



冷链绿色高效 技术进展

申江

天津商业大学 教授

国际制冷学会冷藏专业委员会副主席

天津市制冷学会常务副理事长

2021-4-8 上海

冷链的基本要求

安全

环保

节能

绿色冷链用制冷剂 (环保制冷剂)

- 冷库
 - R717
 - R744
- 超市冷柜/冷库
 - R744
- 冰箱/冰柜
 - R600a
 - R290
 - R170
- 液氮

冷链高效节能技术

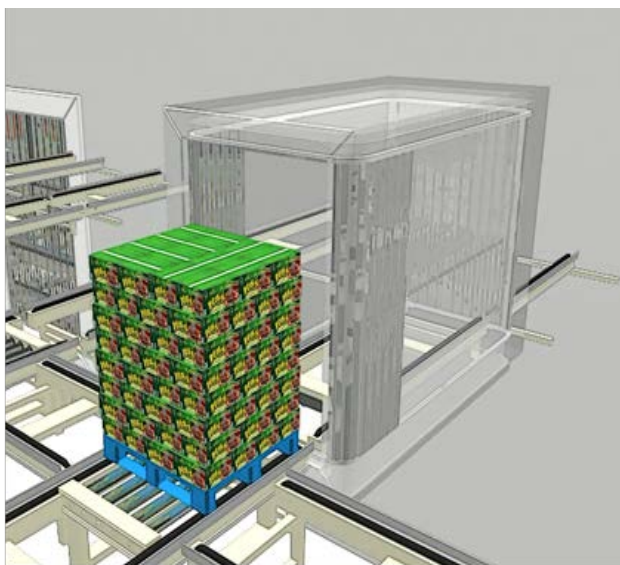
减少冷链设施设备热负荷

- 维护结构负荷
- 门负荷
- 融霜负荷
- 内部负荷

提高制冷系统效率

门负荷的减少

双道自锁快速门



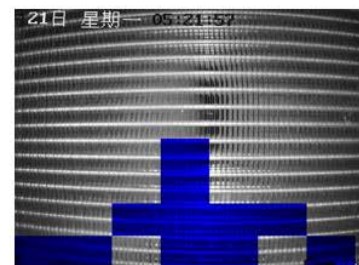
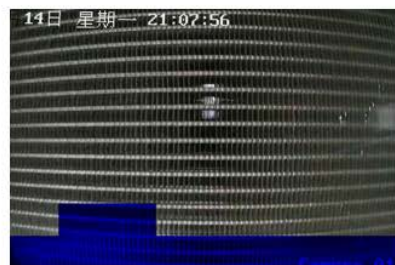
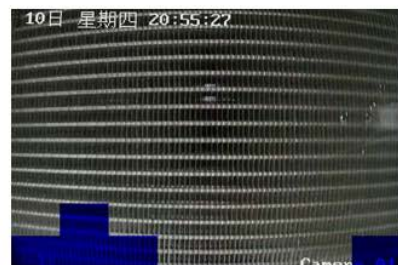
进出货常通过缓冲通道

