

# 数码变容量多联机组



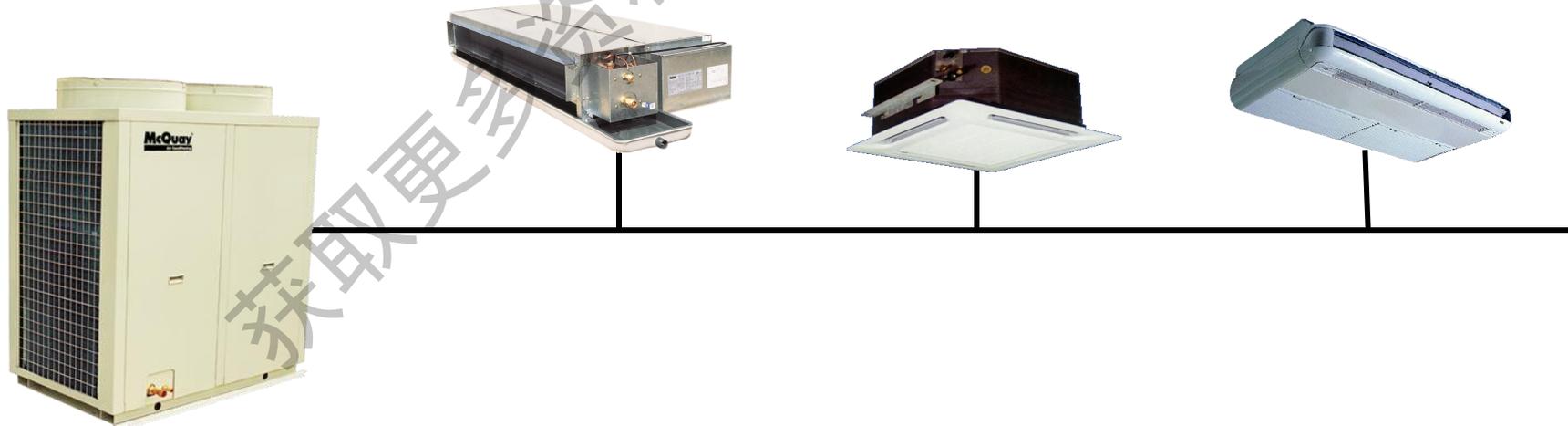
***MDS060/080/100A (R)***

# 数码变容量系统连接示意图

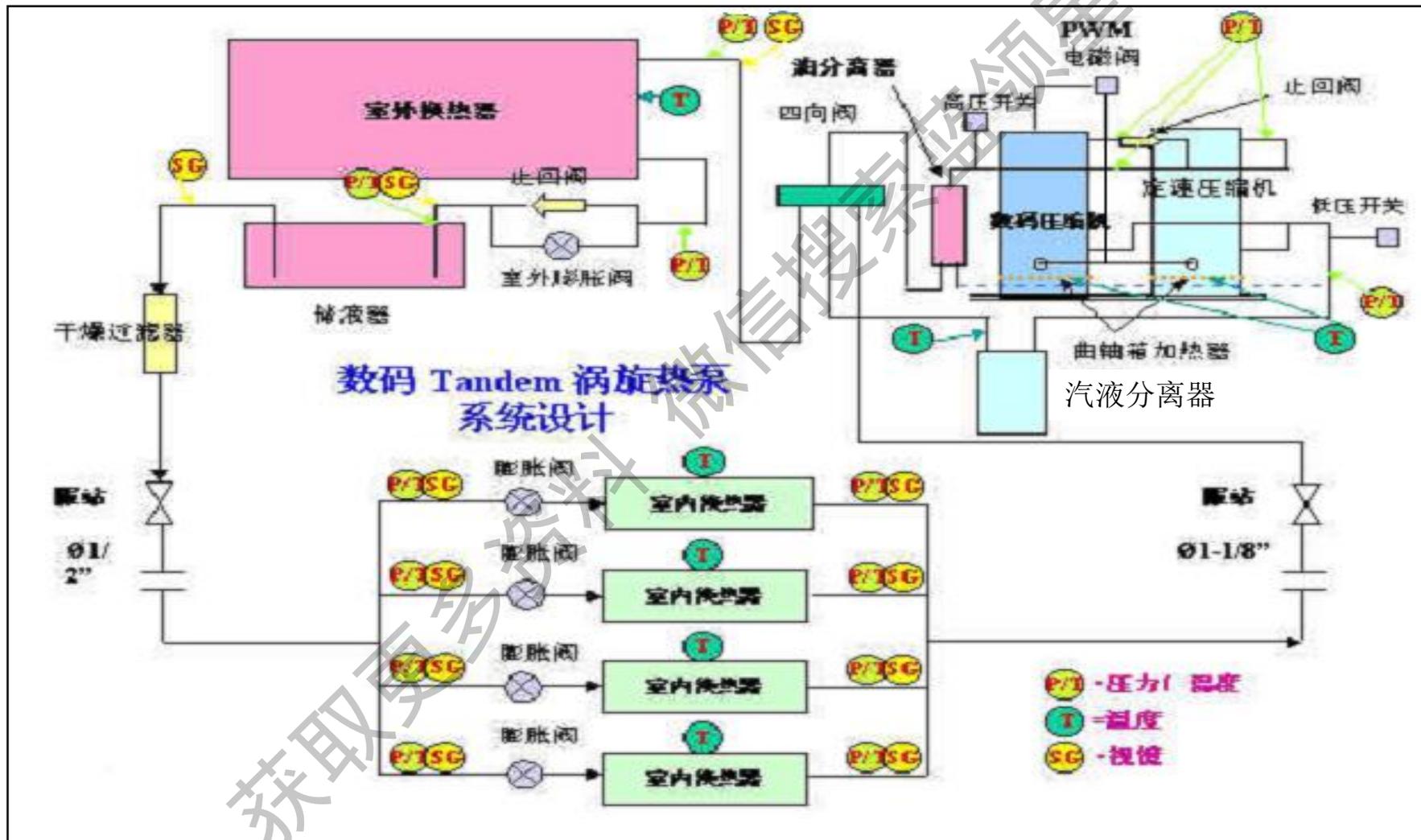


# 数码变容量多联机组

- 一台室外机最多可连接**16**台室内机
- 室内机容量按需配置(**50-130%**)
- 室外机可模块化组合，最大可做到**30HP**
- 室内机最大容量可达到室外机的**130%**

