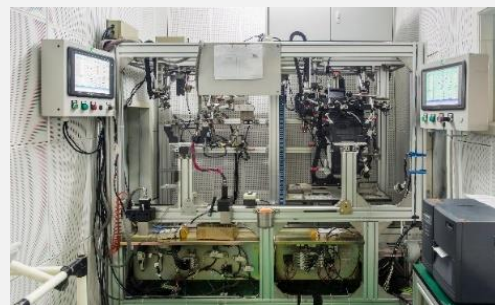
Company Presentation 公司介绍



5. Manufacturing Capability 生产能力

YX company has 12 air conditioning assembly lines, 9 heat exchanger production lines, The automation rate of key equipment is more than 80%. 公司有12条空调总装生产线, 9条热交换器生产线, 关键设备自动化率达到80%以上。

Annual Production Capability: Car Acs 2.5 million, Truck Acs 0.3 million, Engineering Vehicles Acs 0.3 million, Heat-exchangers 8.8 million. 公司具备年产乘用车空调**300万套**, 卡车空调**30万套**, 工程车空调**30万套**, 各类热交换器**800万只**的生产能力。



• 豫新本部		总成装配生产线 6条	换热器生产线 7条
		特种装备生产线 4条	冷链生产线 3条
• 重庆基地		总成装配生产线 1条	
• 长兴基地		总成装配生产线 1条	
• 南昌基地		总成装配生产线 1条	
• 宁德基地		总成装配生产线 1条	
• 柳州基地		总成装配生产线 2条	



