

CO₂

BOOSTER

制
冷

鮮

天然工质

跨临界/增压

系
统

冷藏

冷冻

速冻





--跨临界CO₂（增压）制冷--

在冷藏、冷冻的应用

目录

1.技术背景

2.CO₂制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用

3.跨临界CO₂增压booster制冷技术

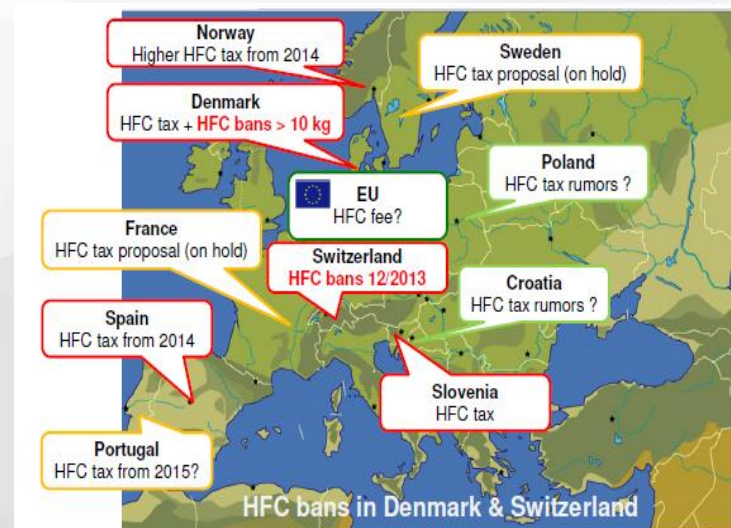
4.跨临界CO₂增压制冷样机与应用

5.结论

1、技术背景（1）

（1）制冷剂替代

- 早期制冷剂R11、R12和R502根据蒙特利尔协定1995年已淘汰。它们的替代者HCFCs类制冷剂于2010禁用。
- 目前使用的HFCs制冷剂如R404A等按照京都议定书要求，逐步进入消减行列。
- 据预测2020 - 2050年间，基加利修正案将会减少约700亿吨二氧化碳当量的温室气体排放。其作用等同于关停750多座50万千瓦装机容量的燃煤电厂。
- 很多国家在采取严厉措施限制HFCs类制冷剂的使用。2007年，丹麦禁止充注量大于10kg的制冷系统使用HFCs类制冷剂。很多欧洲国家都采取收取税费方式限制HFCs类制冷剂的使用。



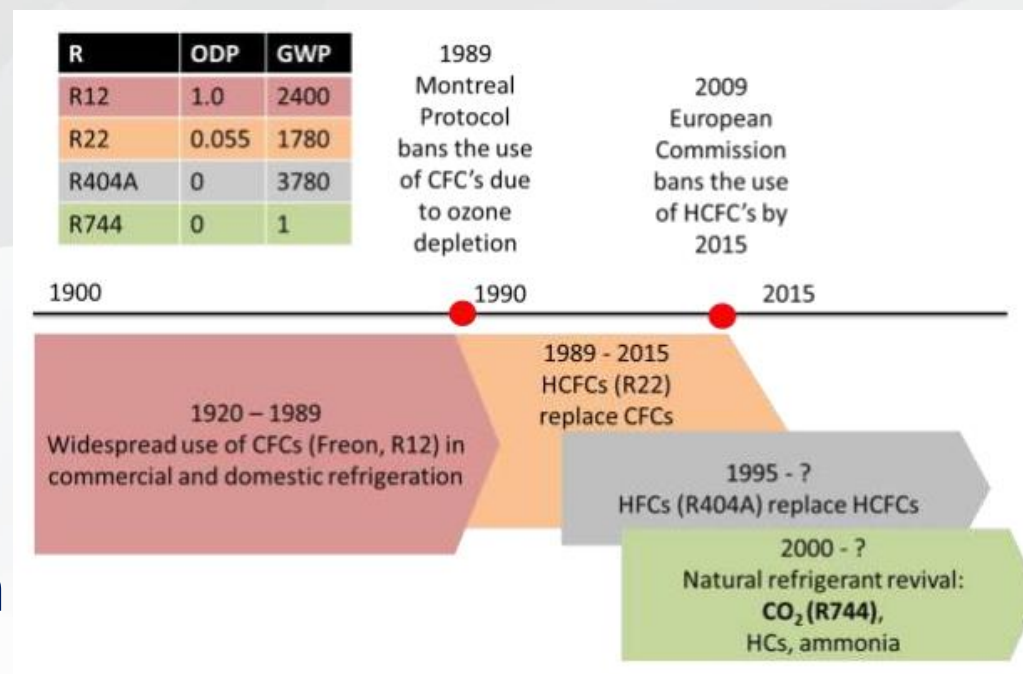
1、技术背景（2）

（2）为什么使用CO₂制冷剂？

- 在大多数气候下优秀的效率
- 低廉的制冷剂成本
- 便捷的安装——非常小的管路
- 日益增加的专业人员数量
- 当地的政策需要，如欧洲的F-gas egulation