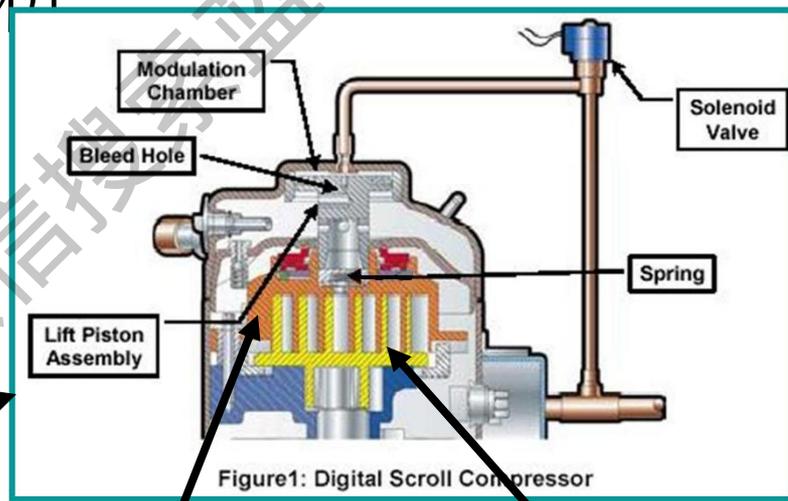


# 数码变容量多联制冷系统原理图



# 数码变容量多联原理-变容机构

- 数码变容涡旋压缩机



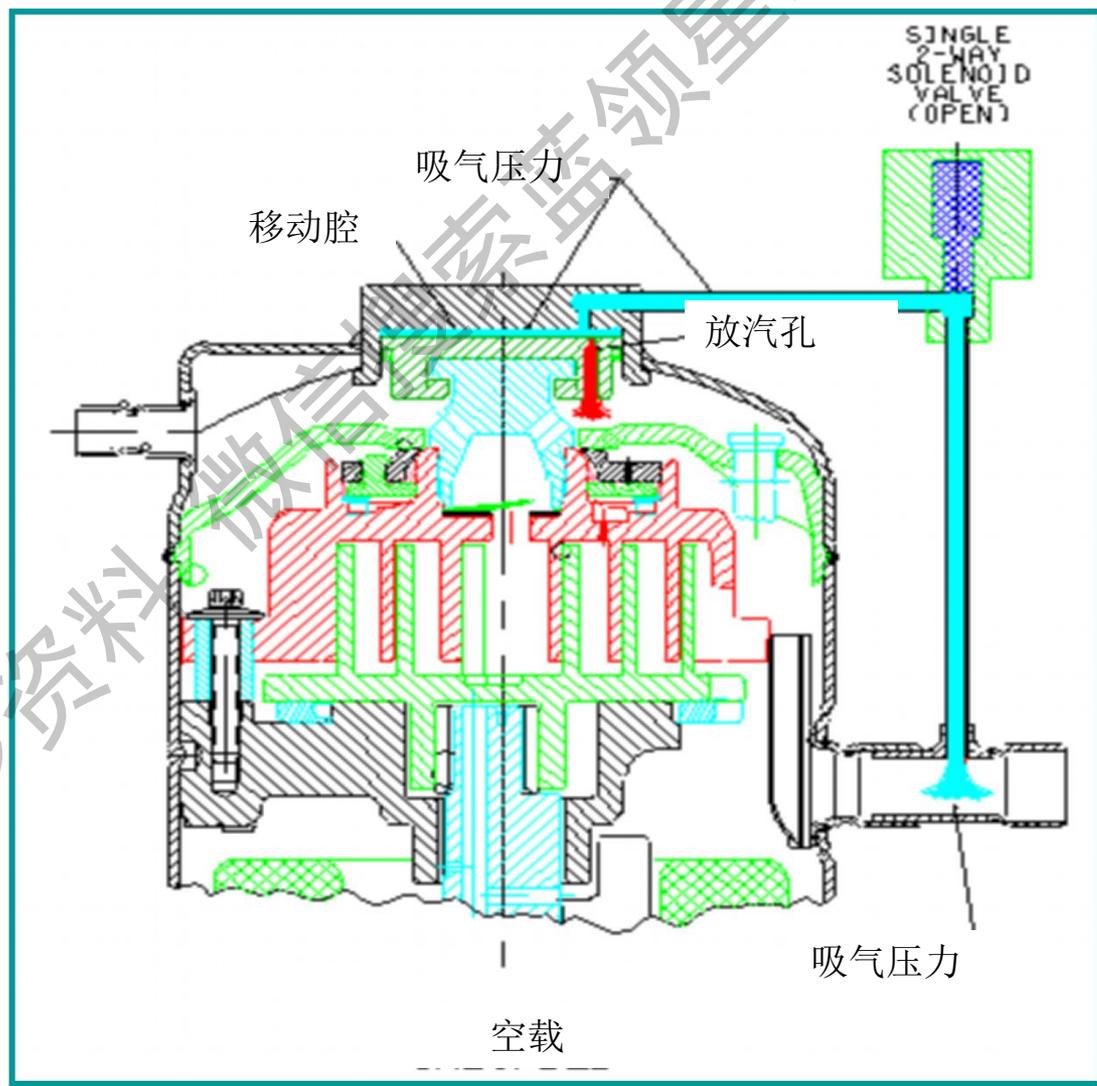
定涡盘  
(棕)

动涡盘  
(黄)

# 数码变容量压缩机变容原理

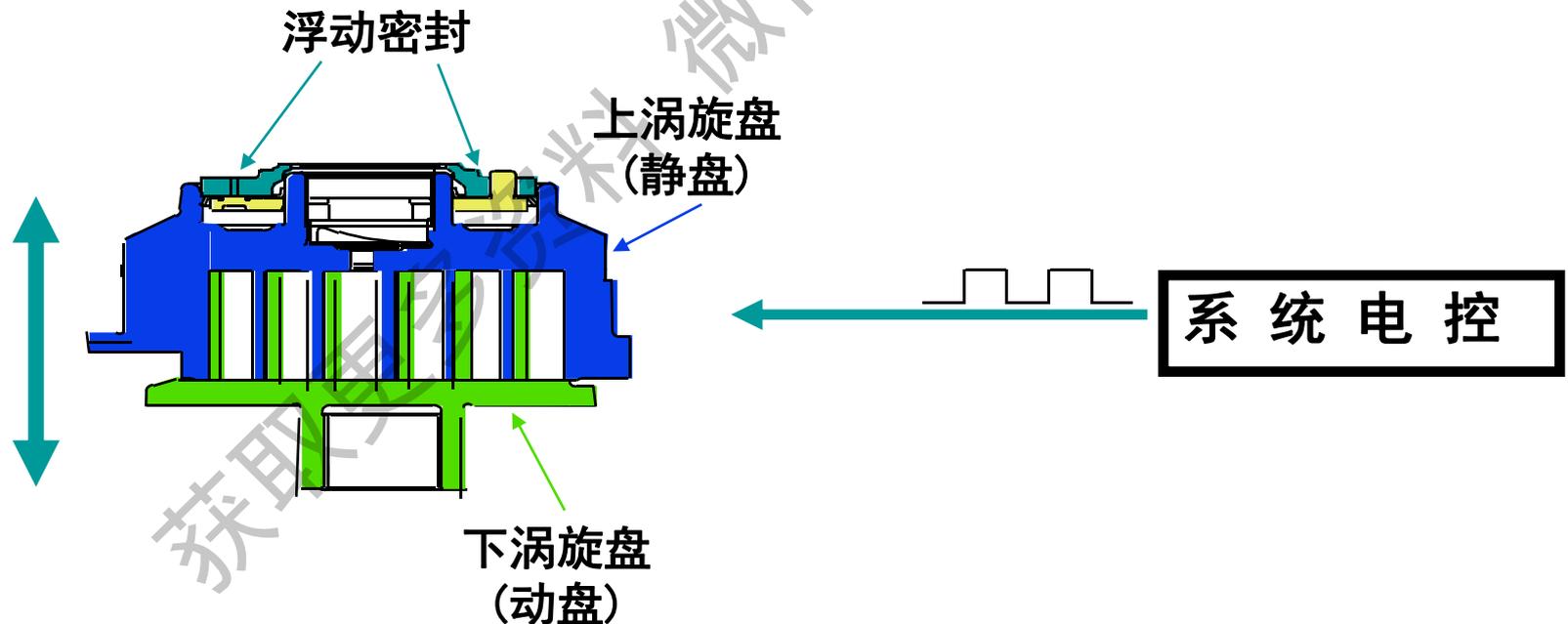
## • 卸载

1. PWM阀通电
2. 阀门开启
3. 定涡盘上移
4. 两涡盘分离
5. 实现卸载



# 数码变容量压缩机变容控制原理

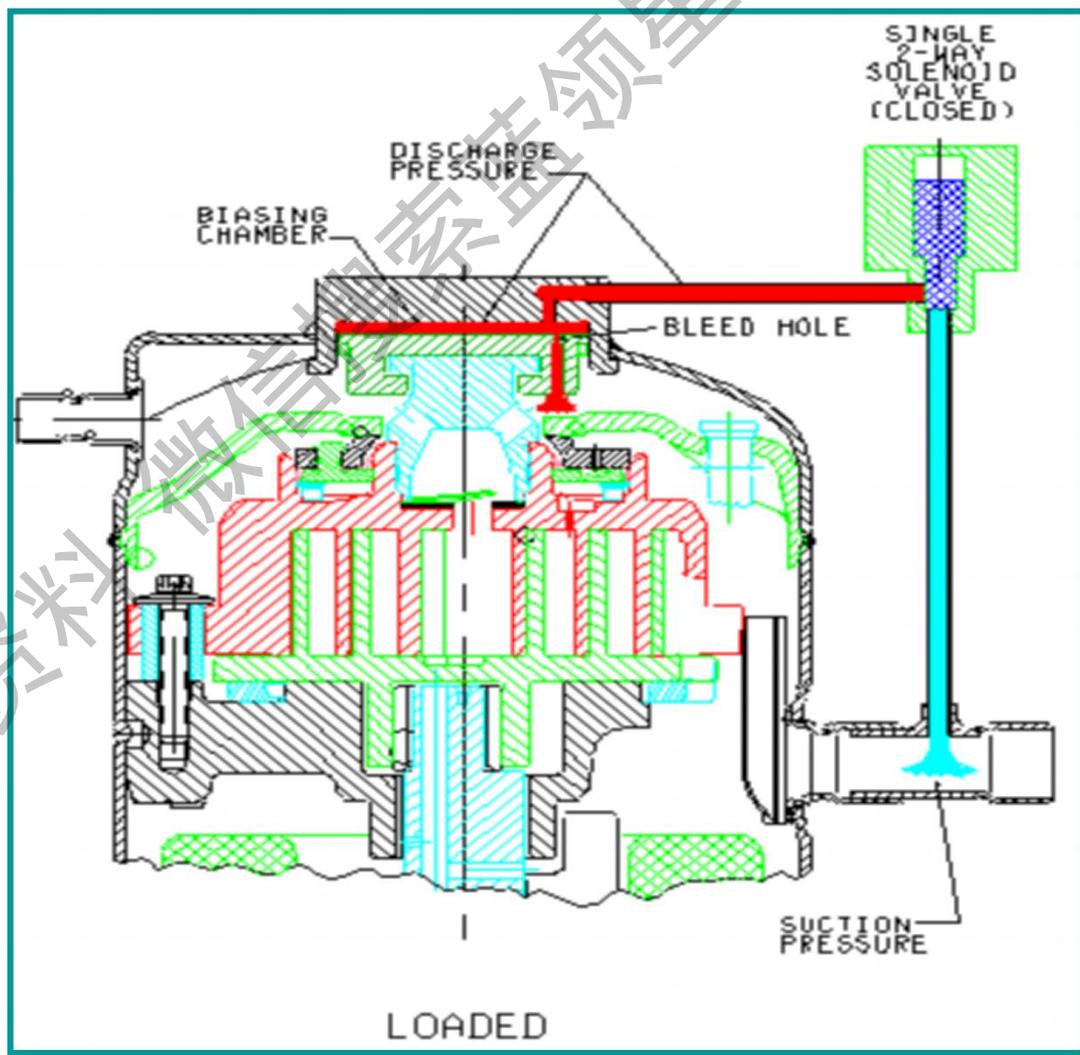
- 卸载通过提升静涡旋盘来实现
  - 电磁阀通过排气压力使涡旋盘在轴向分离
  - 不论负载或卸载，电机始终运行
  - 卸载时功耗很小（10%）



