



冰山集团
Bingshan since 1930

冰山冷热科技股份有限公司
Bingshan Refrigeration & Heat Transfer Technologies Co., Ltd.

氨/二氧化碳 制冷系统及主要设备

汇报人：郭汉玉



目
录

01

高ODP、GWP制冷剂使用限制

02

制冷剂特性

03

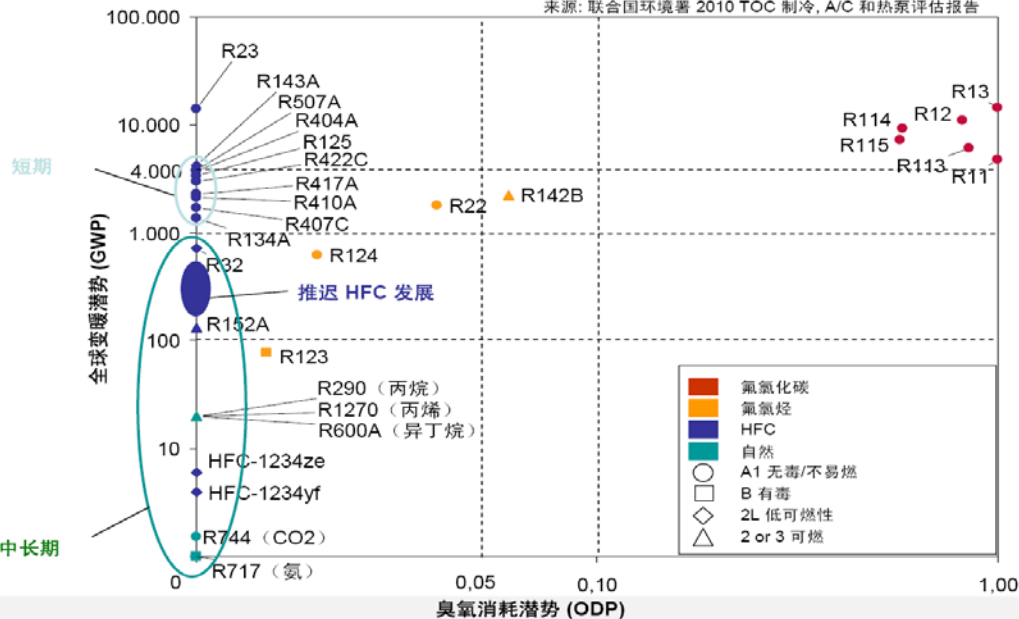
氨/二氧化碳制冷系统

04

CO₂制冷设备



来源: 联合国环境署 2010 TOC 制冷、A/C 和热泵评估报告



近年来, 人们对制冷行业大量应用的氟利昂类人工合成制冷剂对大气臭氧层的破坏作用和温室效应等环境问题越来越重视, 一些限制使用氟利昂的协议、法规等规范陆续出台并不断更新, 氟利昂替代步伐不断加快, 最终目标就是停止氟利昂的生产。

科技工作者在积极研究氟利昂制冷剂的替代技术, ODP (臭氧破坏潜能) = 0, GWP (温室效应潜能) = 0 或接近于 0 的天然工质成为制冷剂的最终解决方案。

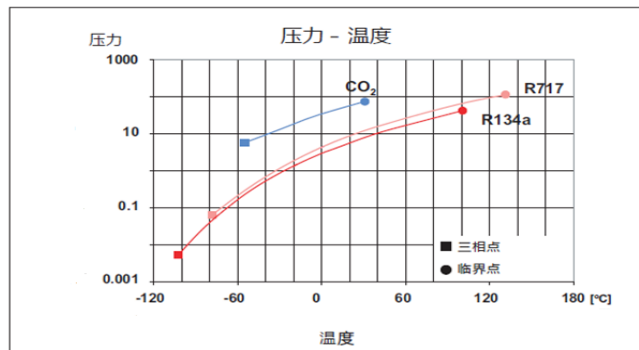
NH₃特性

- 回 氨作为制冷剂的使用已经有上百年的历史，技术成熟；
- 回 属于自然工质，ODP=0；GWP=0；
- 回 具有极好的热力学性能，制冷效率高；
- 回 价格低廉，运行维护费用低，制冷系统初投资最低；
- 回 目前国内大型工商制冷系统80%以上采用氨制冷系统；
- 回 在空气中爆炸极限浓度为15~28%；
- 回 毒性程度属中度危害介质。