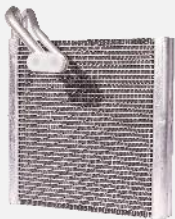
Company Presentation 公司介绍



6. Main Products 主要产品



HVAC



蒸发器



暖风

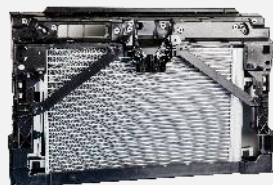
传统产品



水箱



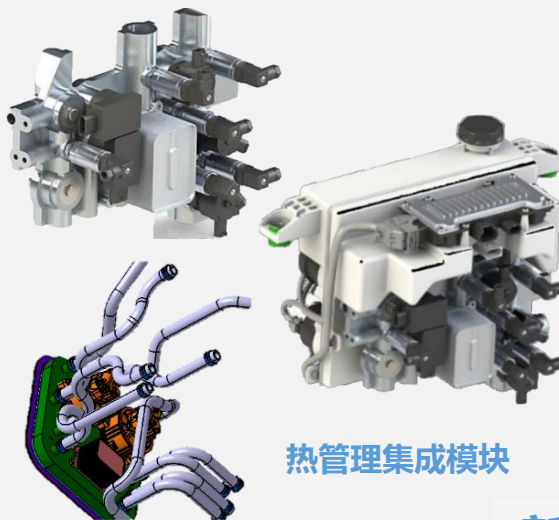
冷凝器



冷却模块



中冷器

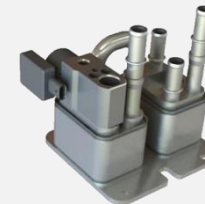


热管理集成模块

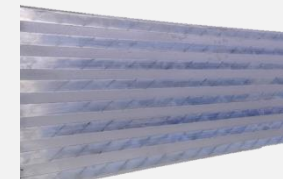
新能源产品



Chiller



冷板



产品细分

HVAC

- 竖置一体式
- 横直两段式
- 横直三段式
- 分体式空调

冷凝器

- 12mm平行流式
- 14mm平行流式
- 16mm平行流式
- 20mm平行流式

散热器

- 16mm平行流式
- 25mm平行流式
- 27mm平行流式

蒸发器

- 20mm平行流式
- 38mm平行流式
- 39mm平行流式
- 45mm平行流式

电池冷却器

- 单芯体总成
- 双芯体冷热一体式
- 背靠背式

冷板

- 冲压式、口琴式，微通道
- 直冷板/液冷板

热管理集成模块

- 水侧集成
- 剂侧集成
- 综合集成



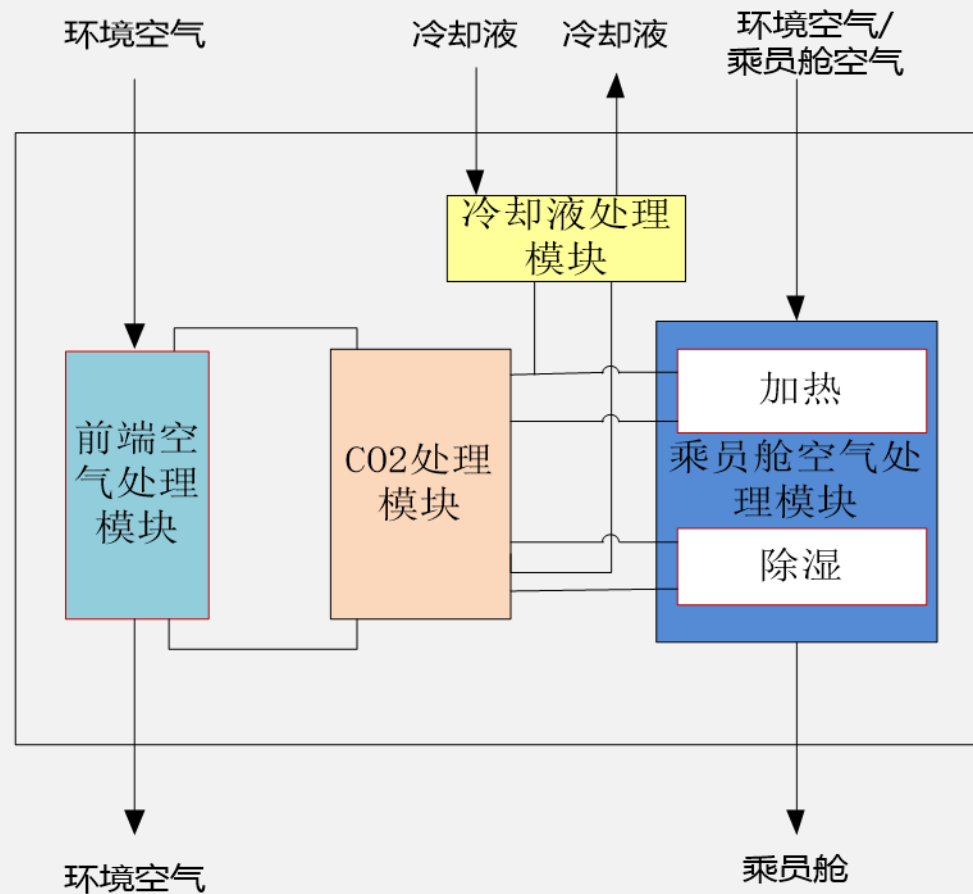
CO₂热泵开发进展简介



1. Development Team-System Architecture 开发小组-系统架构

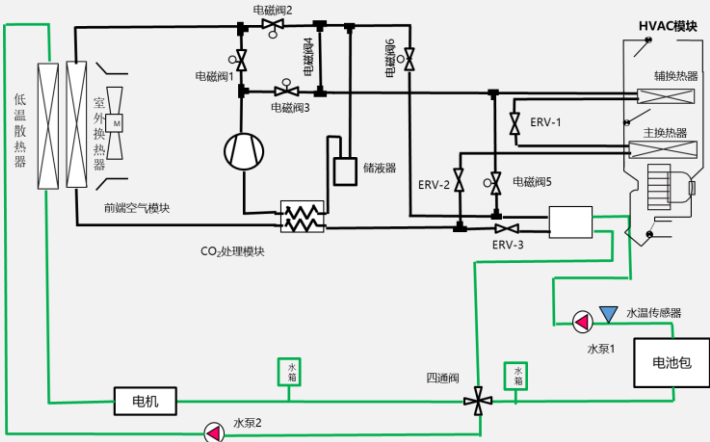
产品开发小组

序号	姓名	职务/职称	工作分工
1	郑彦昌	技术副总	资源支持
2	李全成	副总工程师	项目与技术支持
3	陈彬	高级工程师	项目开发
4	张子瀚	高级工程师	系统工程师
5	崔明璐	高级工程师	HVAC开发
6	许范	高级工程师	系统仿真
7	任振昊	工程师	气冷器开发
8	马智斌	工程师	高压板换开发
9	李耀伟	高级工程师	试验工程师
10	白云鹏	工程师	蒸发器开发
11	时长玉	工程师	气冷器开发
12	方雪可	工程师	室外气冷器开发