# 数码变容量压缩机工作原理

- 上载

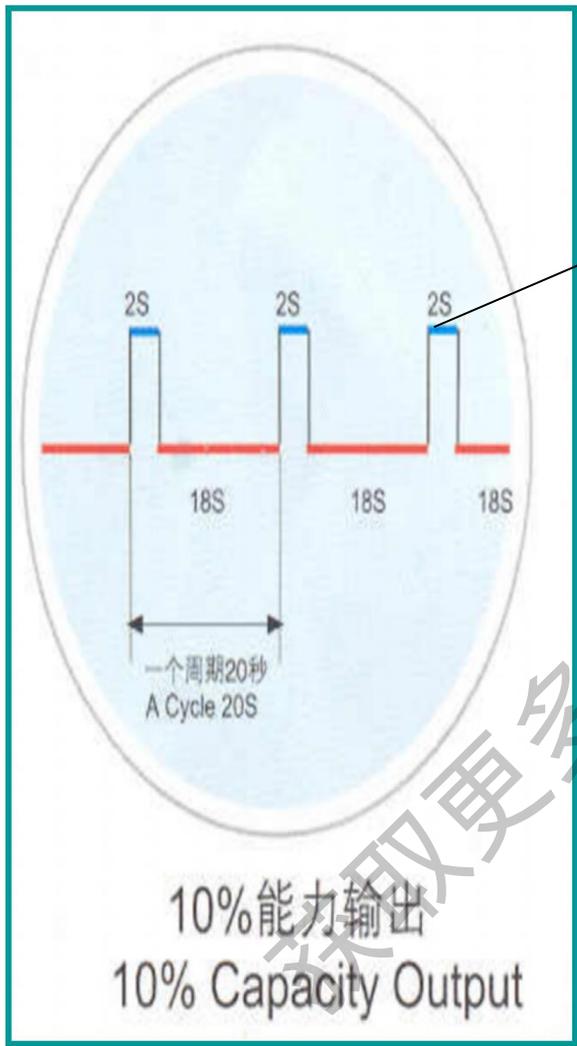
1. PWM阀断电
2. 阀门关闭
3. 定涡盘下移
4. 两涡盘贴紧
5. 实现上载



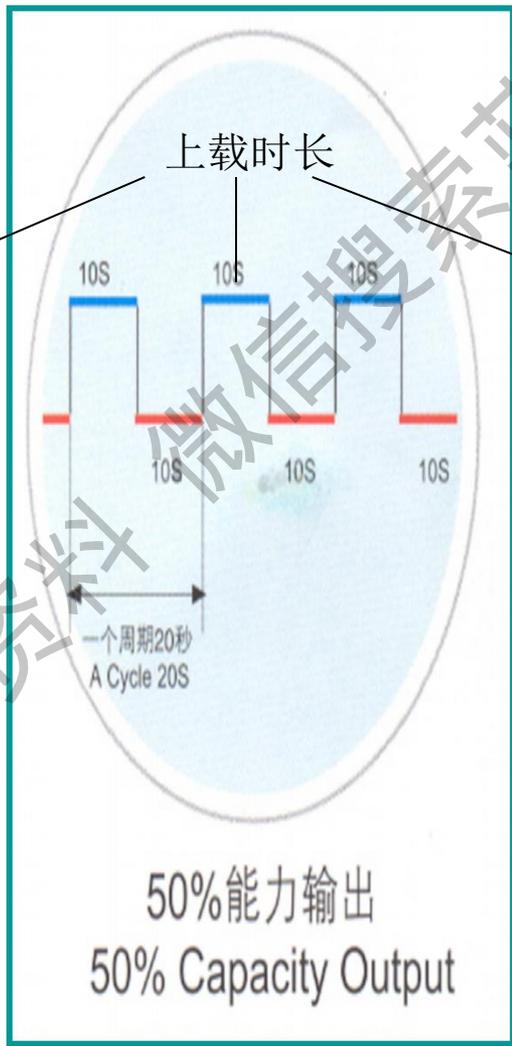
# 数码变容量压缩机工作原理

- 可变的容量输出由上载时间的之和决定
  - 不同的上载时间产生了连续的容量调节
  - 一个控制周期=一次卸载时长+一次上载时长
  - 脉宽周期为20秒
  - 通过控制卸载与负载时间的比例来达到不同的能力输出

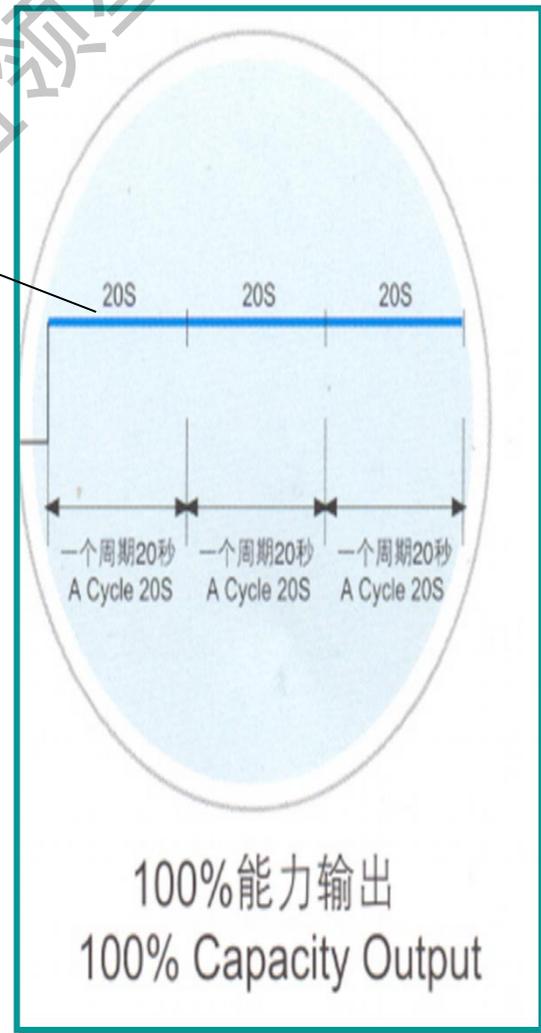
# 10%冷量输出



# 50%冷量输出



# 100%冷量输出



上载时长

20S 20S 20S

一个周期20秒 A Cycle 20S  
一个周期20秒 A Cycle 20S  
一个周期20秒 A Cycle 20S

# 数码变容量多联机组变容部件-电子膨胀阀

## • 原理

- 脉冲电压输出至线圈，产生旋转磁场
- 转子旋转带动阀针上下移动，改变阀口开启大小

## • 特点

- 调节范围大
- 动作迅速
- 调节精细
- 动作稳定



# 数码变容量多联机变容实现

室内机 #1

$\Delta T_1$

DF<sub>1</sub>

室内机 #2

$\Delta T_2$

DF<sub>2</sub>

.....

$\sum kW_{in} * DF_n$

除以kW<sub>0</sub>

外机输出%

阀脉冲宽度

数码压机变容量输出

EXV<sub>n</sub>开度

系统变容量输出

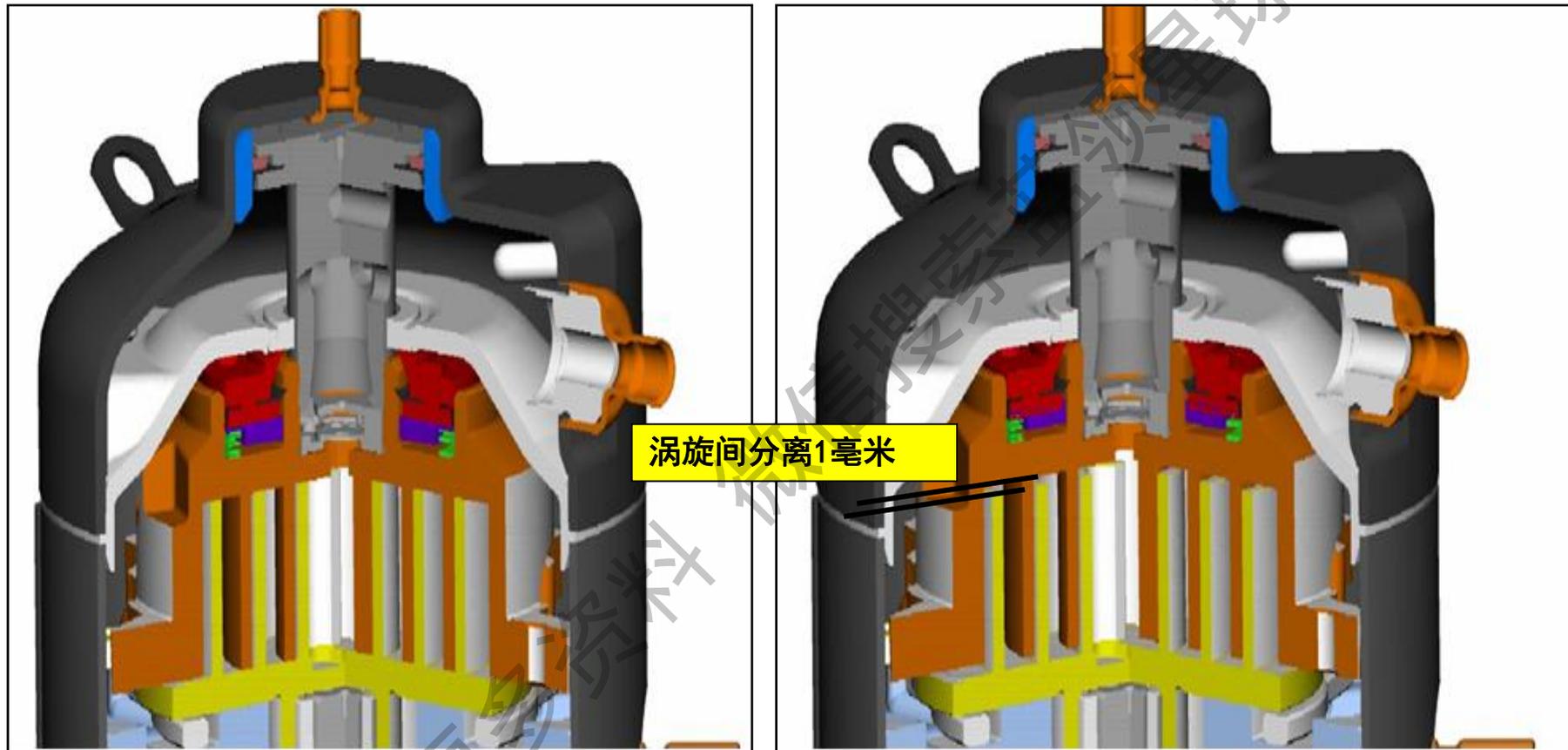
注:

$\Delta T: = T_r - T_s$  (制冷)

DF: 需求系数 %

kW: 额定容量 i 室内机 o 室外机

# 数码来由-0(卸载)与1(上载)的组合

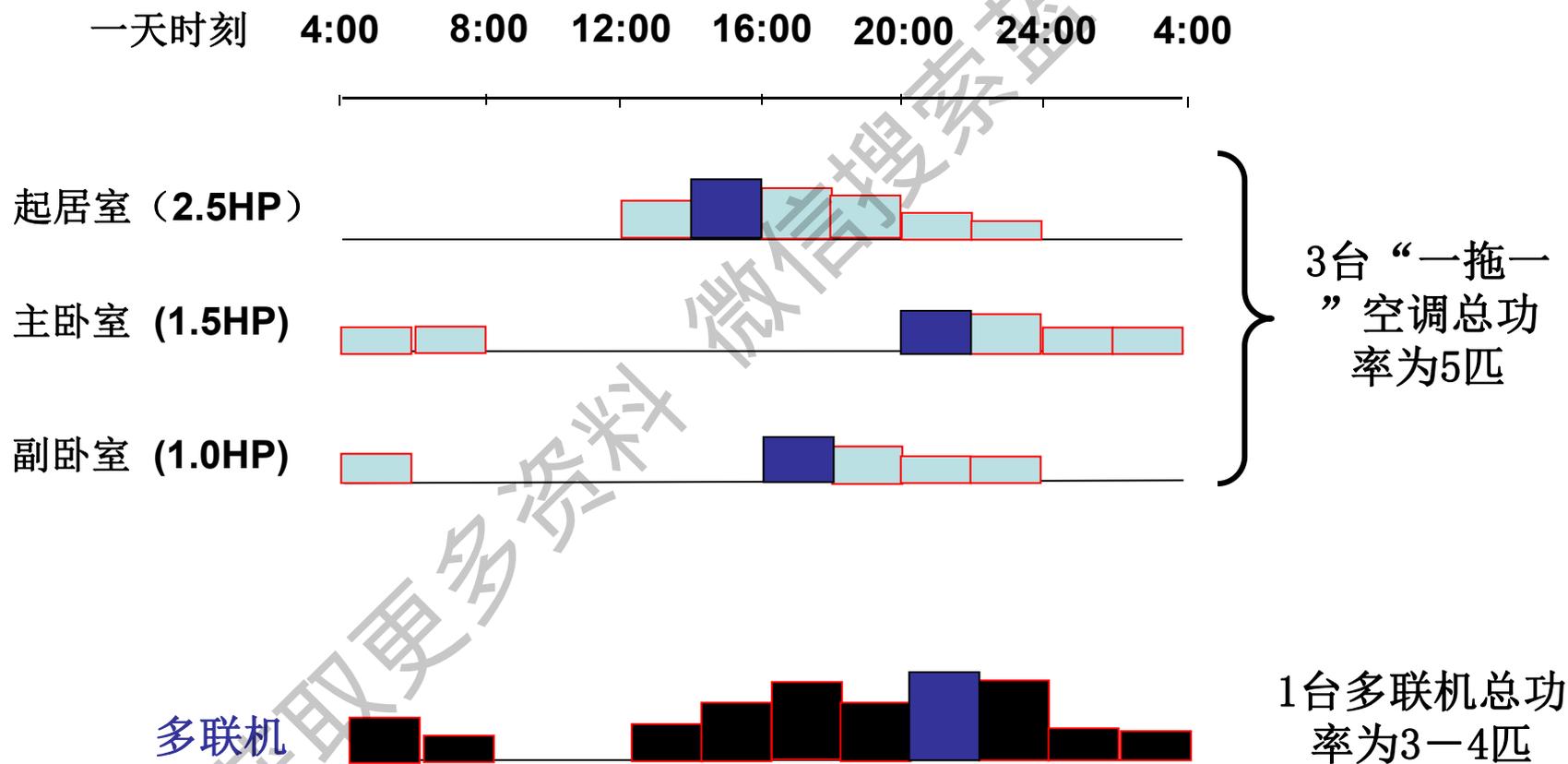


上载 (1) 满负荷

卸载 (0) 零负荷

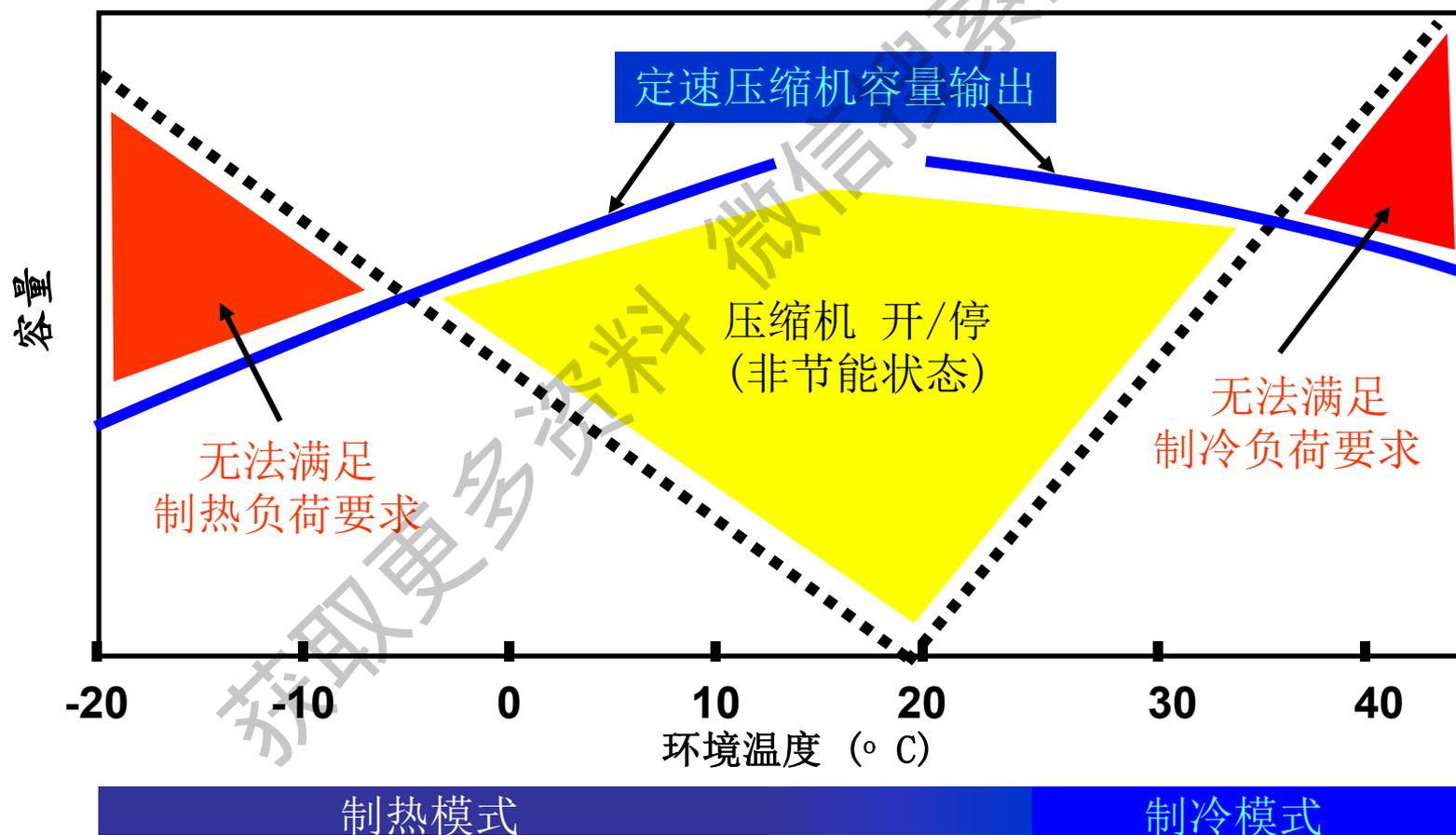
10101010101010101... ..