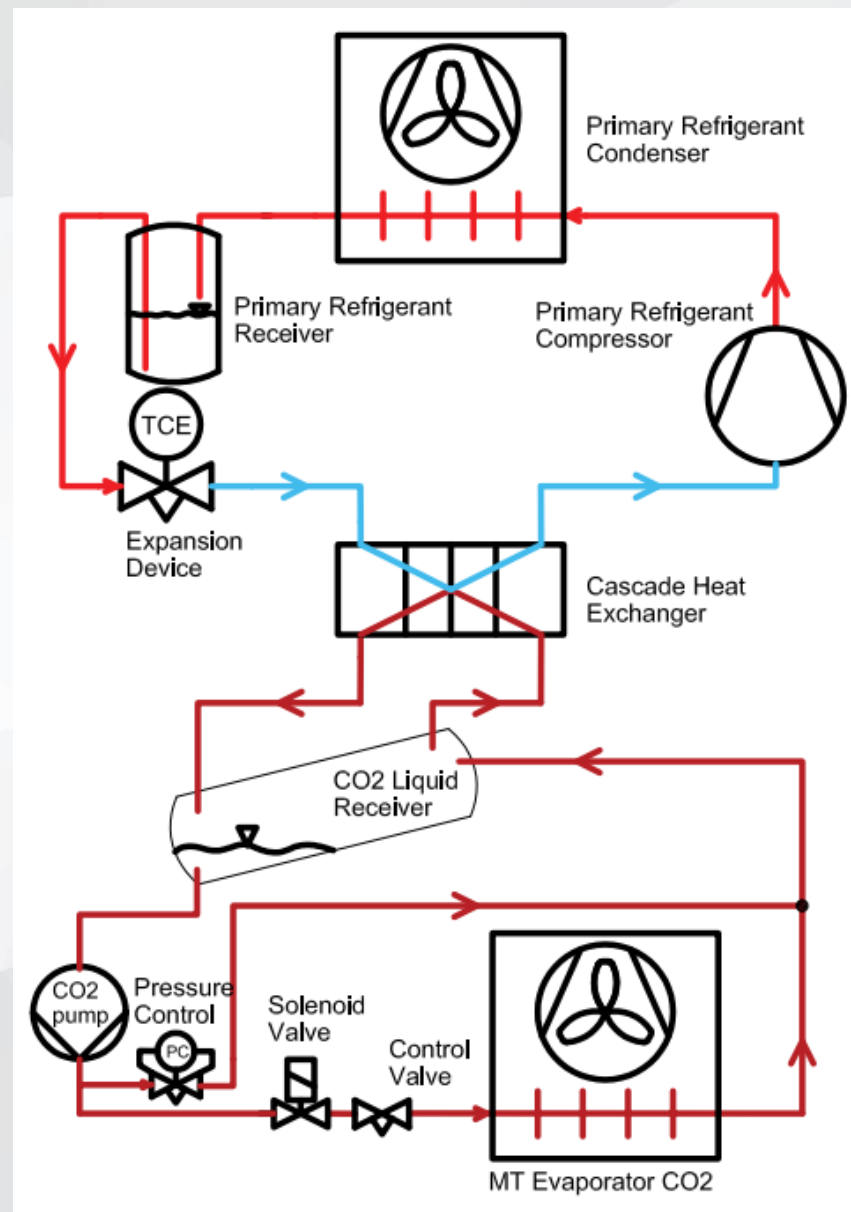
- R404A制冷剂充灌量按250kg计，平均泄漏率15%约37.5kg；
- 1kg的R404A排放到大气中，相当于1辆汽车行驶30,000公里排放的CO₂量；
- 若一个超市全面应用CO₂制冷系统则相当于：
- 每年减少50辆车对应的排放量；
- 避免的CO₂排放量相当于车辆行驶1,000,000公里；
- 一个超市全面使用CO₂意味着减少500辆车对应的排放量；



