

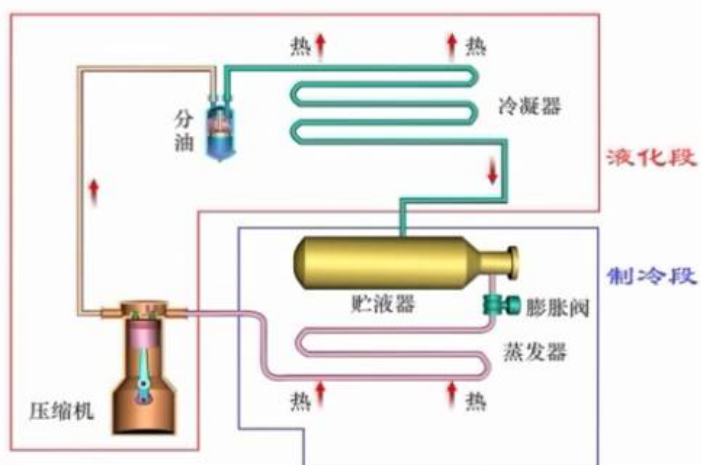
液体汽化制冷

液体汽化制冷

利用液体汽化过程的吸热效应来制冷的的方法叫做液体汽化制冷。

与固体相变制冷不同的是，液体汽化制冷采用流体（液态和气态物质）作为制冷剂，通过一定的设备构成制冷循环，可以实现连续制冷，因此它的应用更加广泛。

液体汽化制冷是目前最主要的制冷方法之一。



液体汽化制冷原理

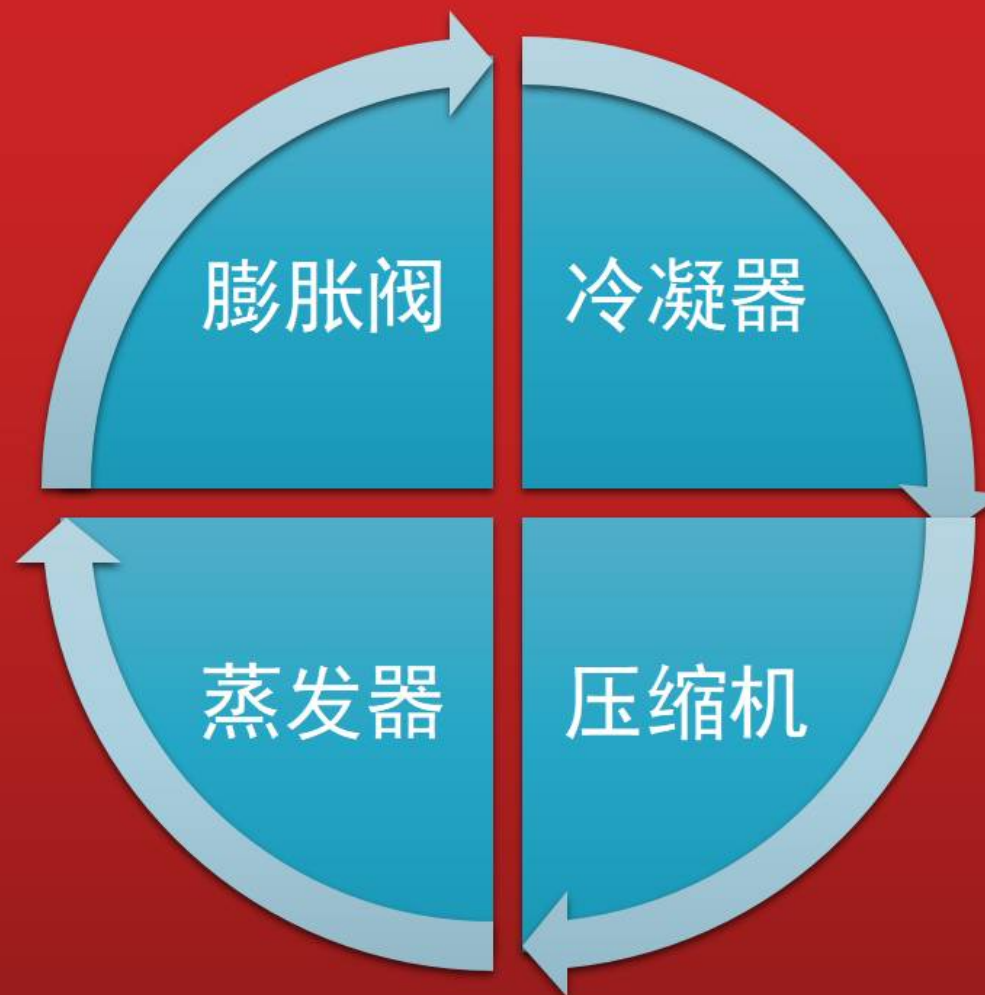
东方仿真COPYRIGHT

蒸气压缩式制冷

蒸气压缩式制冷

在普通制冷温度范围内，蒸气压缩式制冷是占主导地位制冷方式。

属于液体汽化制冷，依靠消耗一定的电能或机械能，实现从低温热源吸热，向高温热源放热。



工作过程

1