# 变容量系统与传统定容系统的对比



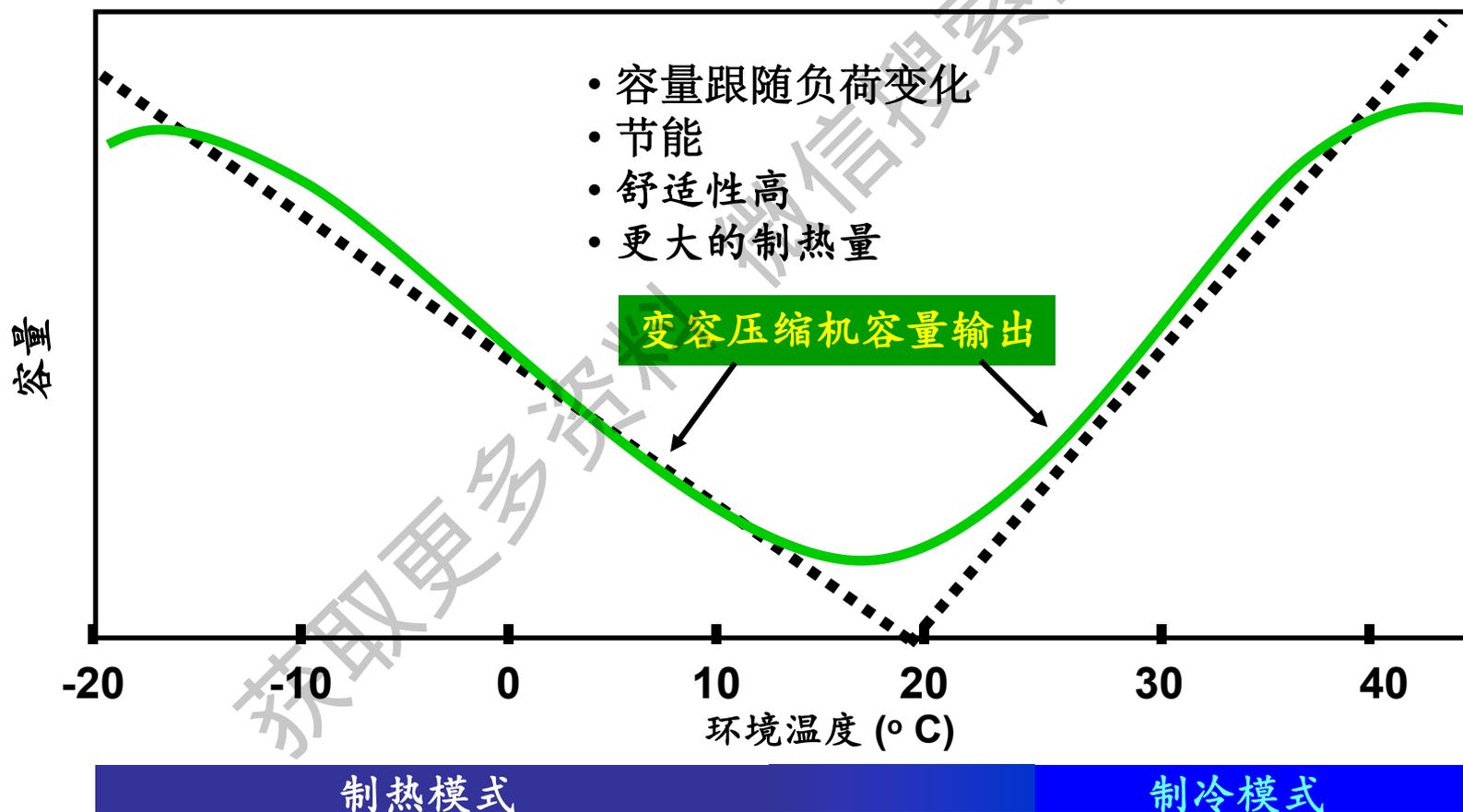
# 与传统定容系统的对比

传统定容系统无法满足变负荷要求



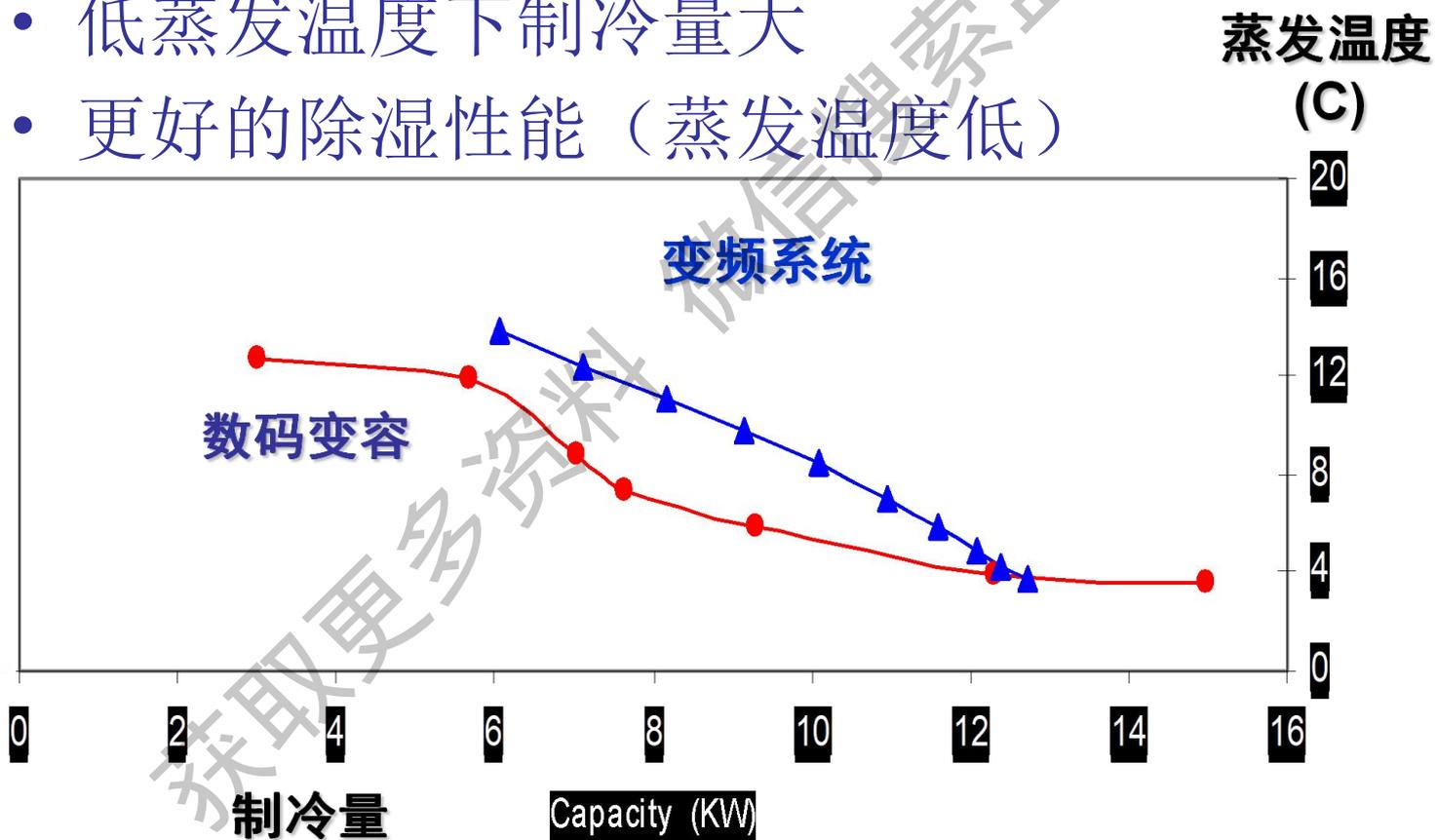
# 变容量系统与传统定容系统的对比

变容量系统可以满足变负荷要求



# 变容量系统与变频多联机组的对比

- 无变频控制器件的电能消耗
- 低蒸发温度下制冷量大
- 更好的除湿性能（蒸发温度低）



# 变频多联机组存在的问题

- 回油问题（低负荷不能回油）
- 电磁干扰问题（会产生电磁波对电子设备产生干扰）
- 50-130%的冷量输出范围不够用
- 需昂贵的变频器和电控系统
- 需复杂的旁通管路（低负荷下需要隔一段时间进行回油操作）
- 不容易维修