2、CO₂制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用（1）

应用方式1：CO₂载冷系统

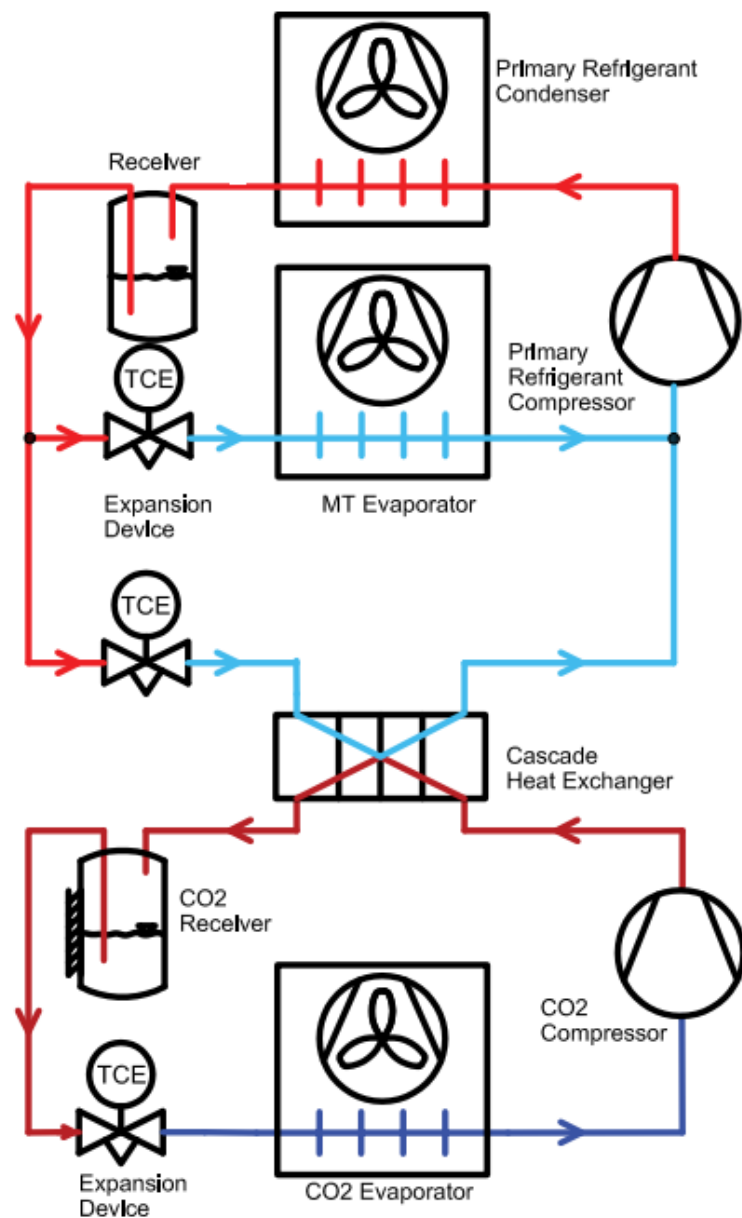
- 制冷系统给CO₂提供冷量
- CO₂作为相变载冷剂用于主制冷循环的二次回路输配制冷量
- 相变换热效率更高，载冷量更大，因此泵功和换热温差可减小



2、CO₂制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用（2）

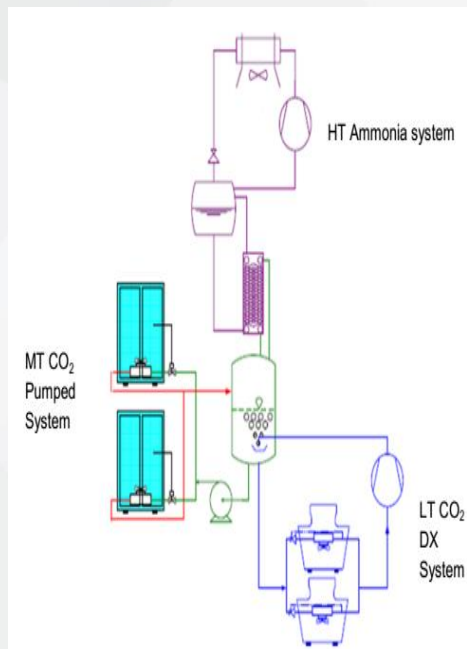
应用方式2：CO₂复叠系统

- 作为制冷工质，应用于亚临界制冷循环系统，如作为复叠系统的低温级
- 高压级为低压级CO₂的冷凝提供冷量
CO₂低压级提供冷负荷
- CO₂冷凝温度低于临界温度
- 右图中，高压级同时提供了中温的冷负荷