制冷剂	氨	二氧化碳	R507
ODP	0	0	0
GWP	0	1	3985
临界点	113bar 132.4℃	73.6bar 31.1℃	37bar 70.9℃
三相点	0.06 bar -77.7℃	5.2 bar -56.6℃	
0℃饱和压力 bar	4.29	34.86	6.28
-40℃饱和气体比容	1.551	0.0382	0.133
-40℃汽化潜热	1387	322	195
毒性	中	非	
可燃性	可	非	

CO₂特性

- 回 CO₂ 是自然工质，ODP=0， GWP=1；
- 回 良好的安全性，无毒，不可燃；
- 回 单位容积制冷量高，设备紧凑。-40℃蒸发时，要产生相同的冷量，CO₂压缩机的排量只需NH₃压缩机排量的12%；
- 回 热物性好，运动粘度低，流动性好，换热效率高，低温下饱和压力为正压；
- 回 价格低廉，易于获得；
- 回 工作范围窄。三相点温度为-56.6℃，临界点温度为31.1℃，亚临界制冷工作温度范围最大为-56~31℃；
- 回 压力较常规制冷剂偏高，导致设备压力等级高。



制冷剂	氨	二氧化碳
ODP	0	0
GWP	0	1
临界点	113bar 132.4℃	73.6bar 31.1℃
三相点	0.06 bar -77.7℃	5.2 bar -56.6℃
0℃饱和压力 bar	4.29	34.86
-40℃饱和气体比容	1.551	0.0382
-40℃汽化潜热	1387	322
毒性	中	非
可燃性	可	非



为了充分利用NH₃和CO₂的优良特性，避免各自的缺点，制冷行业开发出了NH₃/CO₂载冷剂系统和复叠系统：

- ① 氨作为制冷剂被限制在机房里，二氧化碳作为载冷剂或低温级制冷剂进入操作房间和库房；
- ② 做好氨制冷机房的主动防御措施

01

可大幅降低氨的充注量，大约可减少90%，满足GB18218《危险化学品重大危险源辨识》规定10t氨的临界值；

02

最大限度降低了NH₃系统对人和食品带来的风险，保证了工作人员和食品的安全；

03

二氧化碳作为载冷剂或低温级制冷剂，工作温度较低，可降低二氧化碳系统的工作压力；

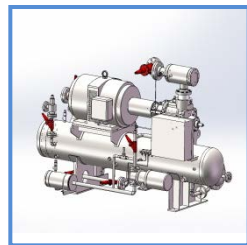
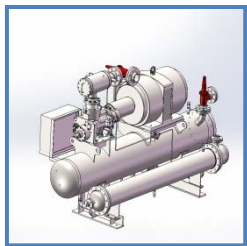
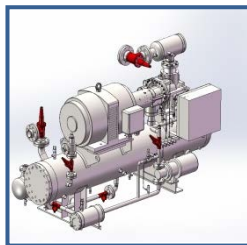