# 数码变容量多联 VS 变频多联

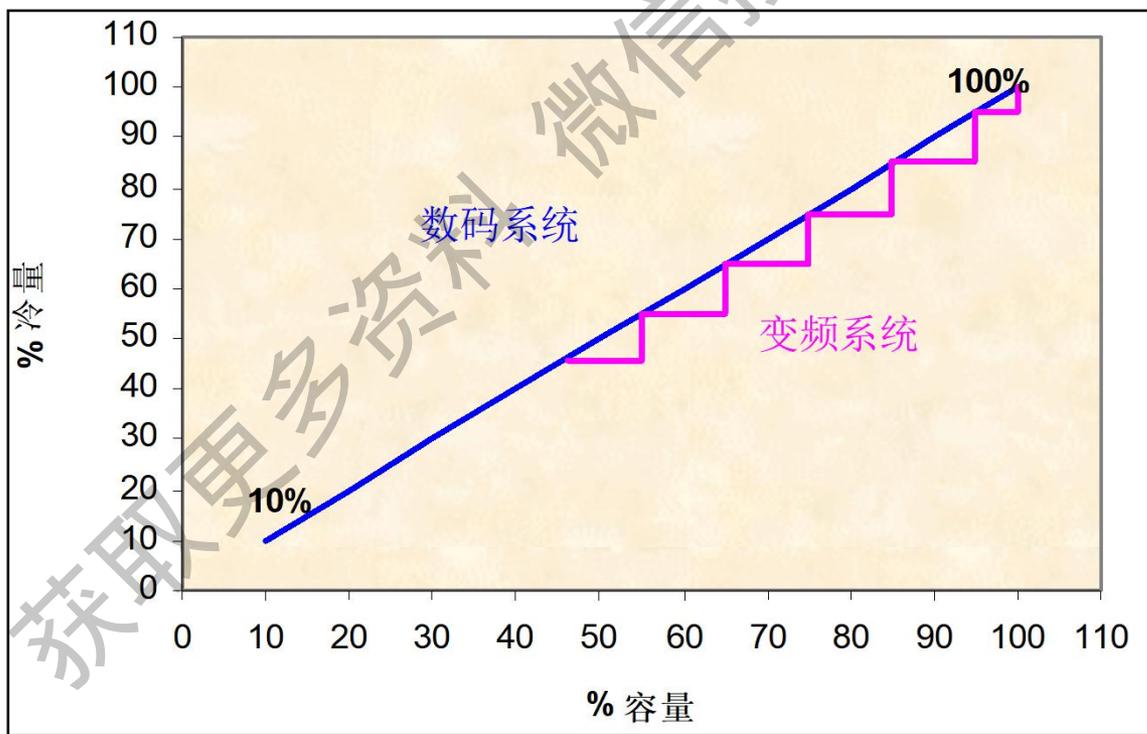
	典型的变频系统	数码系统
容量调节范围	46%~100%	10%~100%
容量调节平滑性	分级，阶梯状	无级
容量调节原理	升频降频改变压机转速	改变卸载上载时间比例
容量调节即时性	需通过中间频率，存在滞后	即时，不存在滞后
控制简单可靠性	控制复杂、可靠性较差	控制简单可靠
节能性	节能	节能性更优

# 数码变容量多联 VS 变频多联

	典型的变频系统	数码系统
微处理器	多个	单个
电磁阀	多个	单个
热汽旁通系统	需要	不需要
液体旁通系统	需要	不需要
油分离器	需要	不需要
电磁抑制	需要	不需要