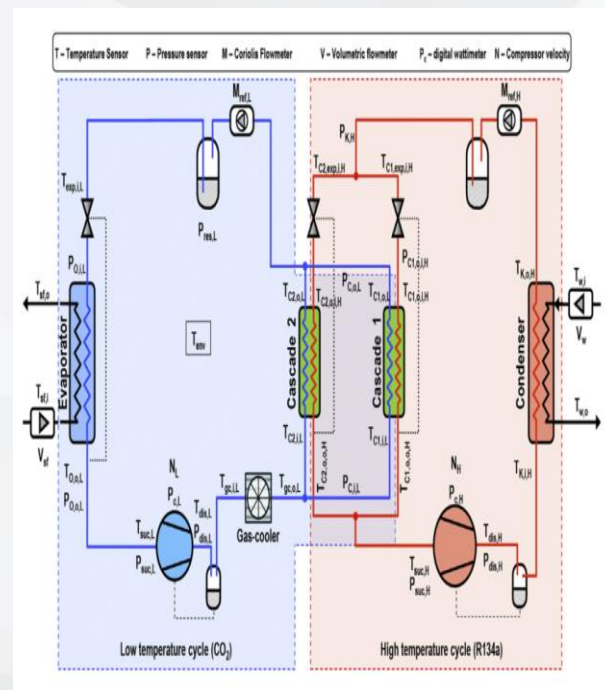


2、CO2制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用（3）

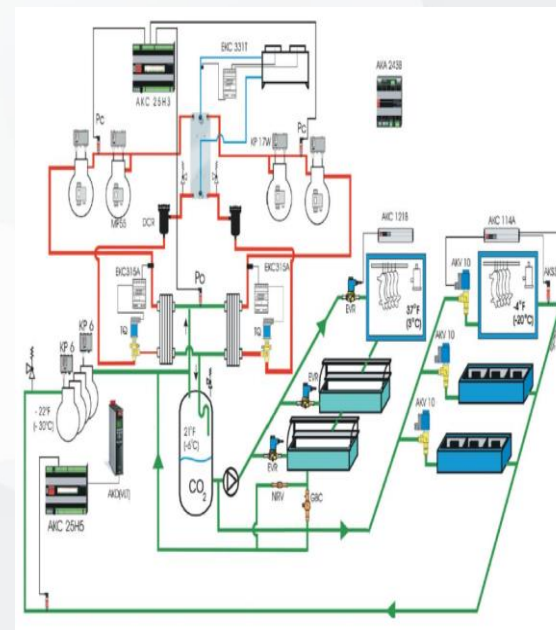
NH₃/CO₂复叠



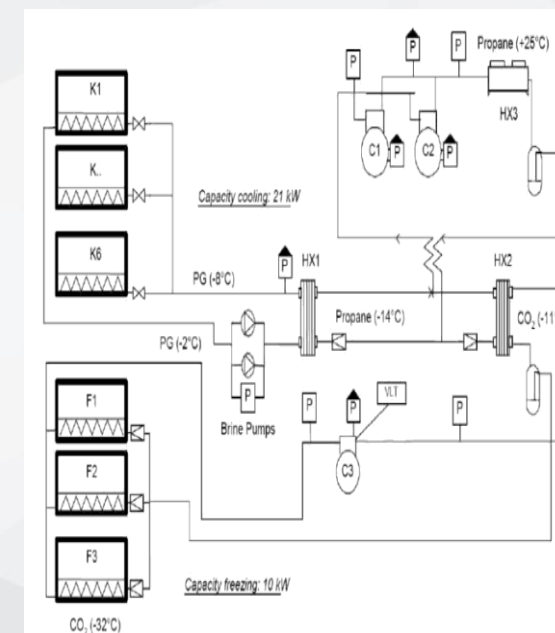
R134a/CO₂复叠



R404A/CO₂复叠



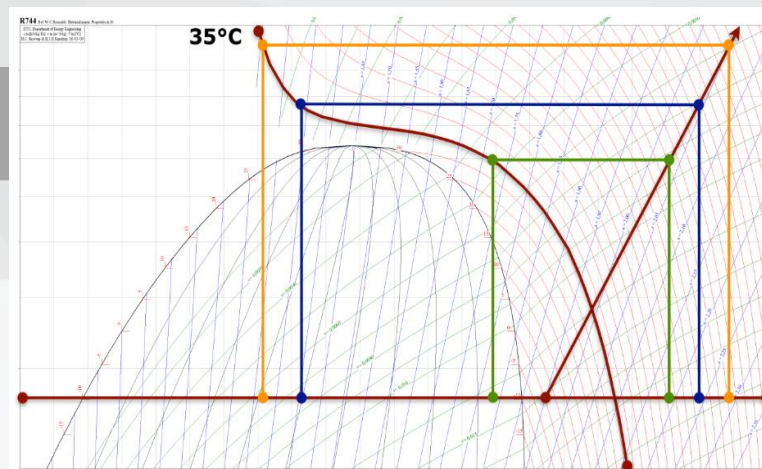
R290/CO₂复叠



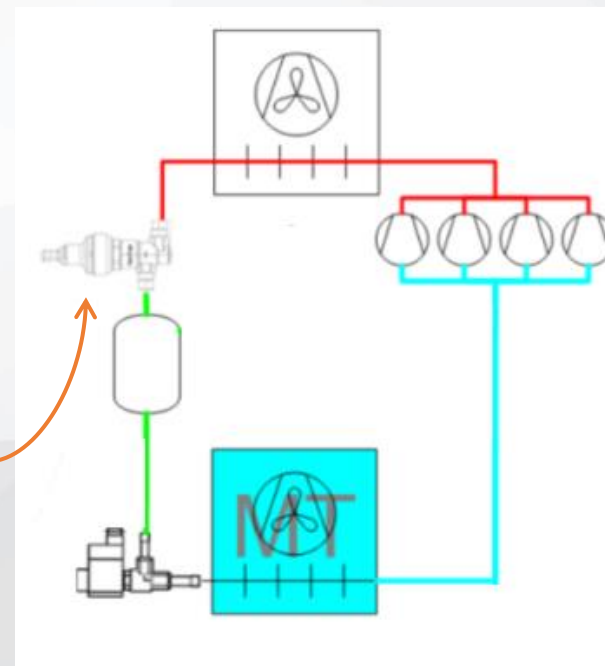
2、CO₂制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用（4）