基于客户需求，验证不同架构下产品性能目标与改进方向，建立系统匹配能力和关键部件的设计规范，同时具备核心换热部件的制造工艺和制造能力。

2. Test Platform-TMM-测试台架-模块

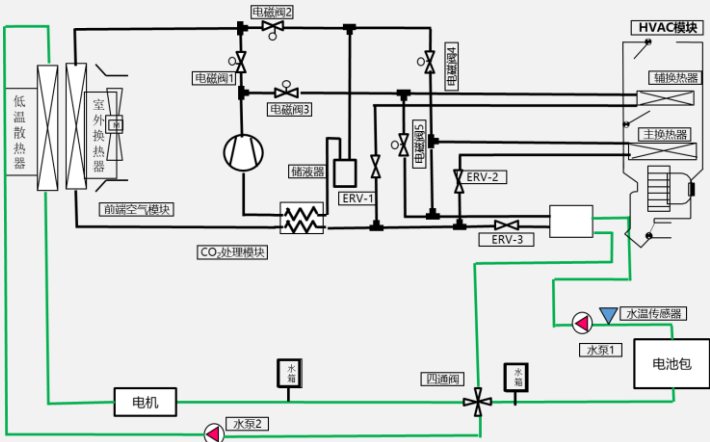


双芯体串联热泵系统架构

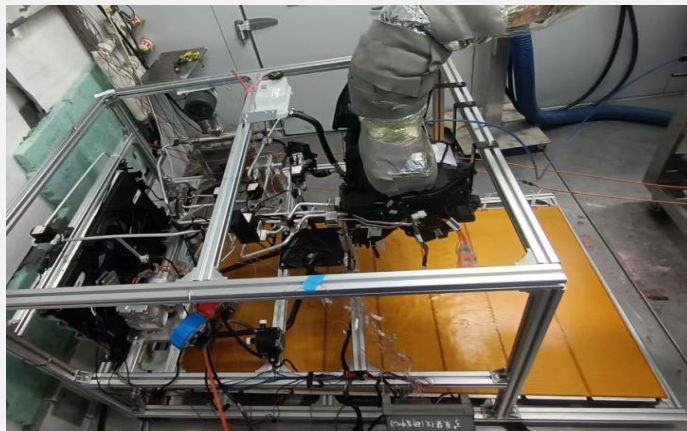


双芯体串联热泵系统台架

- 1、最大制冷、制热能力更好;
- 2、系统COP更优;
- 3、HVAC出风口温度均匀性。



单芯体热泵系统架构



单芯体热泵系统台架

- 1、系统架构复杂度降低;
- 2、成本较低;
- 3、HVAC平台可共用。

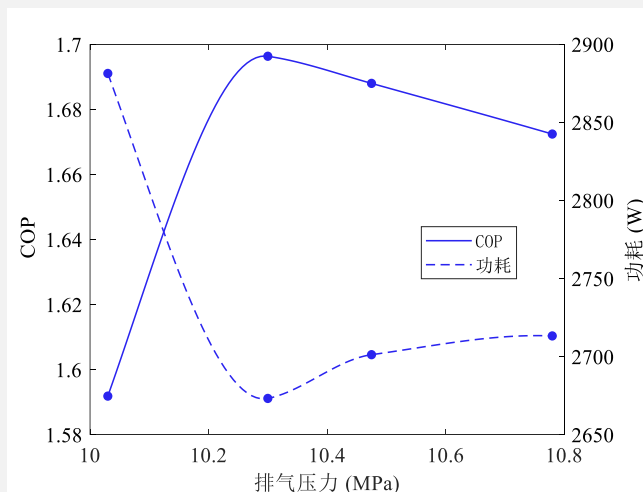


CO₂热泵开发进展简介

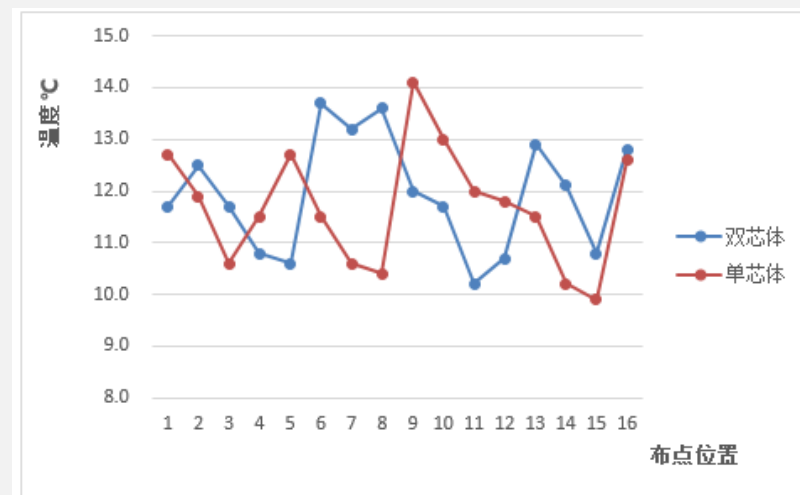
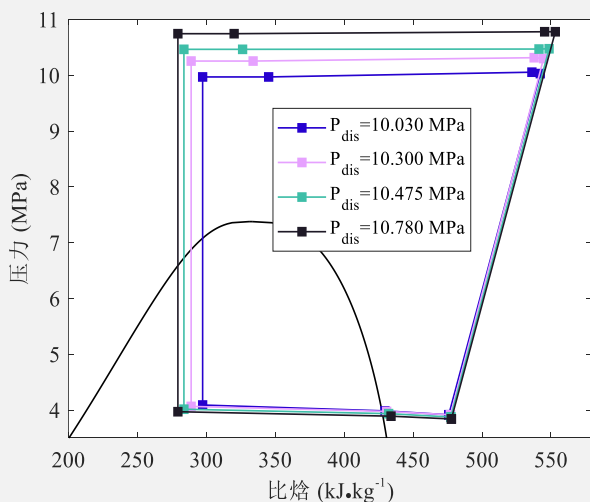


3. Refrigeration Test-制冷实验

系统方案	室外气冷器		室内换热器			压缩机转速 RPM	换热量 KW	系统COP
	进风温度 °C	风量 m ³ /h	进风温度 °C	湿度 %	风量 m ³ /h			
双芯体	40	2500	27	50	480	4920	4.53	1.70
单芯体	40	2500	27	50	480	5175	4.57	1.67
双芯体	35	2500	27	50	480	4560	4.84	2.33
单芯体	35	2500	27	50	480	4885	4.67	2.12