轻型PVC可视节能门



快速升降软帘门





融霜负荷 的减少

摄像识别融霜

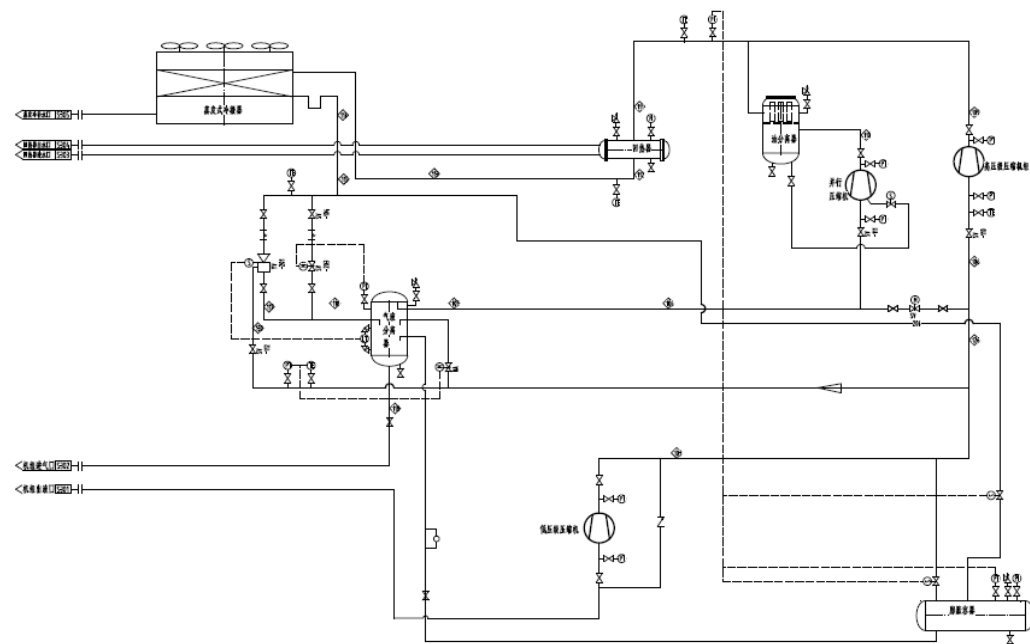
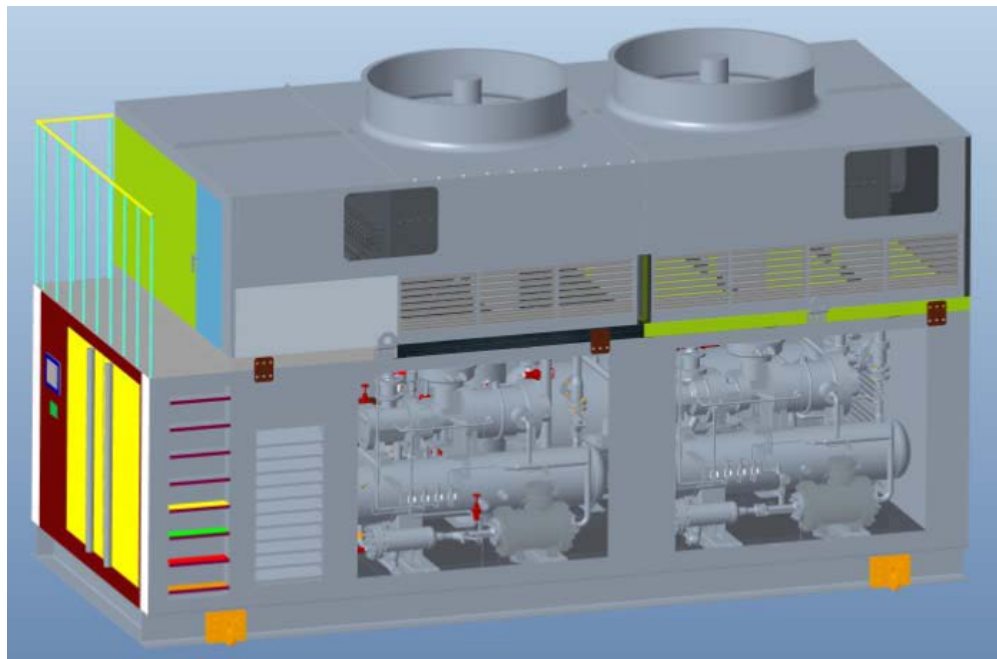
CO₂节能自动化冷库

- 200mm聚氨酯保温
- 双道自锁快速门
- 顶排管空气冷却器
- 小换热温差 $<2^{\circ}\text{C}$
- 小温度波动 $<\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
- 小机房
- 耗电量 $<10\text{kWh}/\text{m}^3\text{y}$