制冷剂液体在蒸发器内以低温与被冷却对象发生热交换，吸收被冷却对象的热量并汽化

2

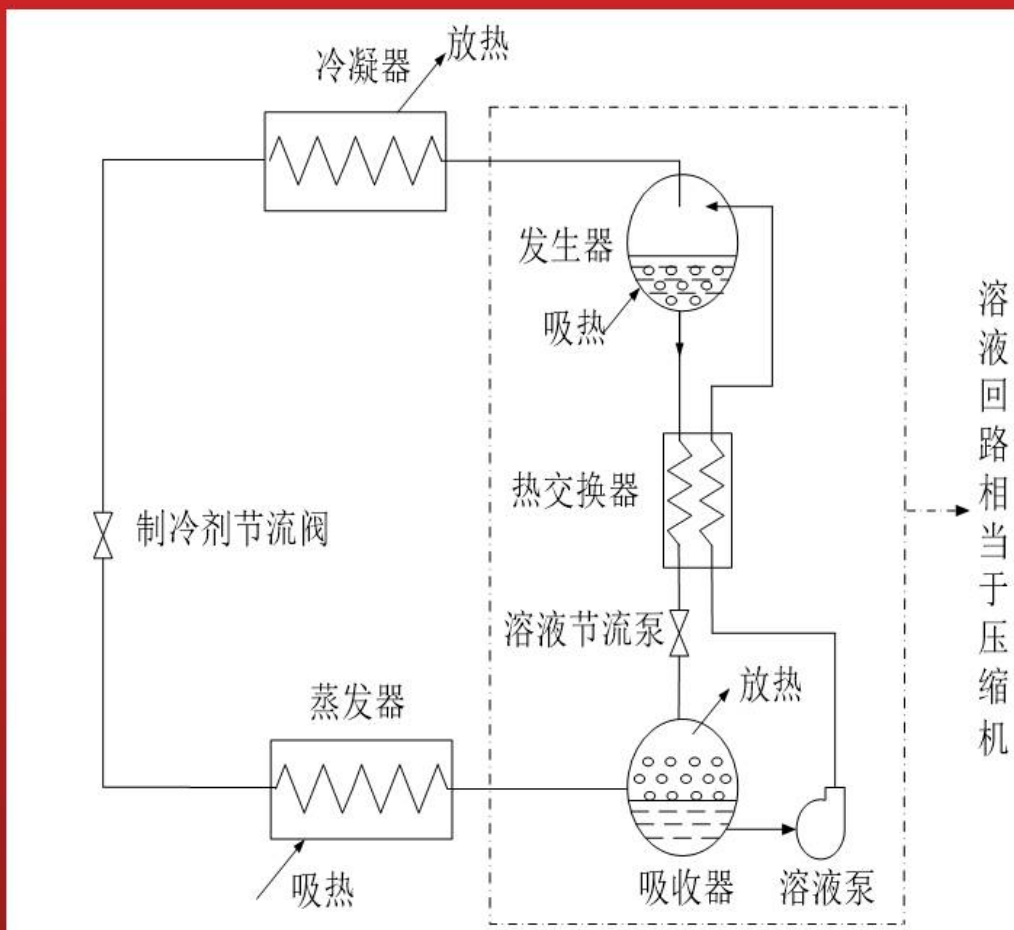
产生的低压蒸气被压缩机吸入，经压缩后以高压排出

3

压缩机排出的高压气态制冷剂进入冷凝器，放出热量传给冷却介质（一般是常温的水或空气），凝结成高压液体

4

高压液体流经膨胀阀（或其他节流元件）节流，变成低压低温的气、液两相混合物，进入蒸发器，其中的液态制冷剂在蒸发器中蒸发制冷，产生的低压蒸气再次被压缩机吸入



蒸气吸收式制冷

利用制冷剂液体蒸发吸收潜热而制冷

以热能为驱动能，利用适当的溶液吸收低压蒸气，使其转变为液体，通过溶液泵升压后，再以加热的方式将低沸点组分从溶液中析出，变为高温、高压的蒸气，从而实现制冷循环。

比较项目	压缩式	吸收式
结 构	压缩机	吸收器、液泵、发生器