40°C双芯体最优排压和压焓图



在制冷模式下，双芯体方案出风温度均匀性比单芯体要高0.5°C左右

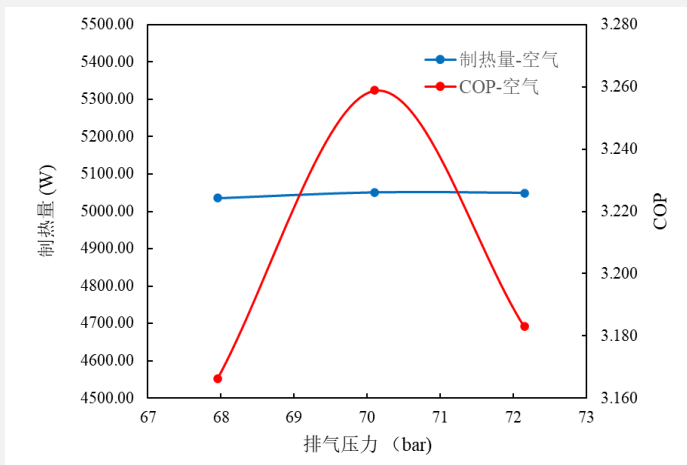


CO₂热泵开发进展简介

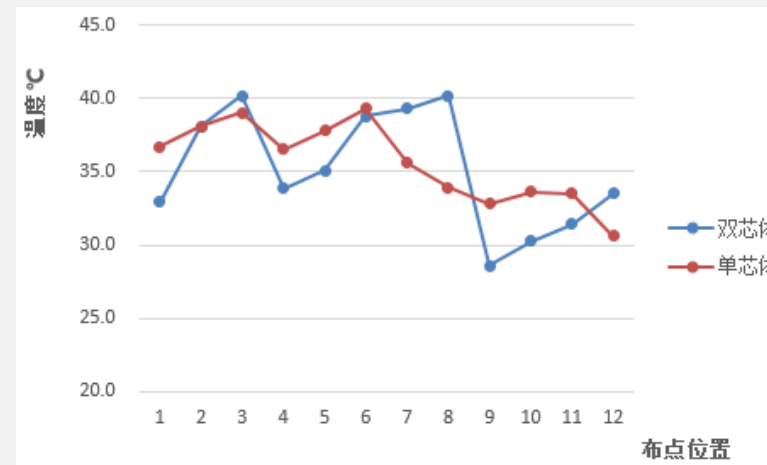
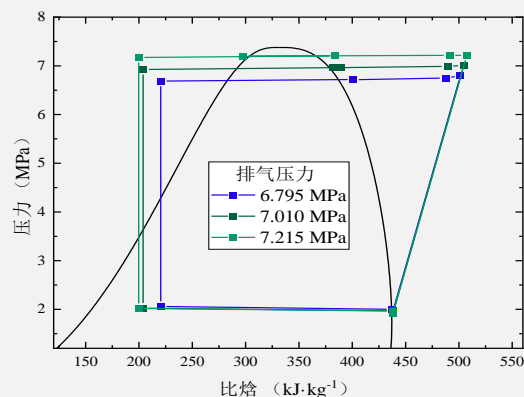


4. Refrigeration Test-制热实验

系统方案	室外气冷器		室内换热器		压缩机转速 RPM	换热量 KW	系统COP
	进风温度 °C	风量 m ³ /h	进风温度 °C	风量 m ³ /h			
双芯体	0	4500	0	330	3225	4.39	3.04
单芯体	0	4500	0	330	4270	4.42	2.62
双芯体	-10	2500	-10	330	4680	5.05	2.86
单芯体	-10	2500	-10	330	5985	5.25	2.11



-10°C双芯体最优排压和压焓图



-10°C双芯体和单芯体温度表面均匀性



CO₂热泵开发进展简介



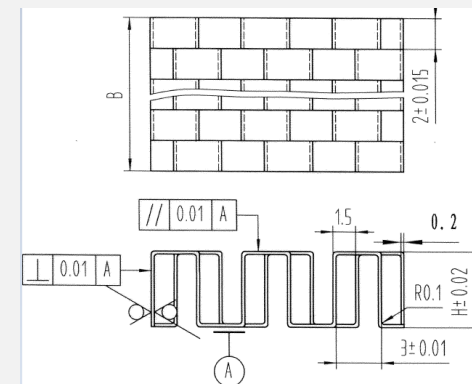
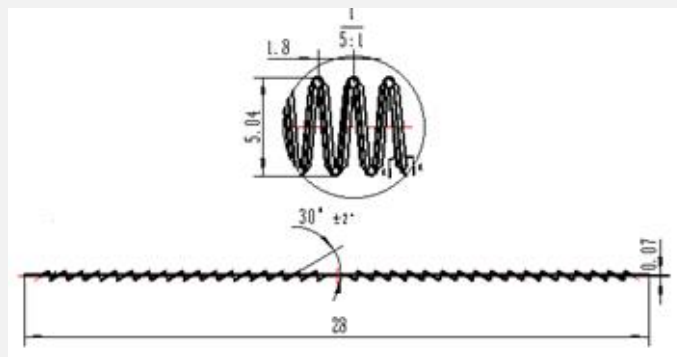
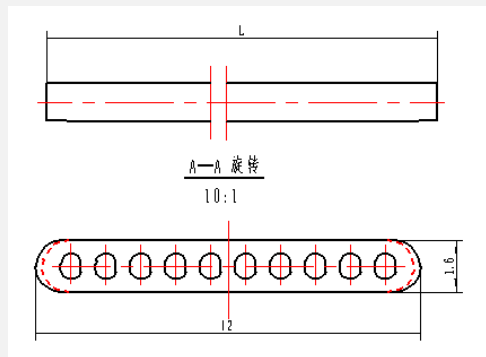
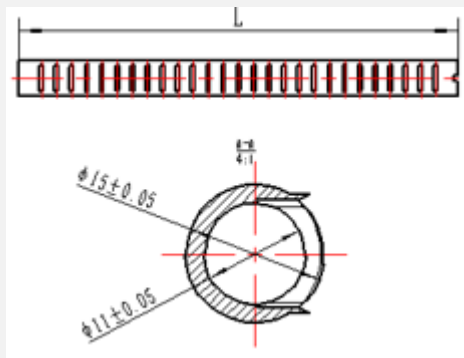
5. Heat exchanger-换热器