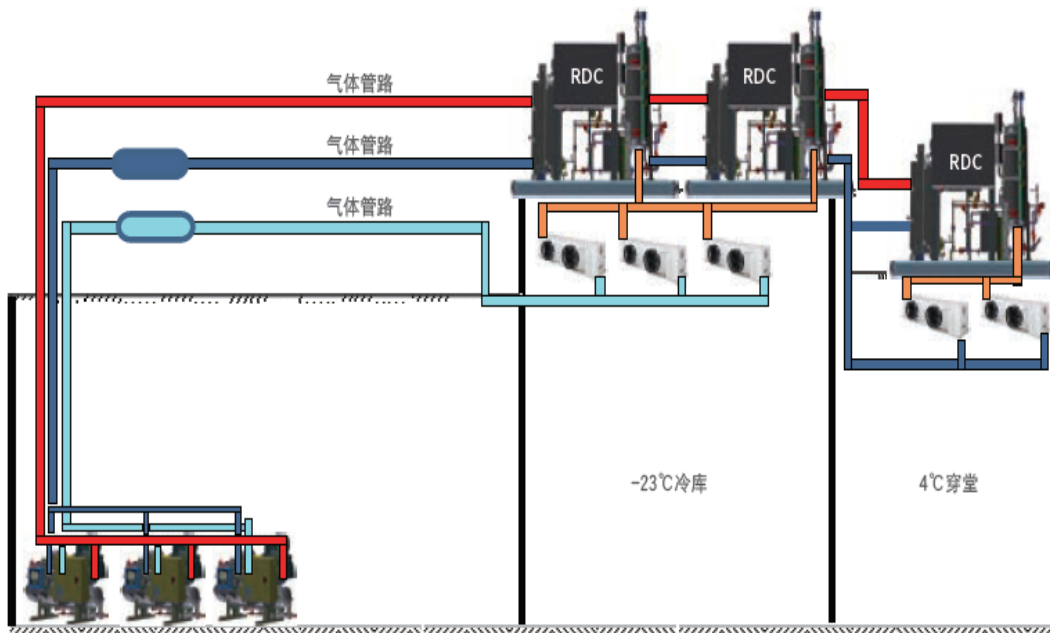


跨临界冷热机组

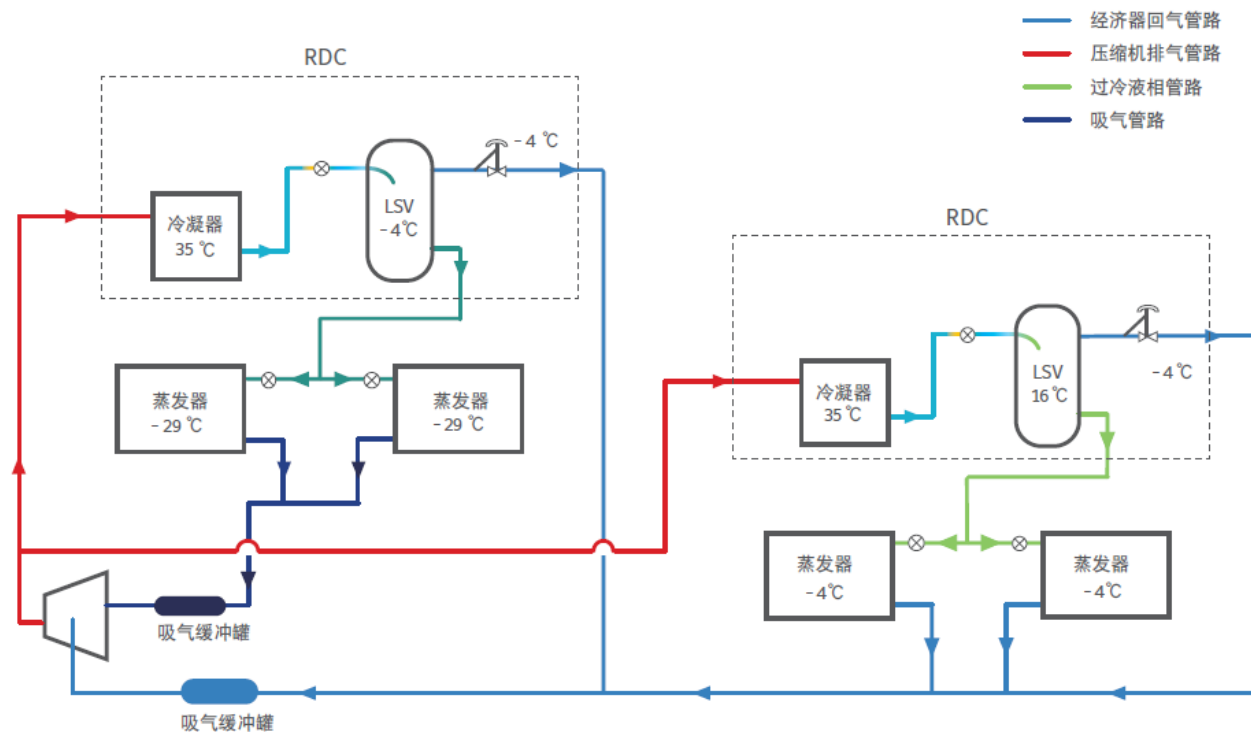