耗能类型	机械能	热能（蒸汽、燃油、燃气、废热、余热）
工况特点	冷凝压力高	冷凝压力低
制冷工质	制冷剂（氨、氟里昂）	工质对：吸收剂-制冷剂（溴化锂-水、水-氨）
热力计算	压缩式制冷热力计算	溴化锂吸收式制冷热力计算

吸附式制冷

优点

- ①可以利用各种热能驱动。
- ②可以大量节约用电
- ③结构简单，运行部件少，安全可靠。
- ④以水、氨、甲醇等为制冷剂，对环境和大气臭氧层无害。

缺点

吸附和脱附过程比较缓慢，制冷循环周期较长；与蒸气压缩式和吸收式制冷机相比，制冷量相对较小；热力系数较低，为0.5~0.6。

知识拓展

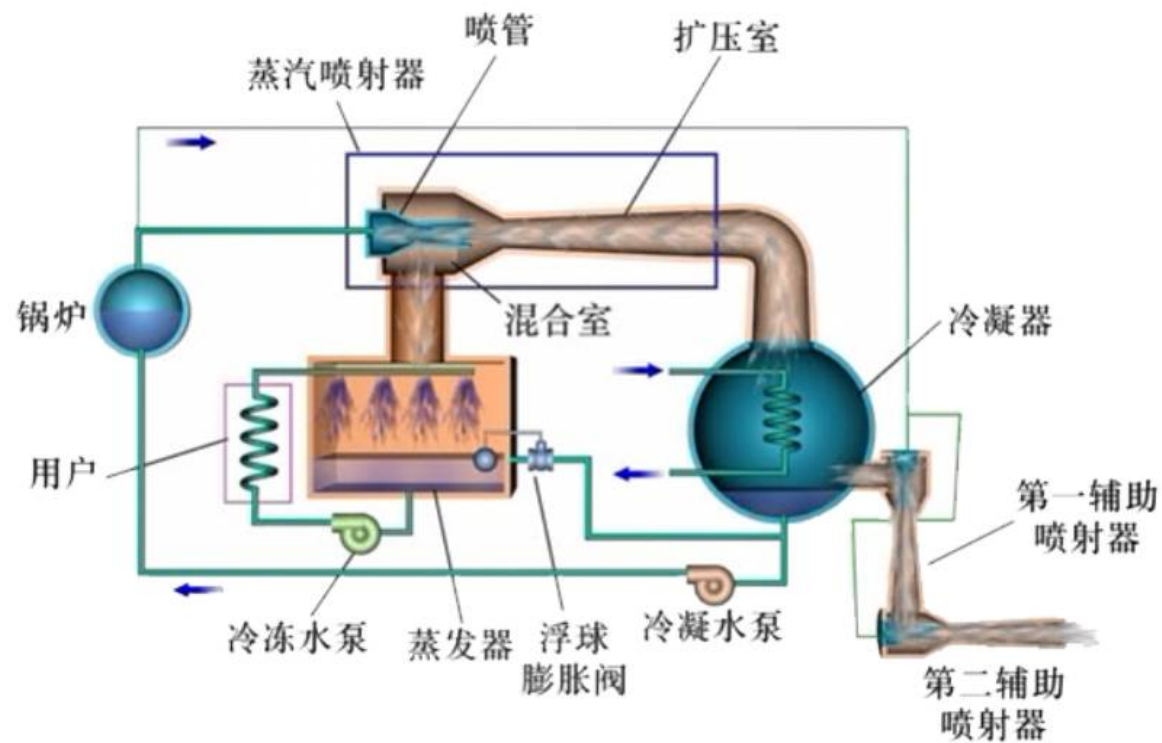
第一台蒸气喷射式制冷装置出现在1901年，但直到20世纪20年代才开始用于工业。