应用方式3：CO₂跨临界系统

- 只采用CO₂工质，环保性最佳
- 工作压力最高可达到100bar以上
- 高环境温度下的跨临界工况，存在最优排压，为实现最优COP，需要排压控制



高压换热器内无相变



高压膨胀阀

2、CO₂制冷系统在冷藏、冷冻领域的应用（5）

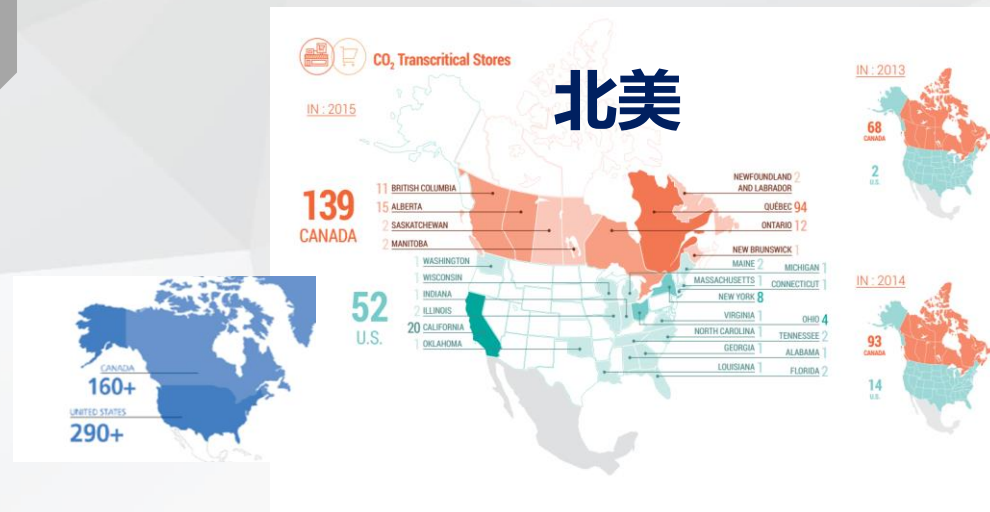
跨临界CO₂制冷系统的应用现状



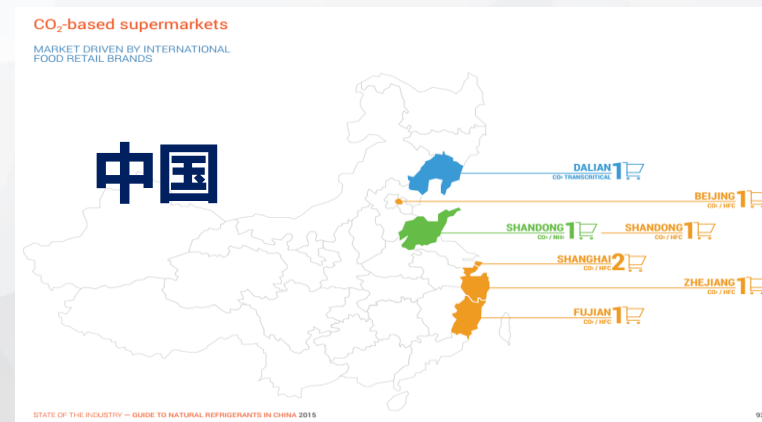
- 2013年到2016年总装机量增长203%
- 2017年已达到12000以上的装机量。