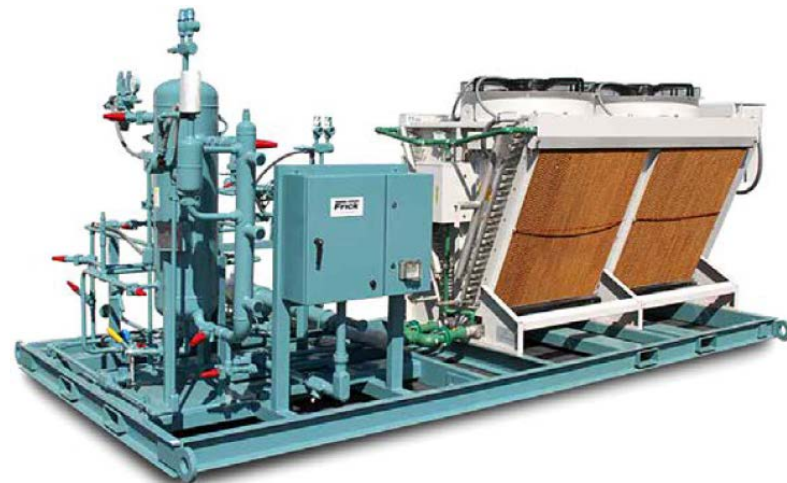
- 12MPa 的高压CO₂螺杆压缩机，排量 80m³/h（50HZ，可以增频到75HZ）。
- 蒸发冷采用复合式结构，将水冷与空冷、传热与传质过程融为一体。