使用热能驱动，靠液体汽化来制冷。

只用单一物质为工质，利用喷射器完成从蒸发器中抽取并压缩蒸气。

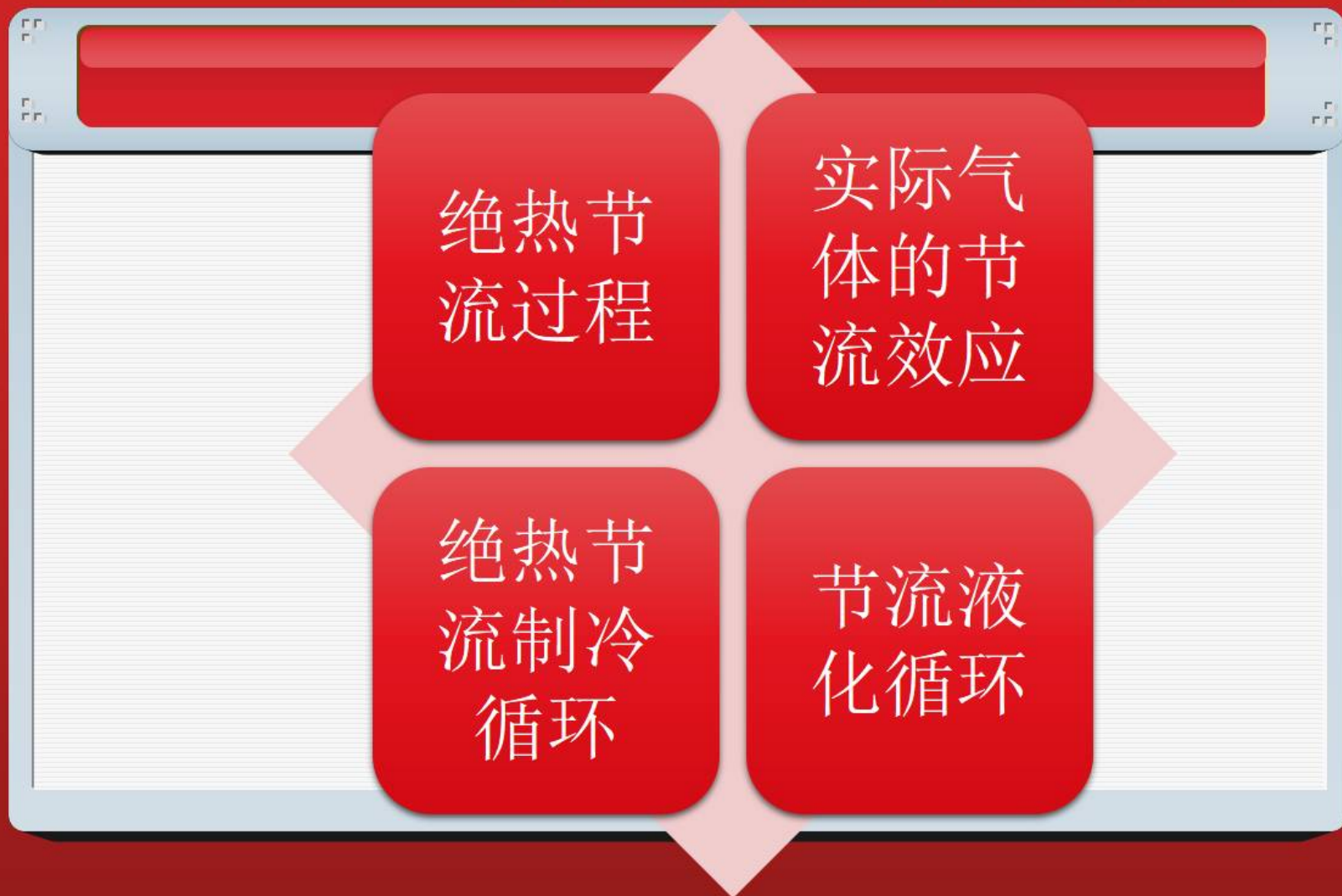
理论上使用工质的范围较广（比如使用氟利昂获得较低的制冷温度），但目前只有以水为工质的蒸气喷射式制冷机得到实际应用。