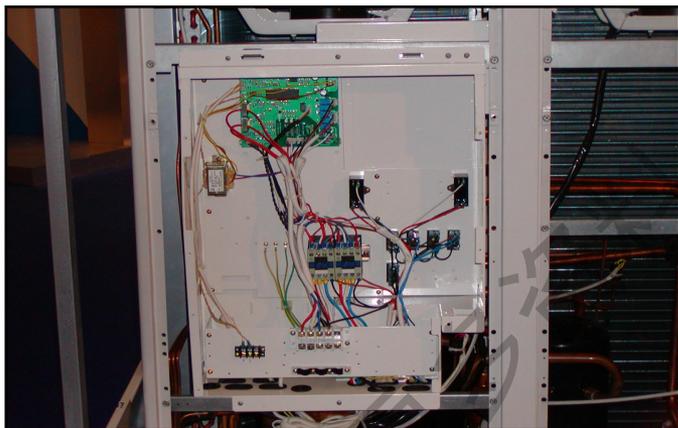
# 数码变容量多联 VS 变频多联

- 能量调节范围宽： 10%-100%无级连续可调
- 通过调节上载与卸载的时间比例，可以达到真正的无级能量调节



# 数码变容量多联 VS 变频多联

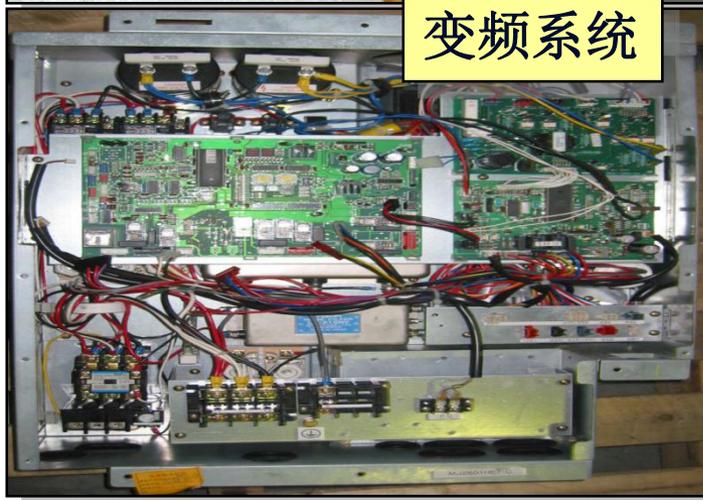
- 控制系统简单  
只需简单的电子控制



数码多联系统



变频系统



# 数码变容量多联 VS 变频多联

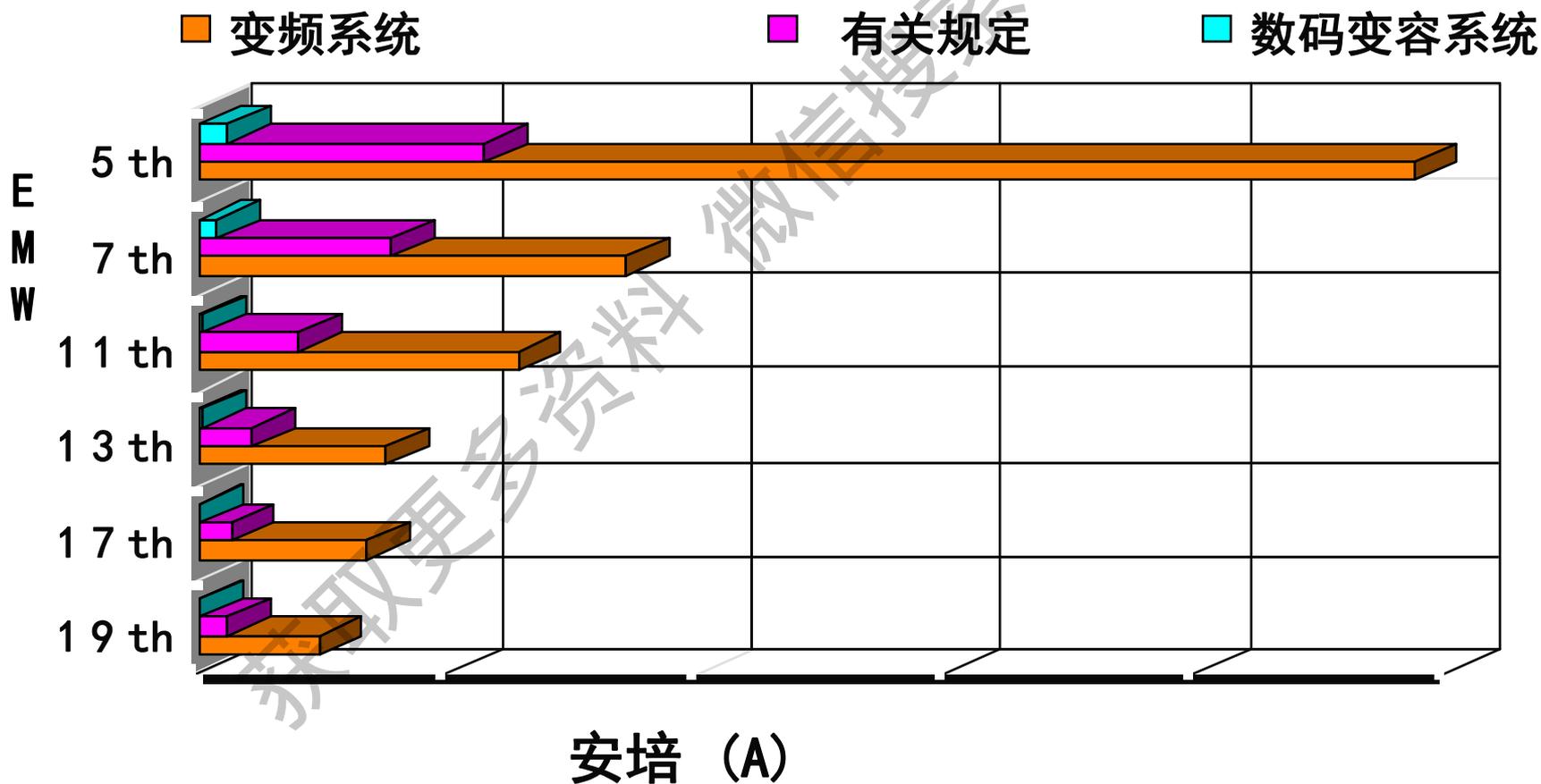
- 无电磁兼容问题

- 无电磁干扰。具更好的电磁兼容性
- 不会对电网和家用电器产生干扰
- 可用于通讯机房等精密场所，适用性更广



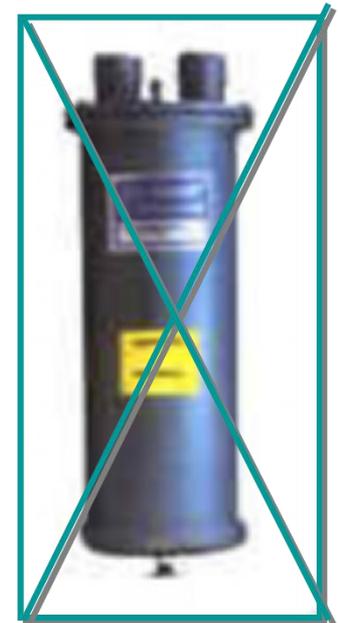
# 数码变容量多联 VS 变频多联

- 电磁干扰比较

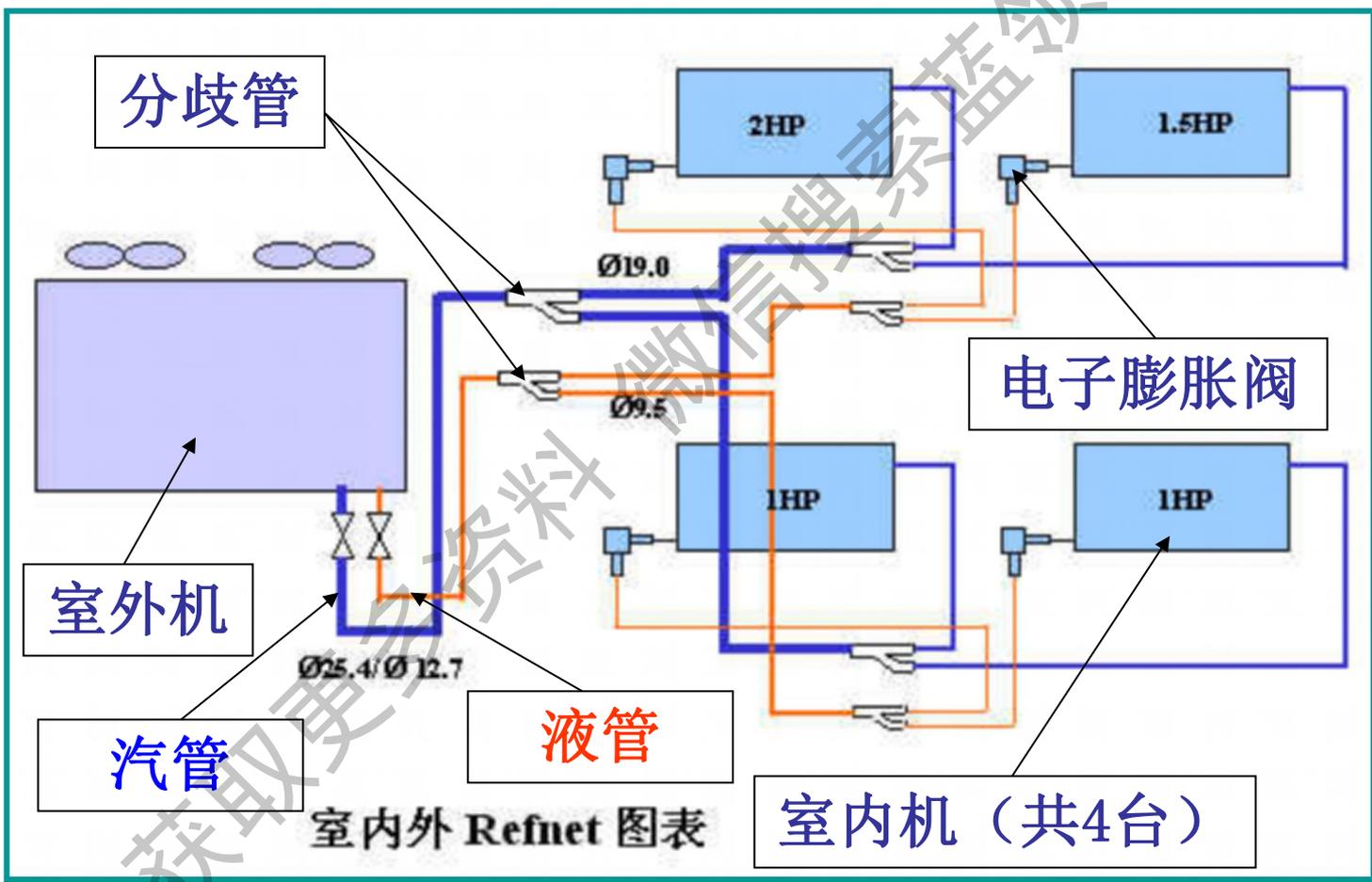


# 数码变容量多联 VS 变频多联

- 可靠的回油
  - 低负荷时无需担心回油问题
    - 带出的油量很少
    - 循环周期中上载状态时间很短（由0到1变化所用时间）
    - 卸载时，无质量流速，也无油泵出
  - 无需油分离器或定期的回油问题



# 数码变容量多联机内外机联接示意



# 节流机构

- 节流机构的作用

- 1、 节流降压：降低制冷剂的压力和蒸发温度
- 2、 调节流量：负荷变化时改变制冷剂流量
- 3、 控制过热度：使蒸发器出口保持适当的过热度
- 4、 控制蒸发液位：控制蒸发器内制冷剂液体的液位