氨低充注量系统

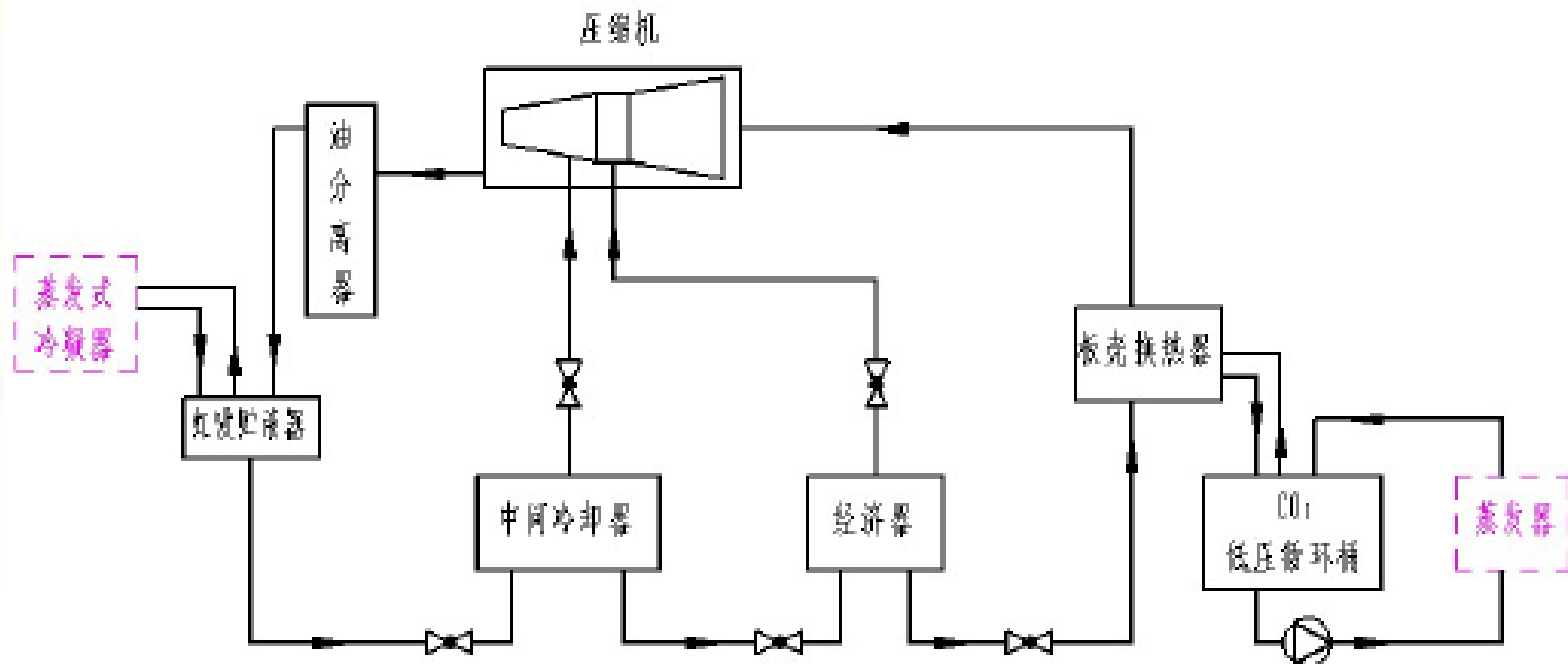
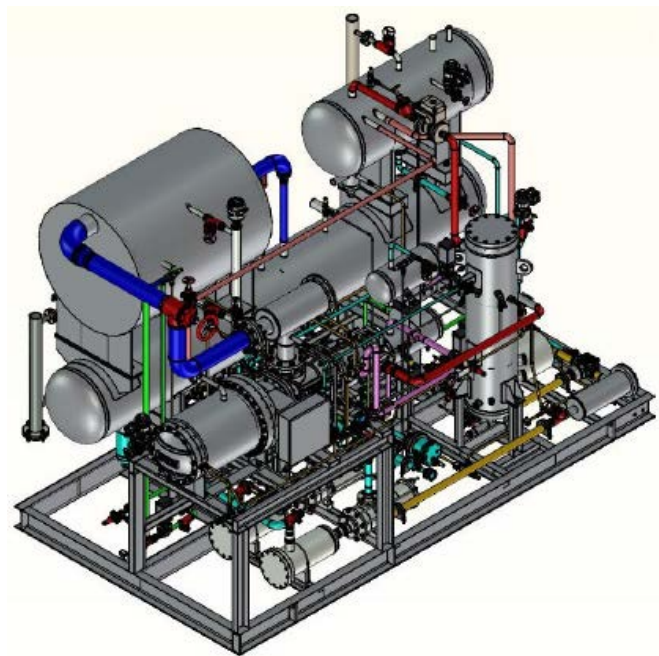


- 远程分布式冷凝模块靠近用冷点且在屋顶布置。
- 并对制冷系统中制冷剂的分配进行控制，使得制冷剂充注量低至 $0.2\sim 0.4\text{ kg/kW}$ 。
- 可使用氨用绝热冷凝器，提供节能模式和省水模式。