换热器产品平台

换热器种类	室外气冷器	蒸发器	室内气冷器	板式换热器 (Chiller/水冷式冷凝器)	直冷板	
类型	12mm平台	28mm平台	28mm平台	/	/	/
扁管规格	12×1.6mm	12×1.6mm	12×1.6mm	12×1.6mm	65.8×2.2mm	—
翅片规格	5.4×2.2mm	5×1.8mm 5.3×1.75mm	5×1.8mm 5.3×1.75mm	2×1.5mm 2.5×1.5mm	—	—
集流管规格	Φ15×2mm	Φ15×2mm	Φ15×2mm	Φ15×2mm	Φ15×2mm	—
结构形式	平行流式	平行流式	平行流式	板翅式	口琴管平行流式	冲压板
流程布置	2-3-4流程	2-4-6流程	2-4-6流程	2-3-4-6-8流程	2流程	流道布置
重量	—	—	—	—	—	—
成本	适中	适中	适中	适中	适中	适中
平台状态	正规模具	正规模具	正规模具	手工样件	手工样件	手工样件

5. Heat exchanger-换热器

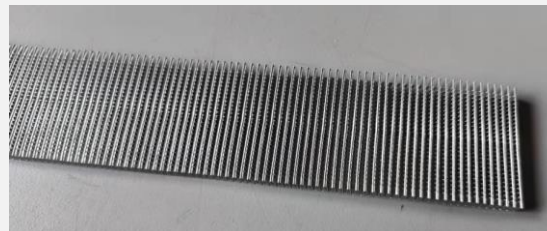
换热器产品平台一些关键零部件



集流管



扁管



翅片



波纹板




CO₂热泵开发进展简介



5. Heat exchanger-换热器

OGC-室外气冷器

结构形式	具体参数		
	方案一	方案二	方案三
长×高×厚	590.4×386×12		
有效迎风面积 (dm ²)	22		
翅片：波距×波高	2.2×5.4		
扁管：宽×厚	12×1.6	12×1.6	12×1.6
流程	二流程 44-40	三流程 32-28-24	四流程 23-22-20-19
产品式样			

测试工况

制冷剂侧

气冷器进口压力：125bar (A)

气冷器进口温度：150°C

质量流量：198kg/h

空气侧

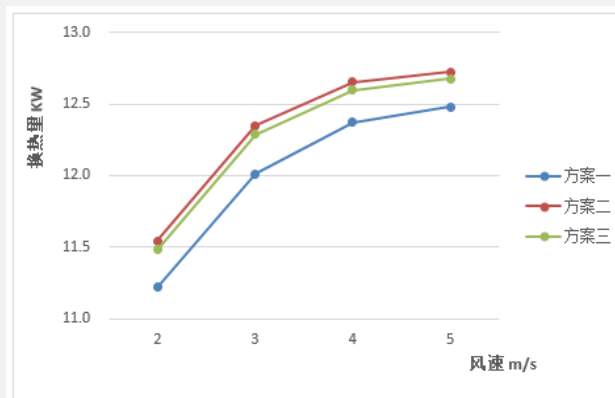
进风温度：45°C

进风湿度：35%

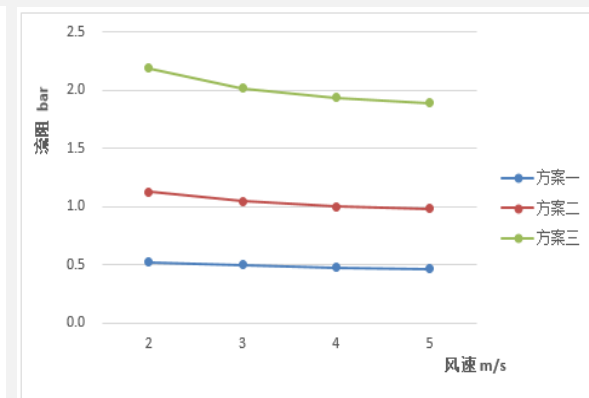
迎面风速m/s：2/3/4/5

实测风阻kPa：21/40/59/80

换热性能



流阻





CO₂热泵开发进展简介



5. Heat exchanger-换热器

Evaporator-蒸发器

结构形式	具体参数			
	方案一	方案二	方案三	方案四
长×高×厚	248.7×249×29	248.7×249×29	251.2×249×28	251.2×249×28
有效迎风面积 (dm ²)	5.34	5.34	5.4	5.4
翅片：波距×波高	1.9×5.3	1.9×5.3	1.8×5	1.8×5
扁管：宽×厚	12×1.6	12×1.6	12×1.6	12×1.6
流程	四流程 18-17-17-18	六流程 12-12-11- 11-12-12	四流程 19-18-18-19	六流程 13-12-12- 12-12-13
产品式样				