➔ 大型的NH₃/CO₂亚临界制冷系统中有3种系统类型：

➤ NH₃/CO₂载冷剂系统

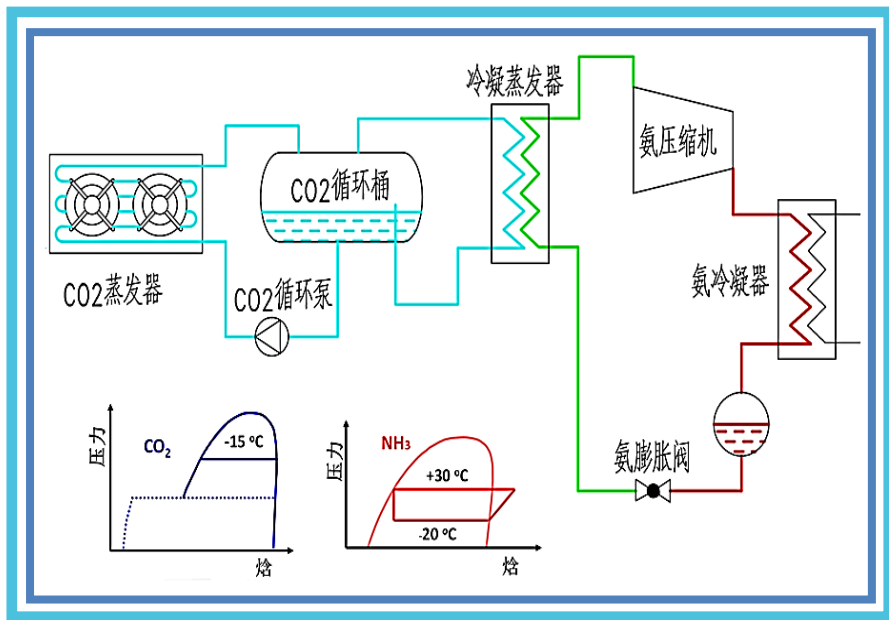
➤ NH₃/CO₂复叠系统

➤ NH₃/CO₂复合系统



1. NH₃/CO₂载冷剂系统

以NH₃为制冷剂，CO₂作为载冷剂。



与常规水基载冷剂相比有许多优势：

- ① CO₂的换热效率高，粘度小，在蒸发器中等温相变吸热，可提高NH₃的蒸发温度，从而提高NH₃制冷循环的COP；
- ② 相变潜热大，液体流量小，可大幅减小管路尺寸和循环泵功率。

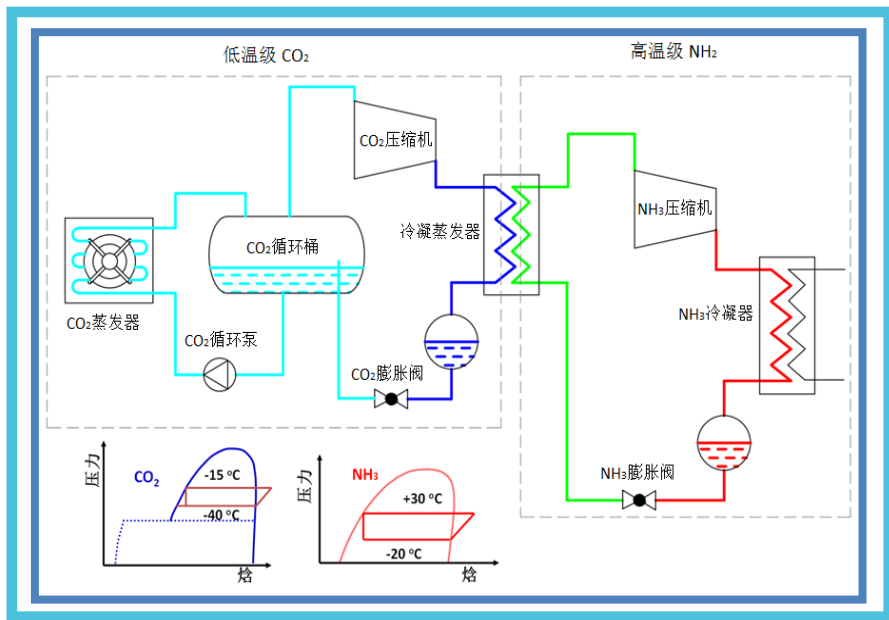
以冷库温度为-15℃，所需冷量为500KW为例

CO₂载冷剂和50%乙二醇载冷剂比较如下表

制冷剂	氨蒸发温度 ℃	体积流量 M ³ /h	泵功率 KW	管路尺寸	COP
乙二醇	-30	103	22	DN200	1.97
CO ₂	-27	9 (液) (1.5倍) 130 (气)	2	DN50 (液) DN80 (气)	2.20
比值			11		0.89

2. NH₃/CO₂复叠系统

以NH₃为高温级制冷剂，CO₂为低温级制冷剂



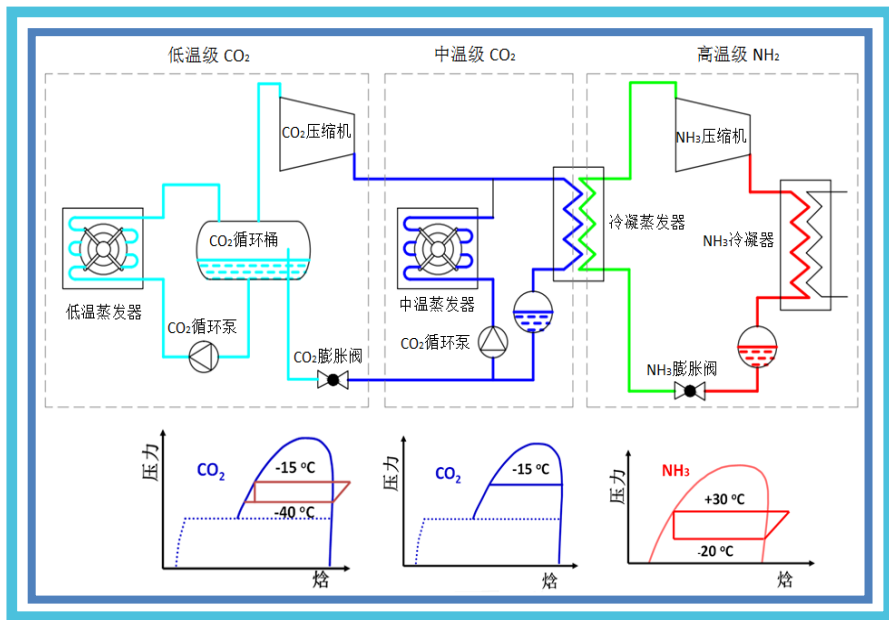
NH₃系统为CO₂系统提供一个较低的冷凝温度和冷凝压力，使CO₂循环处于亚临界状态。