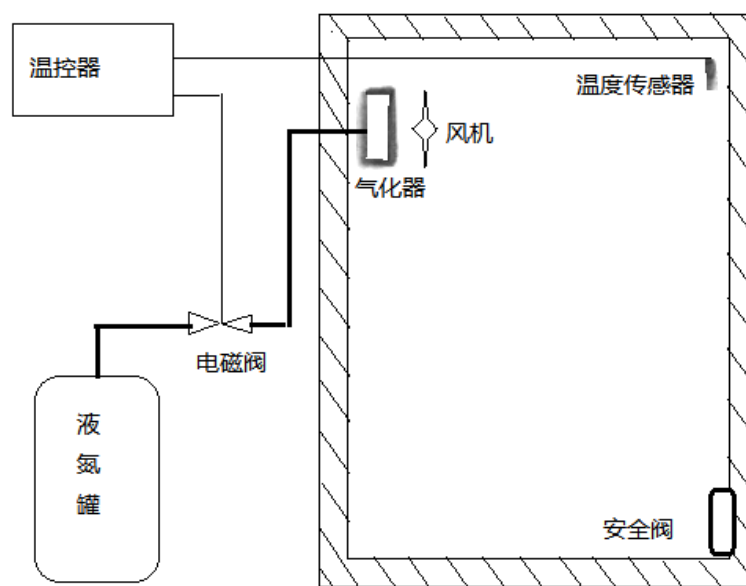


NH₃/CO₂ 载冷制冷机组

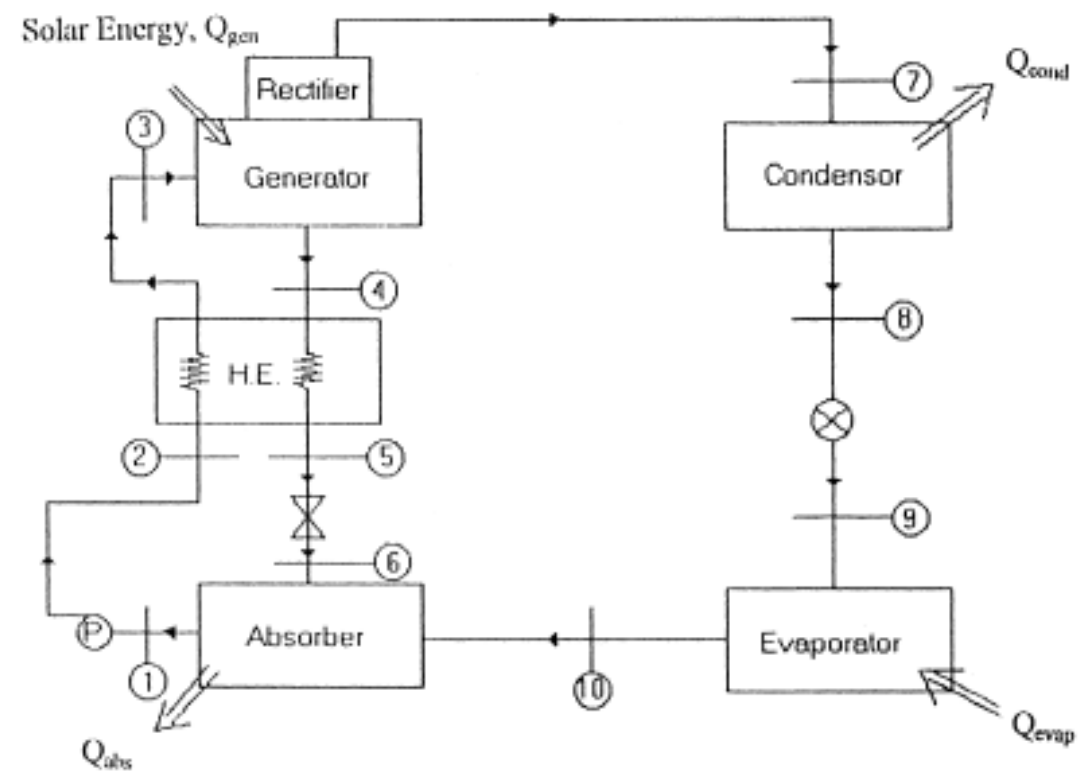
- 高效油分离设计，冷凝蒸发器无油。
- 三次节流进入后进入板壳式冷凝蒸发器，确保冷凝蒸发器内无油。
- 电机热虹吸液体制冷剂冷却。