- 2014年时，190家；2016年时超过1500家，增长近8倍
- 2017年已达到2700以上装机量。



- 2013年到2015年，增长173%
- 2017年美国已超过加拿大的装机量



- 超市跨临界CO₂刚刚起步，仅一家。其余都为CO₂复叠，前景广阔。

3、跨临界CO₂增压制冷技术（1）

CO₂增压制冷系统介绍



超冷库制冷系统的特点：

库内温度需求：

+2℃~ + 5℃ 左右的高温冷藏库温度

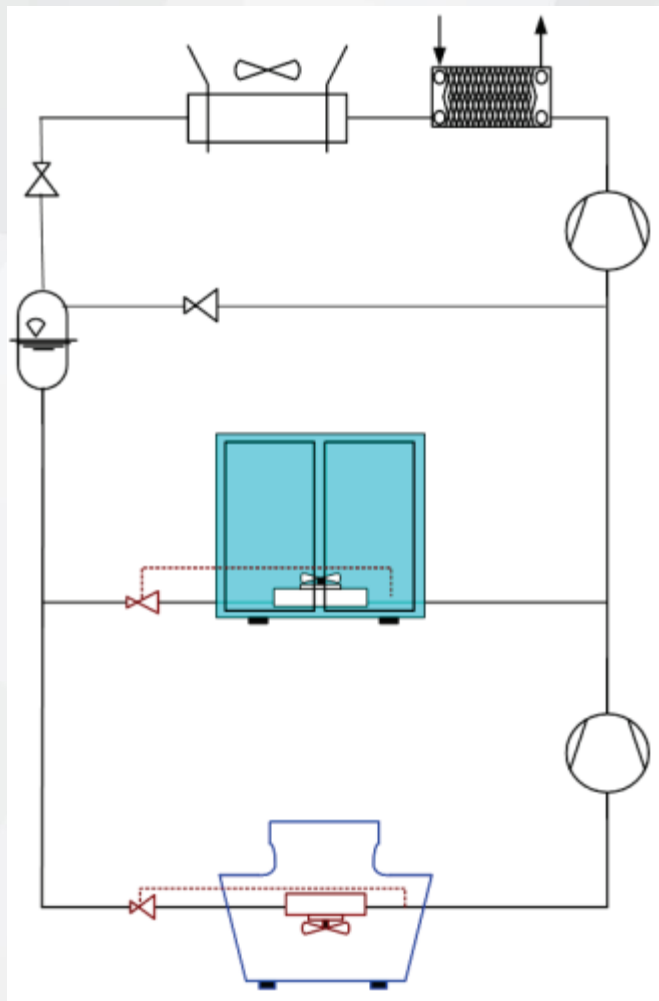
-15℃~-18℃ 左右的中温冷冻库温度