与传统的NH₃双级压缩制冷系统相比，有许多优势：

- ① 在较低的蒸发温度下，复叠系统比双级压缩系统有更高的COP；
- ② 由于CO₂在低温下巨大的单位容积制冷量，使得压缩机、分离器等设备体积减小；
- ③ NH₃介质被限制在机房内，整个系统NH₃的充注量大幅减小，系统的安全性大大提高。

3. NH₃/CO₂复合系统

将载冷剂系统和复叠系统相结合



将载冷剂系统和复叠系统相结合，就得到了复合制冷系统。

复合系统既可以得到载冷剂系统的高温蒸发区，也可以得到复叠系统的低温蒸发区，非常适合需要2温区的制冷场合。



➡ 主机能效比较

系统类型 蒸发温度	NN3/CO2 复叠	NN3/CO2 载冷	R507 单机双级	R507 单机经济器	NN3 单机双级	NN3 单机经济器
-42℃	1.69	1.41 (双)	1.51	1.23	1.54	1.25
-35℃	1.91	1.79 (双)	1.77	1.55	1.95	1.63
-25℃		2.12 (单)		2.12		2.37
-7℃		4.01 (单)		3.98		4.42
	冷凝蒸发器温差3℃					

➡ 推荐的系统形式

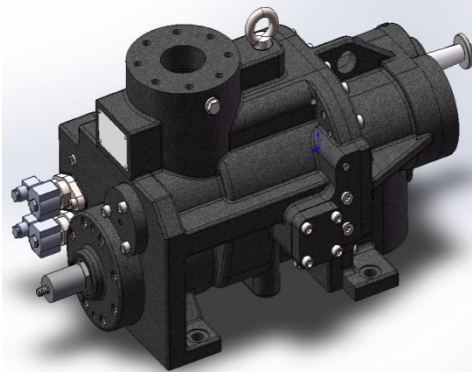
蒸发温度范围	NN3/CO2 复叠	NN3/CO2 载冷
-50~-40℃	●	
-40~-35℃	●	○
-35~-30℃	○	●
-30~-5℃		●

冰山冷热科技股份有限公司是大连冰山集团的核心企业，公司致力于工业制冷、食品冷冻冷藏及工程服务领域。近年来公司大力开发CO2制冷技术，取得了一系列成果，建造了一批具有高技术水准的CO2制冷工程。