制冷技术与 装置设计

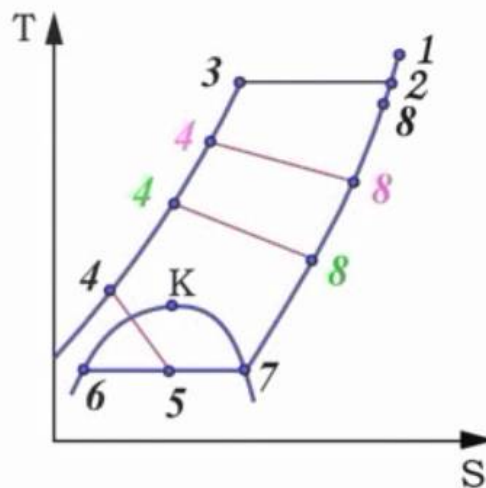
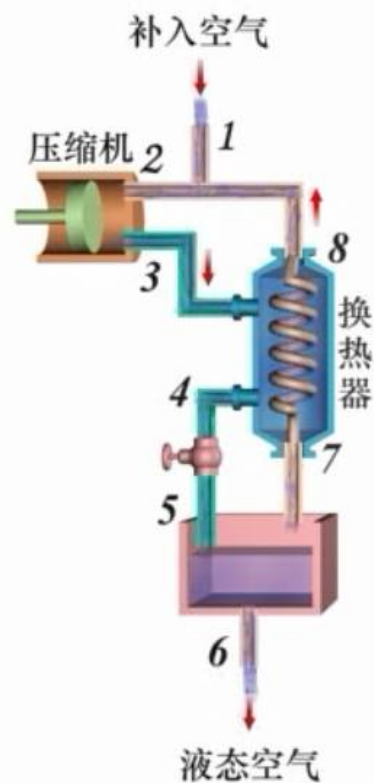


蒸汽喷射式制冷

气体绝热节流膨胀制冷



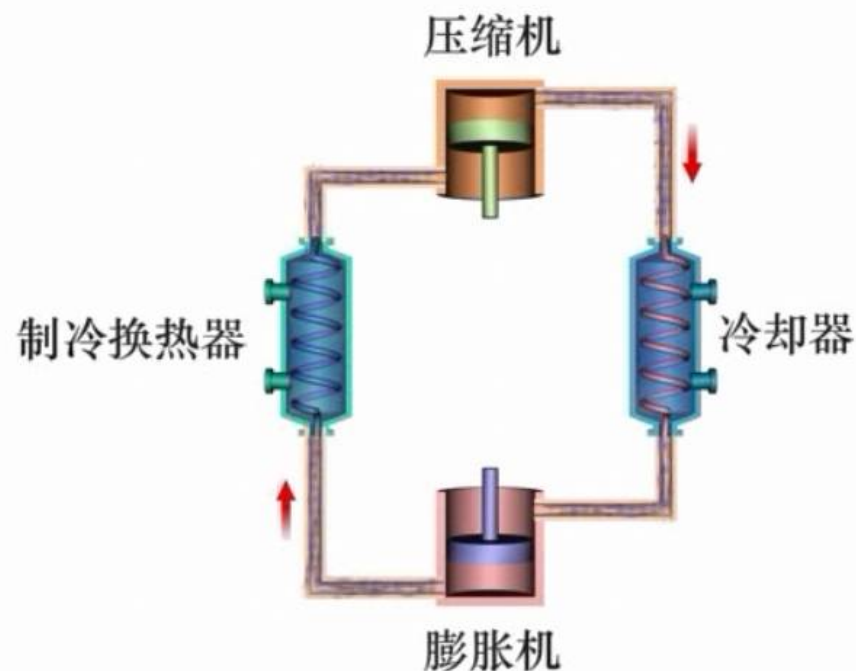
气体绝热节流膨胀制冷



气体节流制冷

东方仿真COPYRIGHT

气体等熵膨胀制冷



气体膨胀式制冷

东方仿真COPYRIGHT

工作过程：

- 经过压缩并冷却到常温的气体（空气、CO₂、N₂等进入喷嘴，在喷嘴中膨胀并加速到音速，从切线方向射向涡流室，形成自由涡流，自由涡轮的旋转角速度离中心越近则越大，由于角速度不同，环形气流的层与层之间产生摩擦，外层气流的角速度逐渐升高，动能增加，又由于与管壁之间的摩擦，将部分动能变成了热能，故从控制阀流出的气体具有较高的温度；而中心层部分的角速度逐渐降低，失去能量，从孔板流出时温度较低，用于制冷。