测试工况

制冷剂侧

膨胀阀进口压力：120bar (A)

膨胀阀进口温度：30℃

蒸发器出口压力：35bar (A)

蒸发器出口过热度：5℃

空气侧

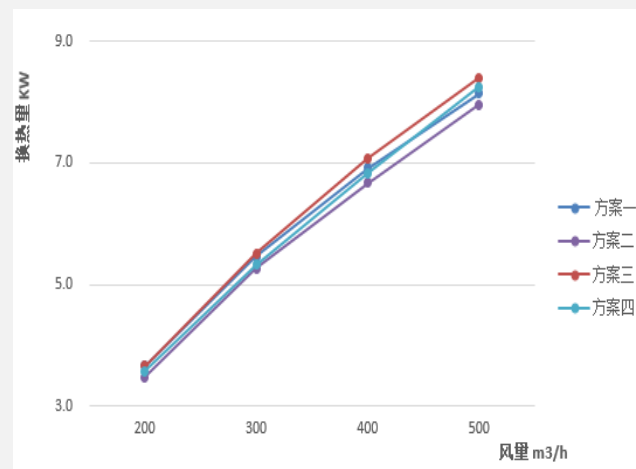
进风温度：40℃

进风湿度：40%

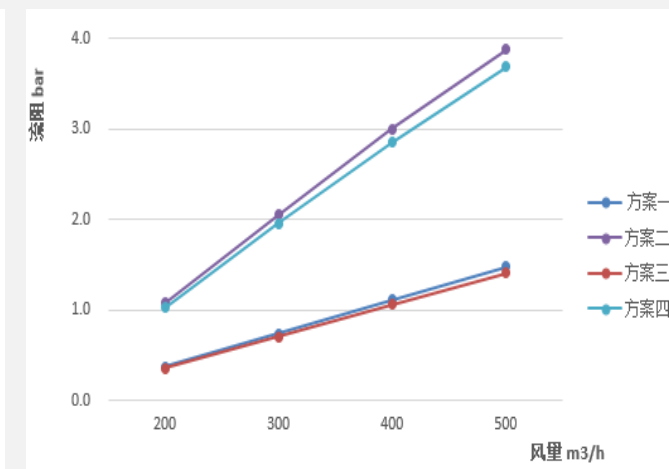
进风风量m³/h：200/300/400/500

实测风阻kPa：25/49/75/101

换热性能



流阻



5. Heat exchanger-换热器

IGC-室内气冷器

结构形式	具体参数			
	方案一	方案二	方案三	方案四
长×高×厚	235×170×29	235×170×29	238×170×28	238×170×28
有效迎风面积 (dm ²)	3.19	3.19	3.23	3.23
翅片：波距×波高	1.9×5.3	1.9×5.3	1.8×5	1.8×5
扁管：宽×厚	12×1.6	12×1.6	12×1.6	12×1.6
流程	四流程 17-16-16-17	六流程 11-11-11- 11-11-11	四流程 18-17-17-18	六流程 12-12-11- 11-12-12
产品式样				

测试工况

制冷剂侧

室内气冷器进口压力：120bar (A)