CO₂螺杆压缩机

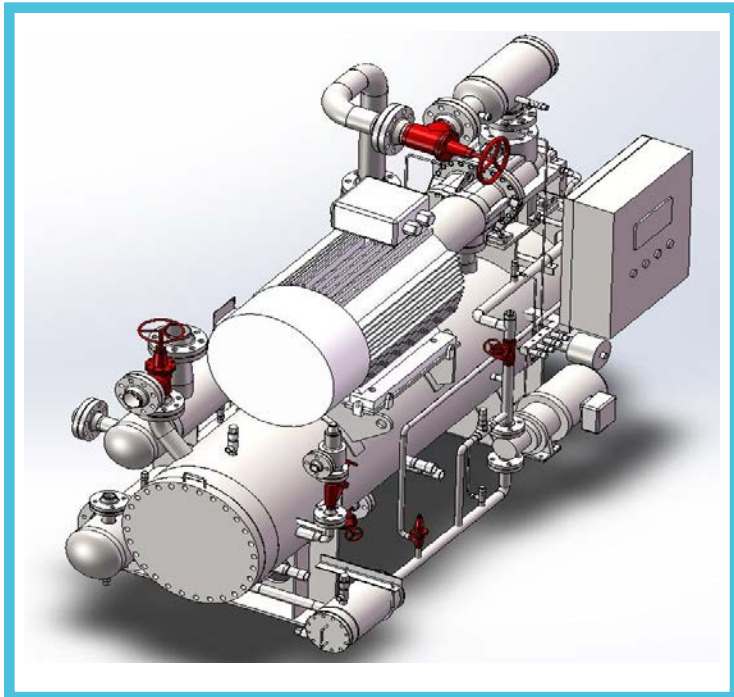
- 压缩机及机组高压(5.2MPa)设计：可满足融霜要求；
- 压缩机机体：采用高性能球墨铸铁；
- 国际最新双边非对称形齿：齿数比5:7，性能优异；
- 转子材料：采用高强度锻钢；
- 转子磨床加工：加工精度等级高，磨损小，输气效率高；
- 径向和轴向轴承：采用国际顶级品牌滚动轴承，定位精度高；
- 定制John.Crane机械密封：应对苛刻的工作条件；
- 滑阀调节：20~100%无级调节；
- 油泵强制供油方式，供油压力稳定，提高整机可靠性；
- 高效卧式油分离器，实现三级分离，降低油耗；
- 高性能的人工合成冷冻油：便于系统的回油管理；

种类	型号
氨压缩机	LG系列螺杆压缩机
	VLG系列螺杆压缩机
	SLG系列单机双级压缩机
CO ₂ 压缩机	LGC系列高压螺杆压缩机




CO₂螺杆压缩机组

机 组 型 号		JZLGC12.5DZE3	JZLGC12.5ZE3	JZLGC16ZE3
压 缩 机 型 号		LGC12.5DZ	LGC12.5Z	LGC16Z
转子直径	mm	125	125	160
转速	r/min	2960		
制冷工质		R744（二氧化碳）		
理论排量	m ³ /h	170	250	400
电制		3P/380V/ 50Hz		
冷冻油类型		合成冷冻油		
冷冻油充注量		240	240	350
油冷却器类型		液氨油冷		



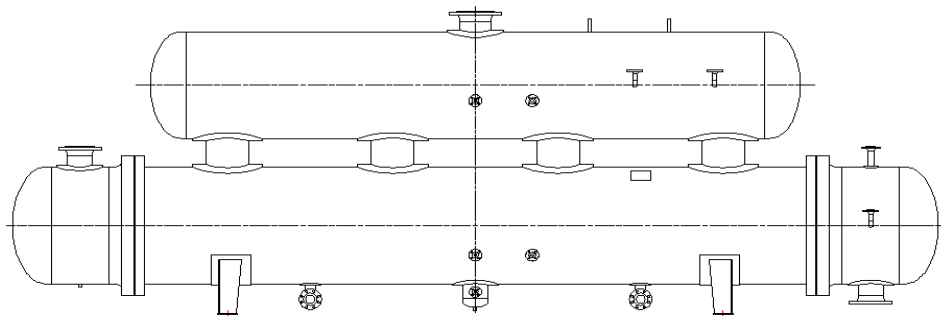
NH₃/ CO₂冷凝蒸发器

冷凝蒸发器是NH₃系统和CO₂系统的结合点。冷凝蒸发器有2种类型：管壳式和板壳式。

管壳式冷凝蒸发器：

采用NH₃管外蒸发的满液式结构，运行稳定，能够快速适应变负荷和变工况。冷凝蒸发器带有汽液分离功能，蒸发后的NH₃气可直接回压缩机。

冷凝蒸发器型号	NZC65	NZC110	NZC180	NZC270	NZC360	NZC450
换热面积 m ²	65	109	182	266	362	454
换热温差 °C	5	5	5	5	5	5
换热量 KW	350	570	1000	1480	2000	2500