全关

过程为不可逆节流过程；不存在冷热分流现象

全开

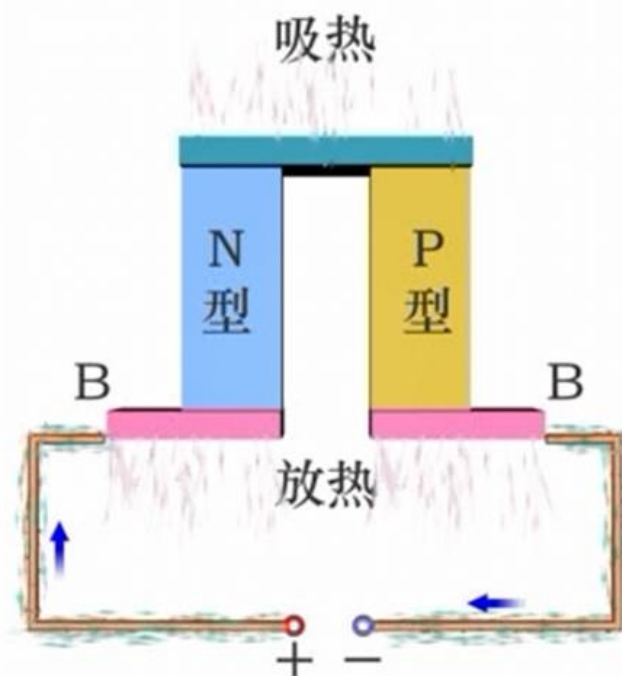
涡流管相当于气体喷射器

部分

出现冷热分流现象



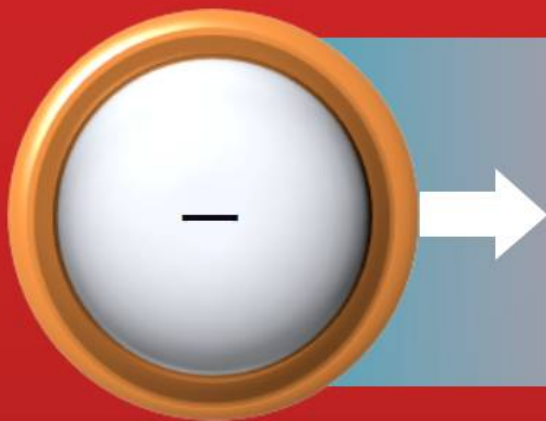
热电制冷的原理：



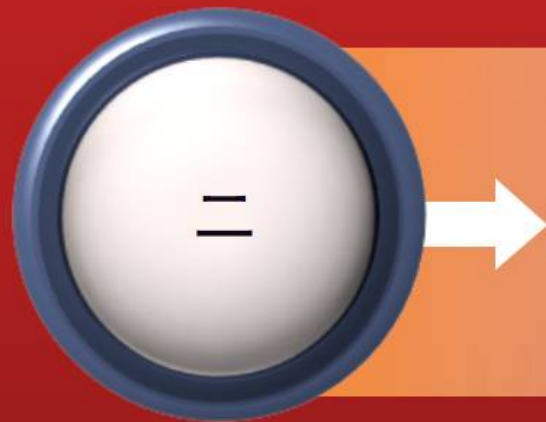
半导体制冷原理

东方仿真COPYRIGHT

按能量转换方向



是用热能来产生声功，即由热能驱动的声振荡，对应的热声机械为热声发动机（也可称作热声驱动挥着热声压缩机）



是用声能来产生热流，即由声能驱动的热量传输。

氦稀释制冷

- 目前，为了获得0.1-0.04K的低温，在个别情况下为了获得1mK的超低温，常利用氦稀释制冷方法。这种方法是利用 ^3He - ^4He 溶液在低温下的特性来制冷的，它的基本原理是当 ^3He 与 ^4He 的混合物在0.87K以下温度时会发生相分离，即分为两相：上相为 ^3He 的浓相，下相位 ^4He 的浓相。