室内气冷进口温度：120℃

质量流量：90kg/h

空气侧

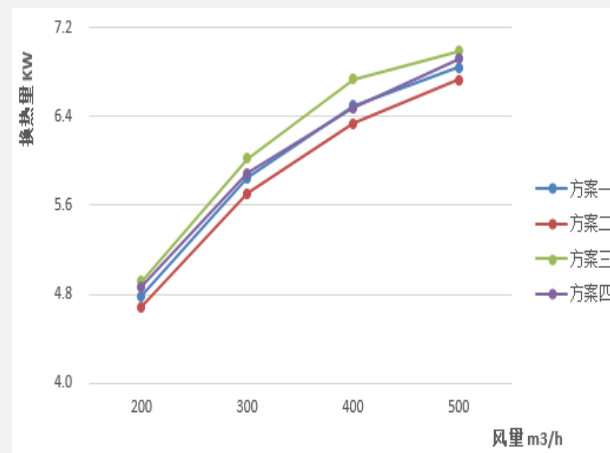
进风温度：10℃

进风湿度：/

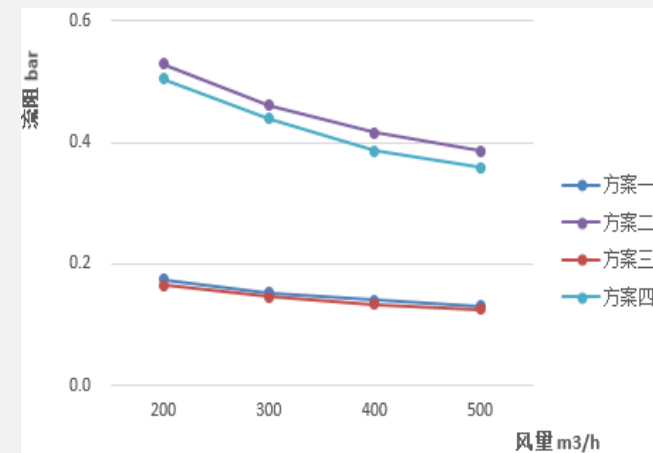
进风风量m³/h：200/300/400/500

实测风阻kPa：52/101/154/208

换热性能



流阻

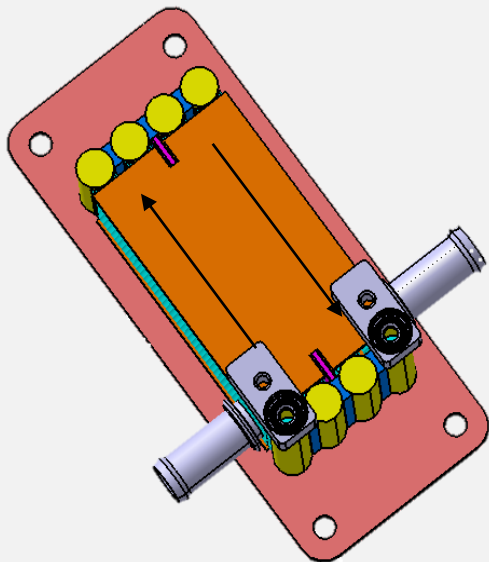




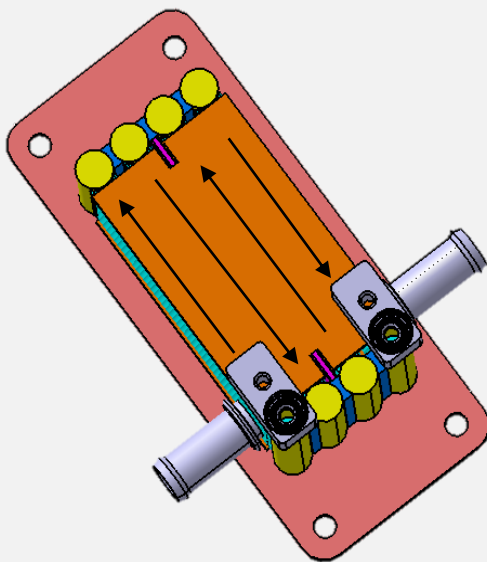
5. Heat exchanger-换热器

Plate heat exchanger-板式换热器

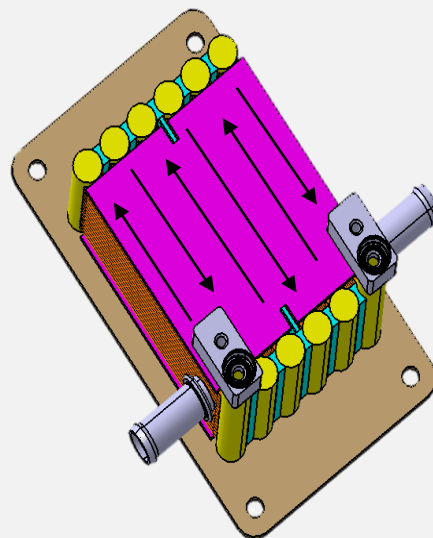
制冷剂侧流程说明



二流程

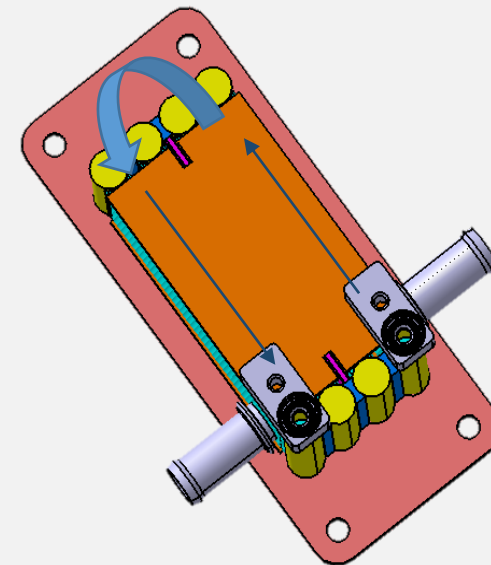


四流程



六流程

冷却液侧流程说明



二流程

5. Heat exchanger-换热器

Plate heat exchanger-板式换热器

测试工况

制冷剂侧

膨胀阀进口压力: 120bar (A)

膨胀阀进口温度: 30°C

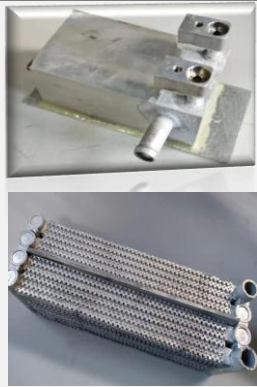
蒸发器出口压力: 35bar (A)