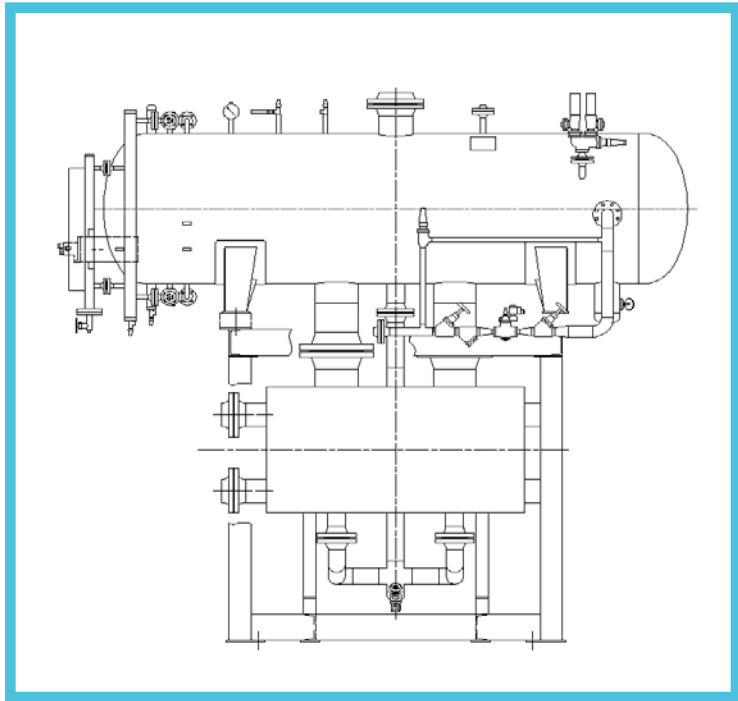


NH₃/ CO₂冷凝蒸发器

冷凝蒸发器是NH₃系统和CO₂系统的结合点。冷凝蒸发器有2种类型：管壳式和板壳式。

板壳式冷凝蒸发器：

由氨汽液分离器、板壳式换热器、机架、阀门及管路组成。NH₃供液和气液分离功能由气液分离器完成，换热在板壳式换热器中进行。板壳式换热器全焊接结构，耐高压性能好，换热效率高。

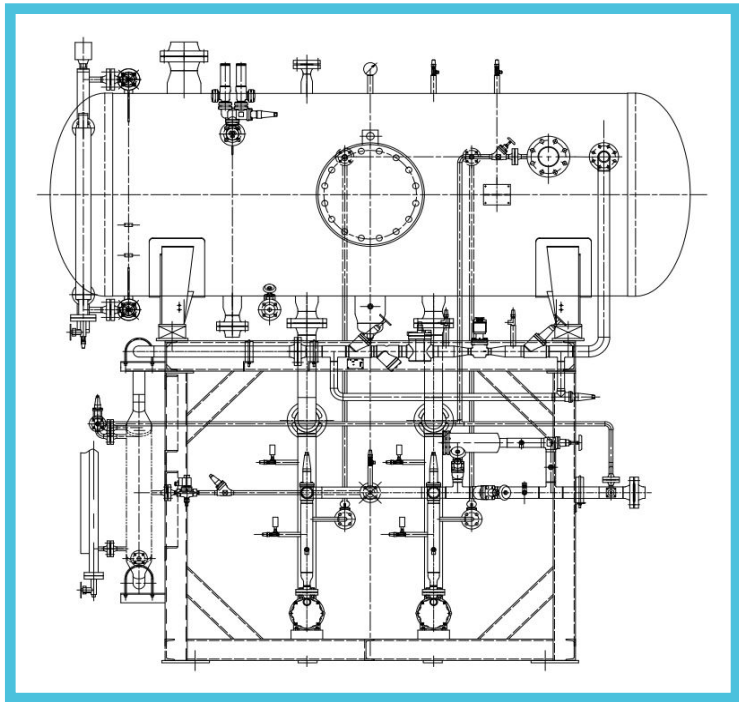


CO2循环泵组

用于向蒸发器强制供液，并在循环桶中进行2相分离，液体再次进入循环泵，分离后的气体回到冷凝蒸发器或CO2压缩机。

循环泵组分为载冷剂系统用和复叠系统用2大类。载冷剂系统无CO2节流机构和回油器。

型号	CX2B3.5	CX2B5	CX2B7	CX2B10
容器容积 m ³	3.5	5.0	7.0	10
泵数量	2	2	2	2



CO₂空气冷却器

- ▣ 设计压力4.0~5.2MPa，温度范围-55~5℃；
- ▣ 主要材质为不锈钢换热管和铝翅片；
- ▣ 采用整体波纹翅片，液压胀管；
- ▣ 优秀的结构设计，效率高，风阻小，融霜周期长；
- ▣ 外转子轴流风机，高效节能，免维护；
- ▣ 多种融霜方式可选；
- ▣ 充注量低，整体结构紧凑。





冰山集团
Bingshan since 1930

冰山冷热科技股份有限公司

Bingshan Refrigeration & Heat Transfer Technologies Co., Ltd.

请提宝贵意见！

谢谢！