•对应的蒸发温度

•冷藏（高温）：-5℃

•冷冻（低温）：-30℃

3、跨临界CO₂增压制冷技术（2）



中温蒸发压力和低温蒸发压力之间的大压差问题，需要解决方案。

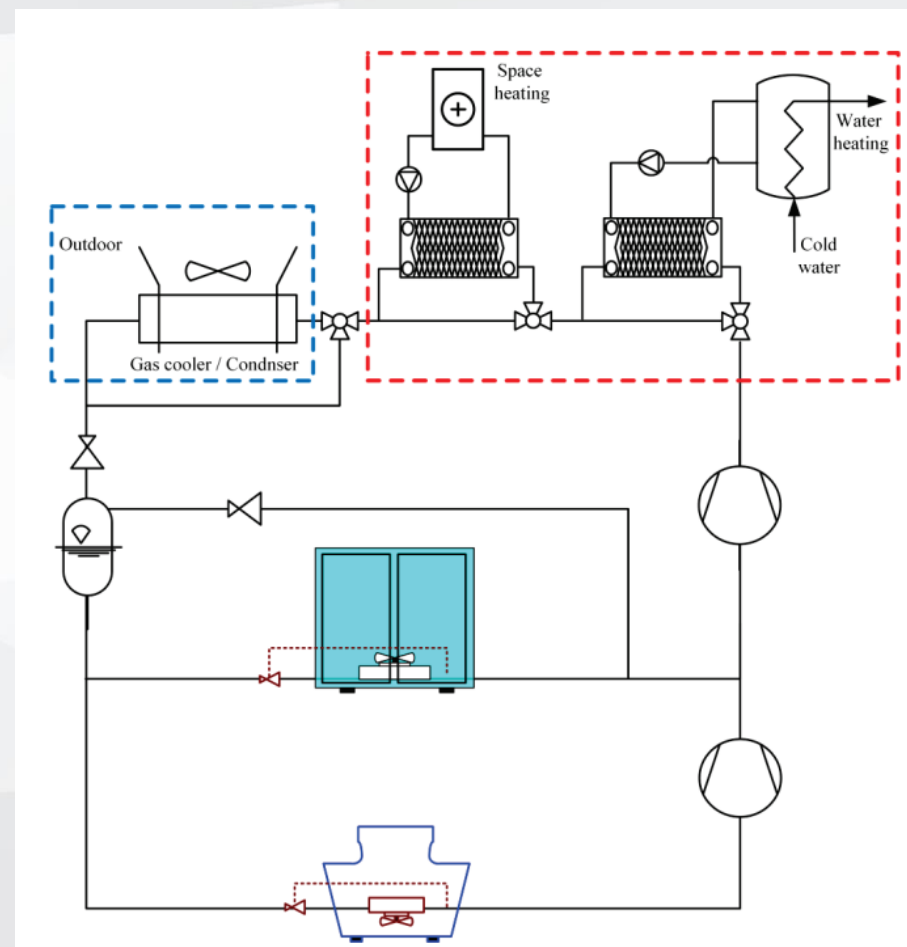
直接节流降压效率损失很大。

低温压缩机，也可以称为增压（Booster）系统，应运而生。

3、跨临界CO₂增压制冷技术（3）

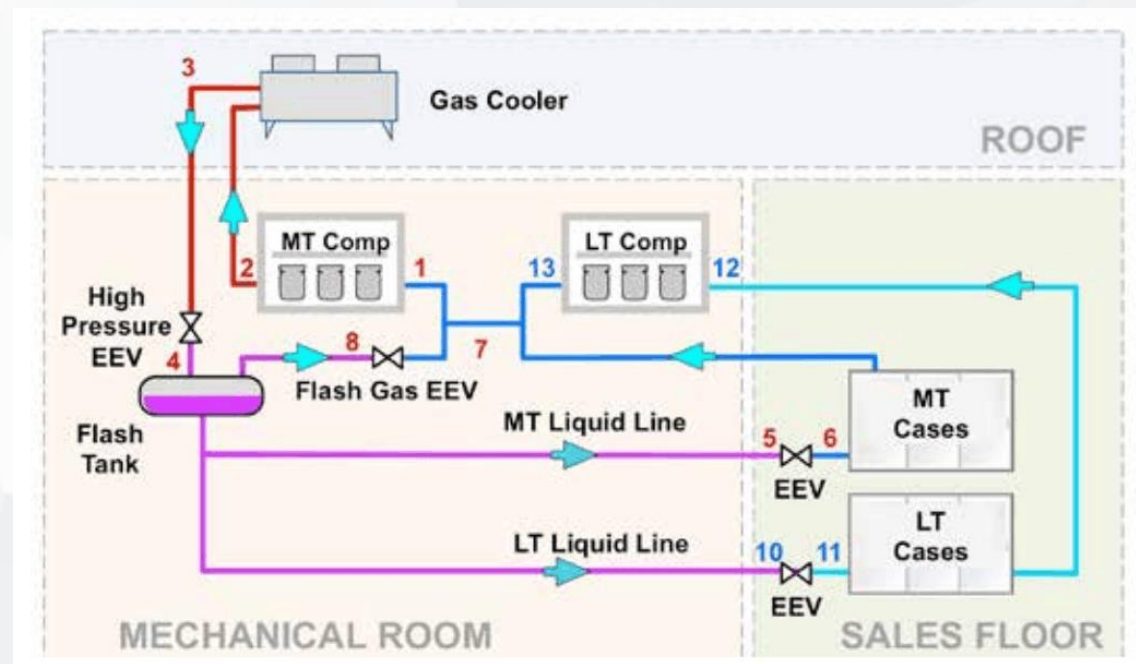
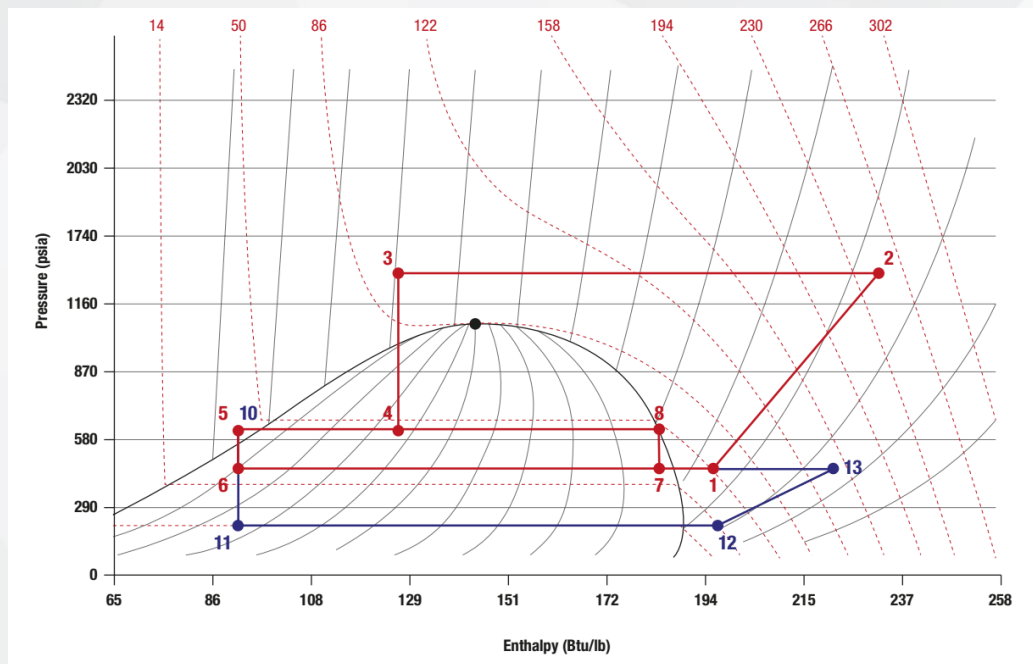
系统组成：