蒸发器出口过热度: 5°C

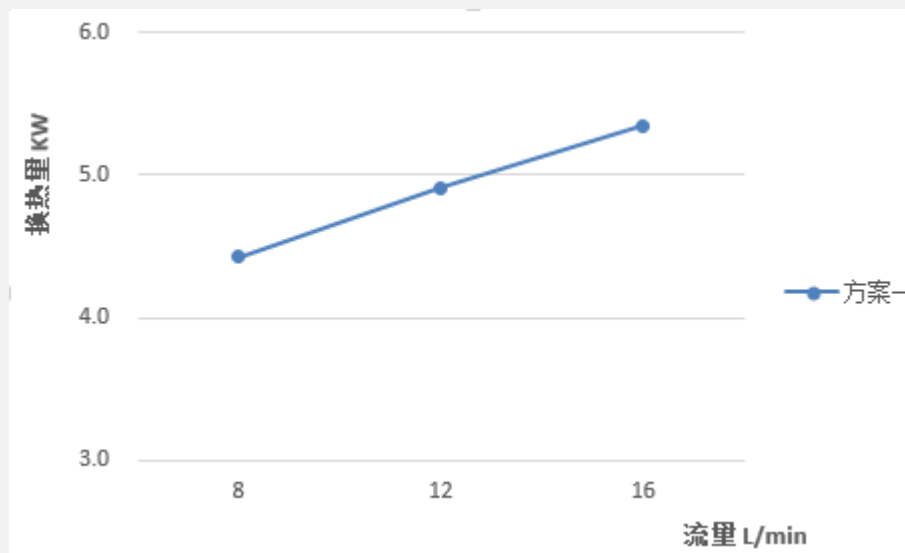
冷却液侧

进水温度: 25°C

流量: 8/12/16 L/min

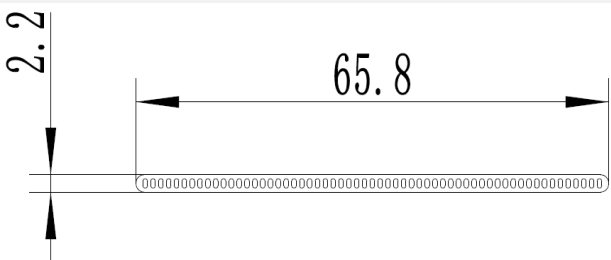
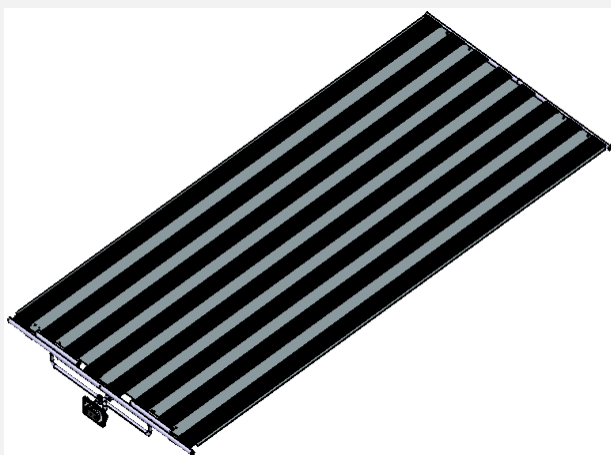
结构形式	具体参数
	方案一
长×宽×高	147×73.2×64
波纹板: 波距×波高	1.5×2
扁管: 宽×厚	12×1.6
制冷剂流程	四流程
冷却液流程	二流程
产品式样	

换热性能

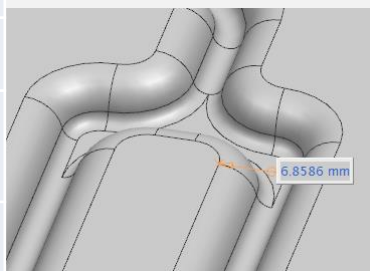


5. Heat exchanger-换热器

Direct cooling plate-直冷板



零部件名称	二氧化碳 直冷板/mm	R134a 直冷板/mm
集流管	Φ15×2	Φ16×1.5
扁管	65.8×2.2-59	65.8×2.2-48
均温板		1
管路	Φ12×1.5	Φ12×1.2
隔板		1.5



流道深度：
2.8

壁厚：2

- 降低流道宽度可以提升耐压性能
- 1mm流道板，流道宽度需≤6mm，模型成型难度较大

微通道方案

- 耐高压微通道扁管模具开发中
- 后续与R134a介质进行制冷制热性能对比测试

冲压板方案

- 功能样件开发完成，正在进行耐压与性能测试
- 需评估流道板成型可行性方案

6. Technique difficulty-问题点小结

- 目前台架通过加大扭矩提高零部件的密封性能;
- 密封垫片的平面度;
- 密封面清洁度;
- 反复拆装次数;
- 操作过程的防磕碰伤。

- 大排量压缩机;
- 加大室内风侧换热能力;
- 直冷直热板在制热模式下, 考虑通过系统优化及结构优化解决温差问题



扁管堵孔问题



板式换热器的冷却液侧密封问题

现有方案:

- 采用高压圆管, 边沿厚度避让;
 - 控制焊料层比例;
 - 项目定型后开发水侧正规模具。
-
- 室内气冷器的表面温度均匀性问题, 需要优化室内气冷器的结构和流程;
 - HVAC出风口温度均匀性结合壳体设计进行优化。



7. 后续工作计划及资源需求

部品开发:

- 1、双芯体串联HVAC样件制作;
- 2、直冷直热板的开发验证;
- 3、高压板换的结构优化(水侧)。

第三轮台架测试:

- 1、系统架构优化,从电池包液冷改为直冷(直冷板根据测试和评估进行选择)。
- 2、系统采用双芯体HVAC,评估新结构的温度均匀性的改善。

资源需求:

- 1、大排量的电动压缩机(>7cc)。
- 2、小开度下高精度电子膨胀阀。
- 3、大容积带回热的气液分离器。



谢谢!