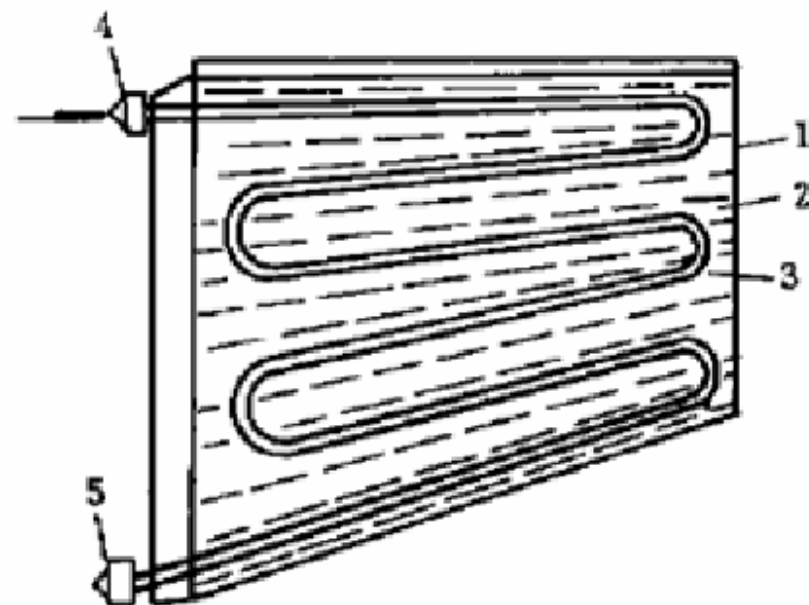
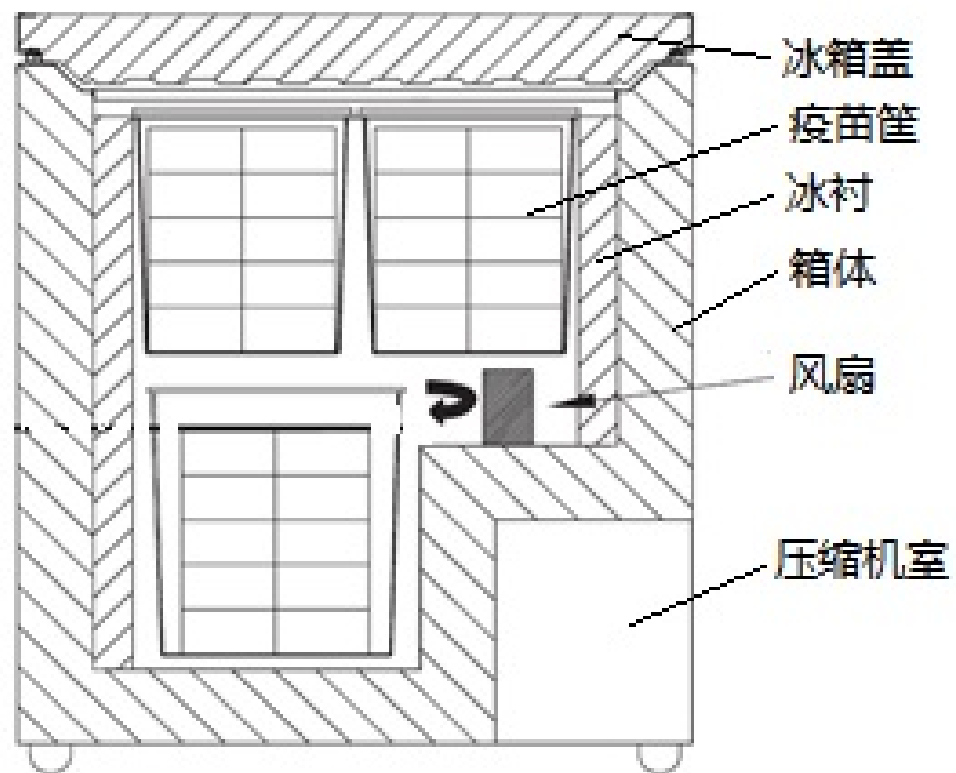
液氮低温冷柜/冷库



太阳能冷柜/冷库



冰蓄冷冷柜/冷库/冷藏车



1. 外壳 2. 蓄冷剂 3. 蒸发器盘管 4. 制冷剂入口 5. 制冷剂出口

小结

- 冷藏链正在迅速发展，碳中和正在加速，因此对绿色冷链的要求越来越高。
- 绿色冷链包括制冷剂和能耗两个问题，小冷柜可以用碳氢制冷剂，冷库和超市冷柜可以用氨和二氧化碳制冷剂。
- 冷链设施能耗问题解决要从两个方面考虑，一是尽量减少维护结构的用冷量，也是最重要的问题；二是制冷系统的能效，最主要的是做好系统设计。
- 蓄冷剂的使用可以增加冷链的可靠性。