- 压缩机：中低温压缩机 增压器
- 气体冷却器
- 热回收设备（可选）：用于空间加热，生产热水
- 中压储液器
- 中温蒸发器
- 低温蒸发器
- 各种阀件



3、跨临界CO₂增压制冷技术（4）

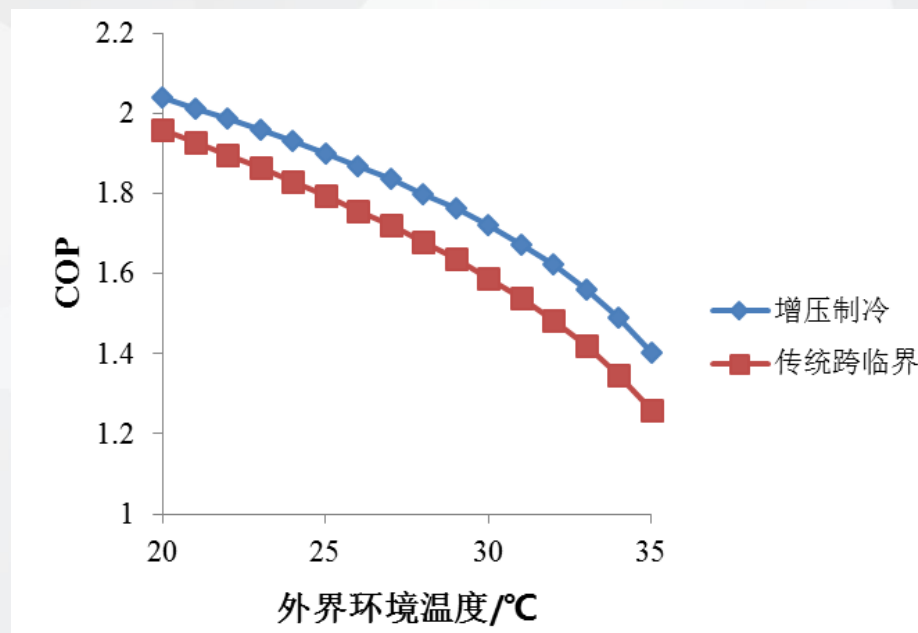
跨临界CO₂增压器系统压焓图和流程图



•中压储液器，也称为闪蒸罐进行气液分离，液体进蒸发器气体旁通进压缩机

3、跨临界CO₂增压制冷技术（5）

CO₂增压制冷系统和普通跨临界CO₂系统的对比



- 增压制冷系统性能较普通跨临界更优，可提升10%以上
- 增压制冷中压缩机压比较小，利于压缩机可靠高效运行

4.跨临界CO₂增压制冷样机与应用（1）



- 示范成果名称：**Booster-CO₂制冷系统**
- 示范地点：云南省昆明市海源北路**998**号高新保税监管区
- 示范类型：冷藏、冷冻；
- 示范应用时间：**2018年08月**～至今。

实物照片—控制主机

4.跨临界CO₂增压制冷样机与测试（2）

报告编号：HST201807-5334-WT-S

一、产品概述

产品名称	超市冷链中应用 BOOSTER- CO_2 制冷机
产品配置	压缩机主机 1 台/气冷器 1 台/冷凝器 2 个/蒸发器 1 个

制冷原理图

外观结构图 (照片)

控制主机

气体冷却器

蒸发器

冷凝器

报告编号：HST201807-5334-WT-S

1	MT 压机功耗	kW	3.06	2.98
2	LT 压机功耗	kW	0.53	0.50
3	MT 压机流量	kg/h	152.57	148.90
4	LT 压机流量	kg/h	38.29	37.93
5	MT 制冷量	kW	5.00	5.00
6	LT 制冷量	kW	2.66	2.66
7	气冷负荷	kW	10.89	10.79
8	总功耗	kW	4.49	4.38
9	系统总体 COP	—	1.71	1.75

附：压焓图及状态点

第 5/8 页

4.跨临界CO₂增压制冷样机与应用（3）

•2018年11月1日~2018年11月2日，受中国连锁经营协会（CCFA）邀请，参加“超市新场景与绿色节能技术论坛”，组织行业内专家、客户等30余人前来跨临界CO₂增压制冷系统示范点参观

•过程中公司就系统设计、关键技术等做了详细的讲解与汇报，并在现场打开冷藏柜，为来访客人提供了冰镇的矿泉水，示范效果得到了一致认可。



4.跨临界CO2增压制冷样机与应用（4）

•Shecco亚太区负责人Jan Dusek就此次参观在R744.com发表了相关文章。



Kunming Dongqi Technology develops transcritical CO₂ booster rack

[ASIA / P...](#)[COMME...](#)[INDUST...](#)

By [Devin Yoshimoto](#), Nov 08, 2018, 10:05 • 2 minute reading

Chinese OEM Kunming Dongqi Technology Co., Ltd. led R744.com on a tour of its Kunming testing facility, where the company's newly developed transcritical CO₂ system was on display.



Kunming Dongqi Technology's new transcritical CO₂ booster rack.

5.结论

- 天然工质CO₂单位容积制冷量大，具有优良的传热特性，动力粘度低，能够实现高温冷藏/中温冷冻/低温速冻，制冷过程中还可选配热回收器生产热水或空间加热，综合性能优越，效率高，可广泛运用环境温度 -25℃ ~ 43℃，蒸发温度-5℃ ~ -40℃，制冷温度2℃ ~ -35℃，可为冷库提供所需冷量；实现了比其他制冷剂的系统15~30%的节能，跨临界CO₂制冷在丹麦、挪威、瑞典和芬兰这四个国家的应用情况证明了这项技术应用的可行性及优越性。CO₂是清洁能源和可再生能源，它的推广应用将极大地减少CO₂排放量和降低其它制冷剂带来的温室效应

谢 谢
THANKS