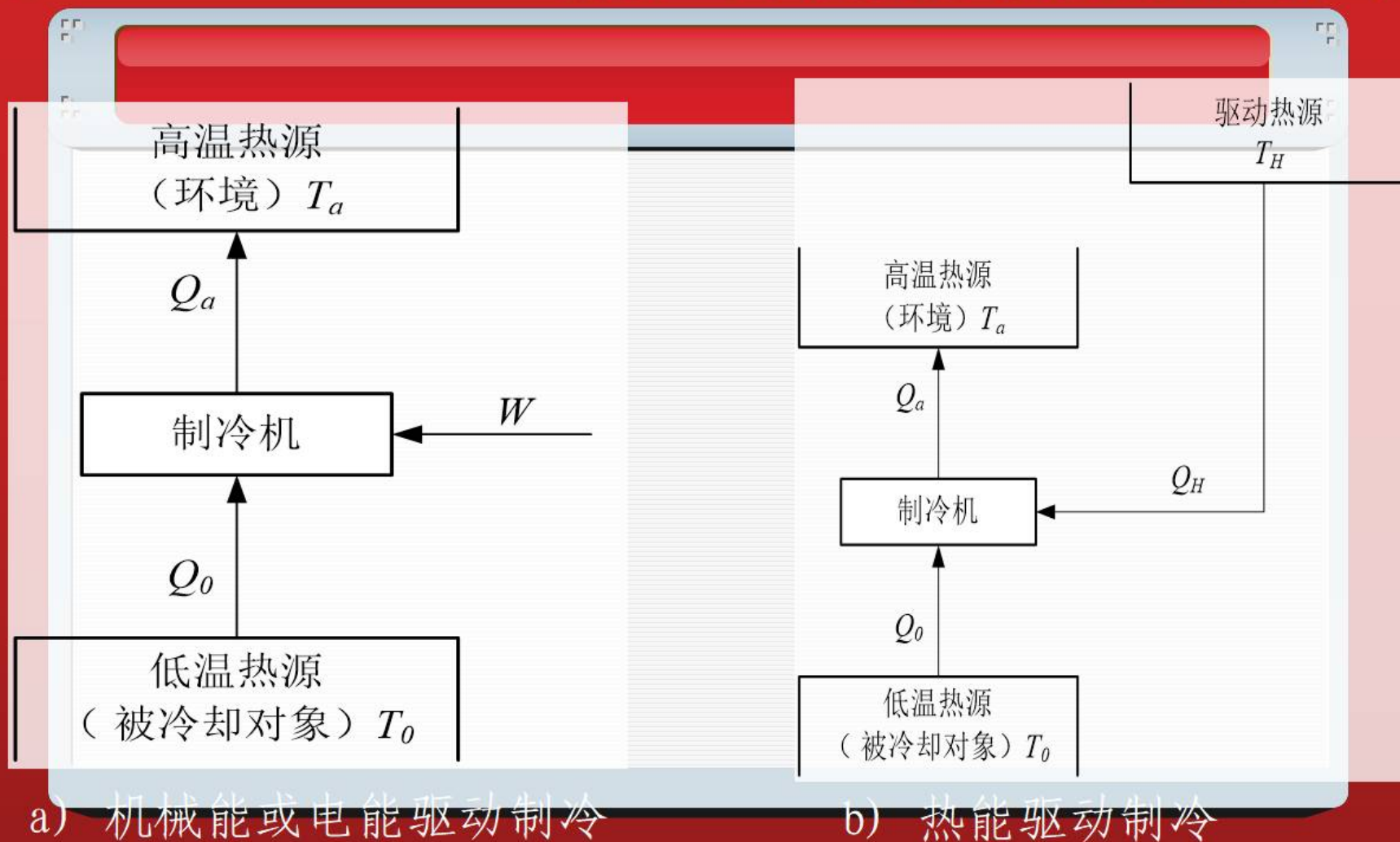
制冷方法的选择



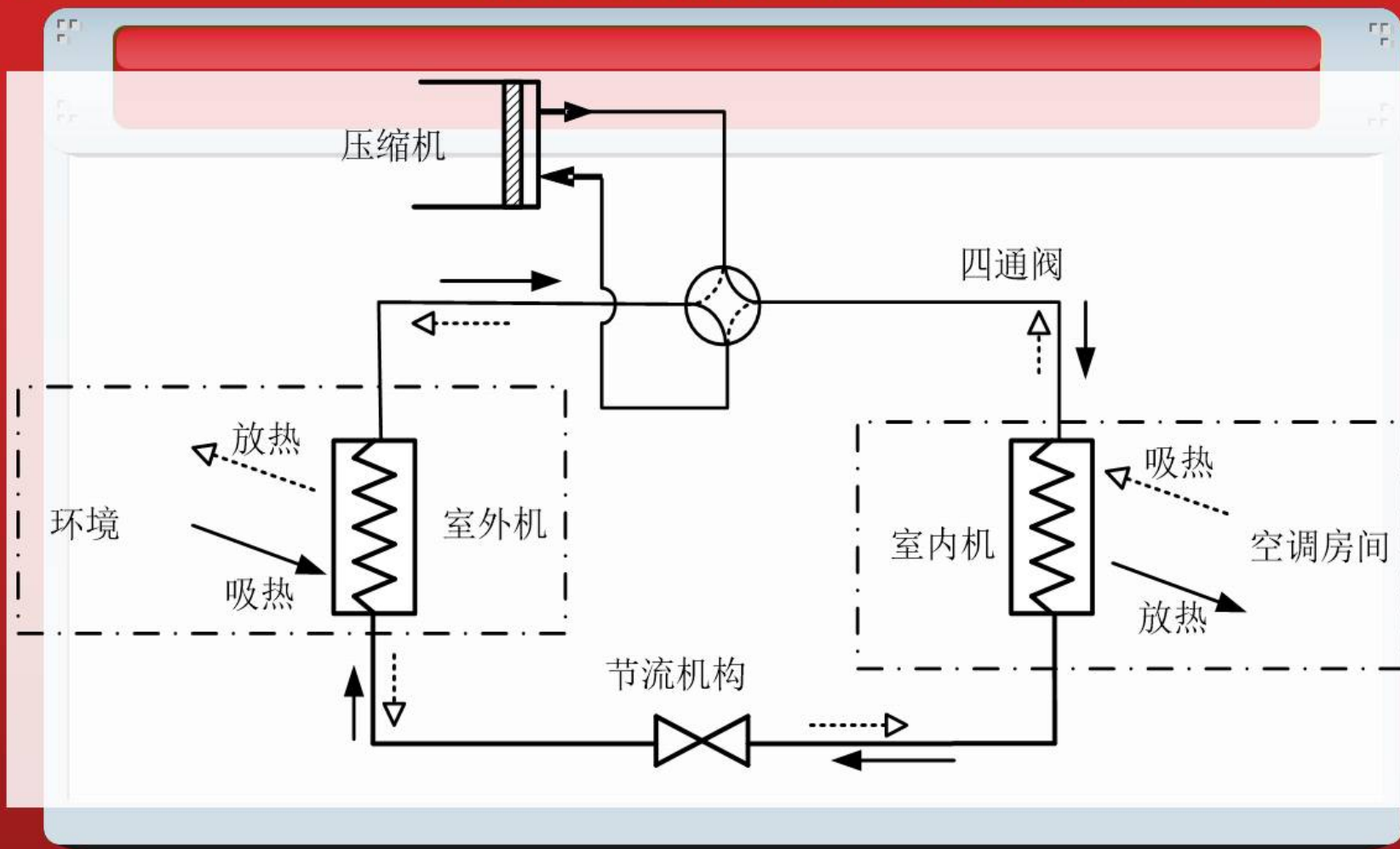
制冷循环的热力学分析

- 为考核制冷机的经济性，使用获得的制冷量与付出的能量补偿量的比值来衡量。
 - 对于机械能或电能驱动制冷机，引入制冷系数，即从被冷却对象中吸收的热量（制冷量） Q_0 与制冷机的输入功 W 的比值，来衡量其效率；
 - 对于热能驱动的制冷机，引入热力系数，即制冷量 Q_0 与驱动热源向制冷机输入的热量 Q_H 的比值，来衡量其效率。
- 国际上，制冷系数 ε 和热力系数 ξ 统称为制冷机的性能系数COP（Coefficient of Performance）。

能量转换关系示意图



热泵循环的热力学分析



七、制冷剂的发展方向

环保

对环境的影响最小

节能

效率提高