## • 节流机构的型式

- 1、手动节流阀
- 2、孔板
- 3、热力膨胀阀
- 4、浮球+主节流阀
- 5、电子膨胀阀
  - (1) 过热度控制
  - (2) 液位控制

微信搜索蓝领星球

获取资料

## • 工作原理

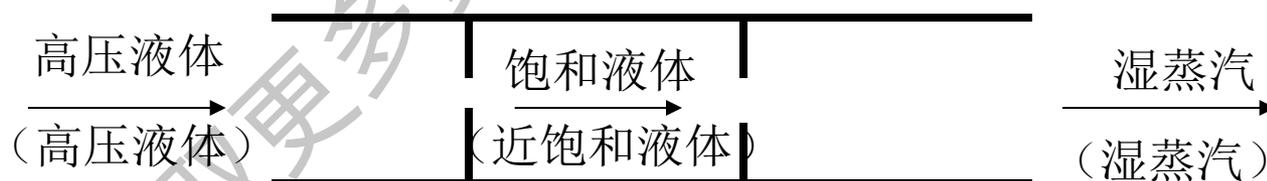
### 1、手动节流阀

与截止阀的区别：

- (1) 阀杆采用细牙螺纹
- (2) 阀芯为针型或具有V形缺口的锥体

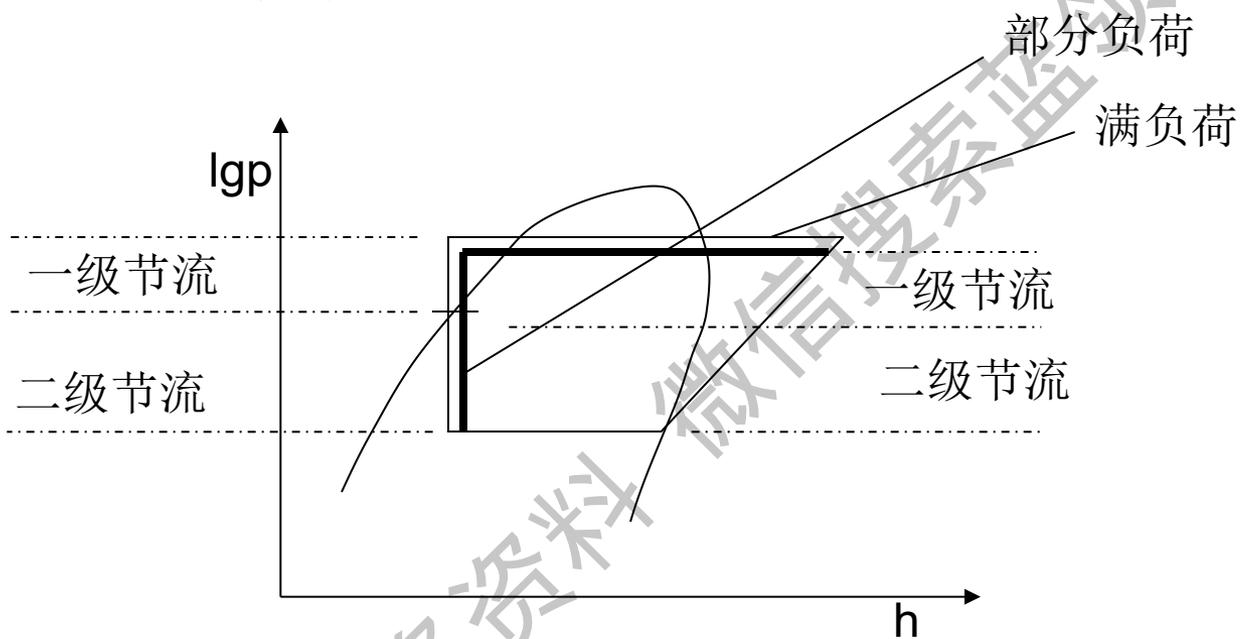
### 2、孔板

最新的孔板节流机构采用双孔板型式



孔板按满负荷设计：过冷液体——饱和液体——湿蒸汽

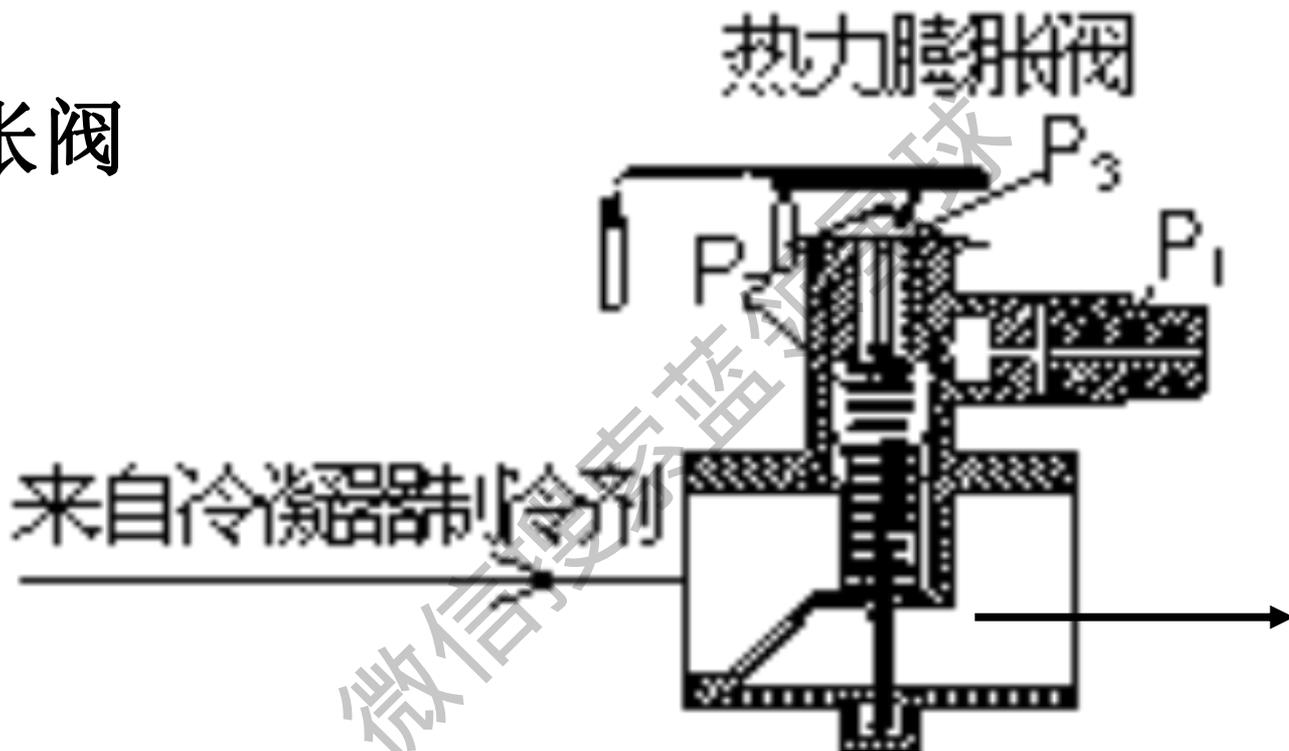
低于满负荷时：过冷液体（但冷凝压力降低）——近饱和液体——湿蒸汽



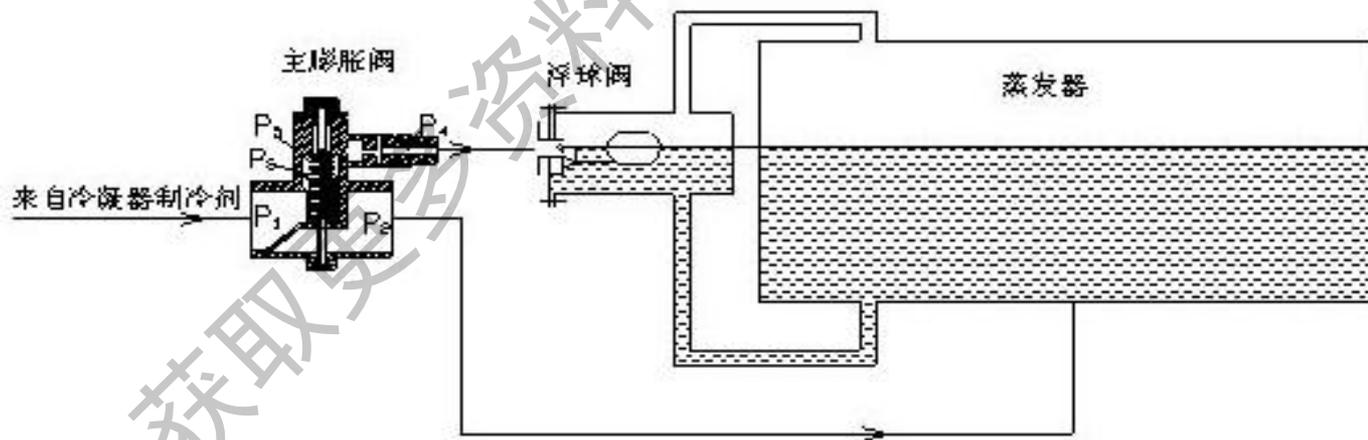
部分负荷情况下冷凝压力下降（冷凝面积没变，环境温度或冷凝水温降低），一级节流流量减少压力降低，故而进入两相区，由于闪发气体的产生导致二级节流阻力增大流量进一步减少，使供液量和负荷要求相符，因此两级节流孔板具有调节负荷变化的能力，但调节能力仅在20%以内。

### 3、热力膨胀阀

结构

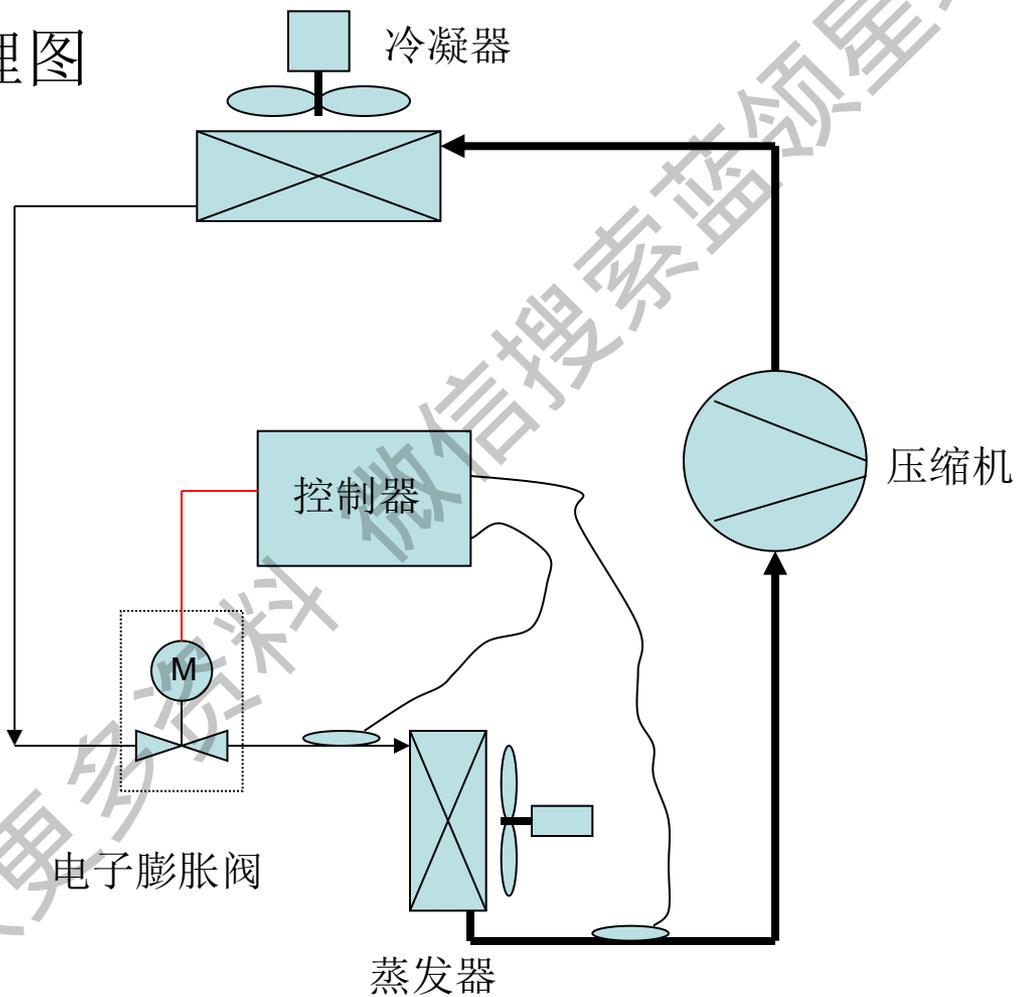


控制液位



# 4、电子膨胀阀

制冷系统原理图



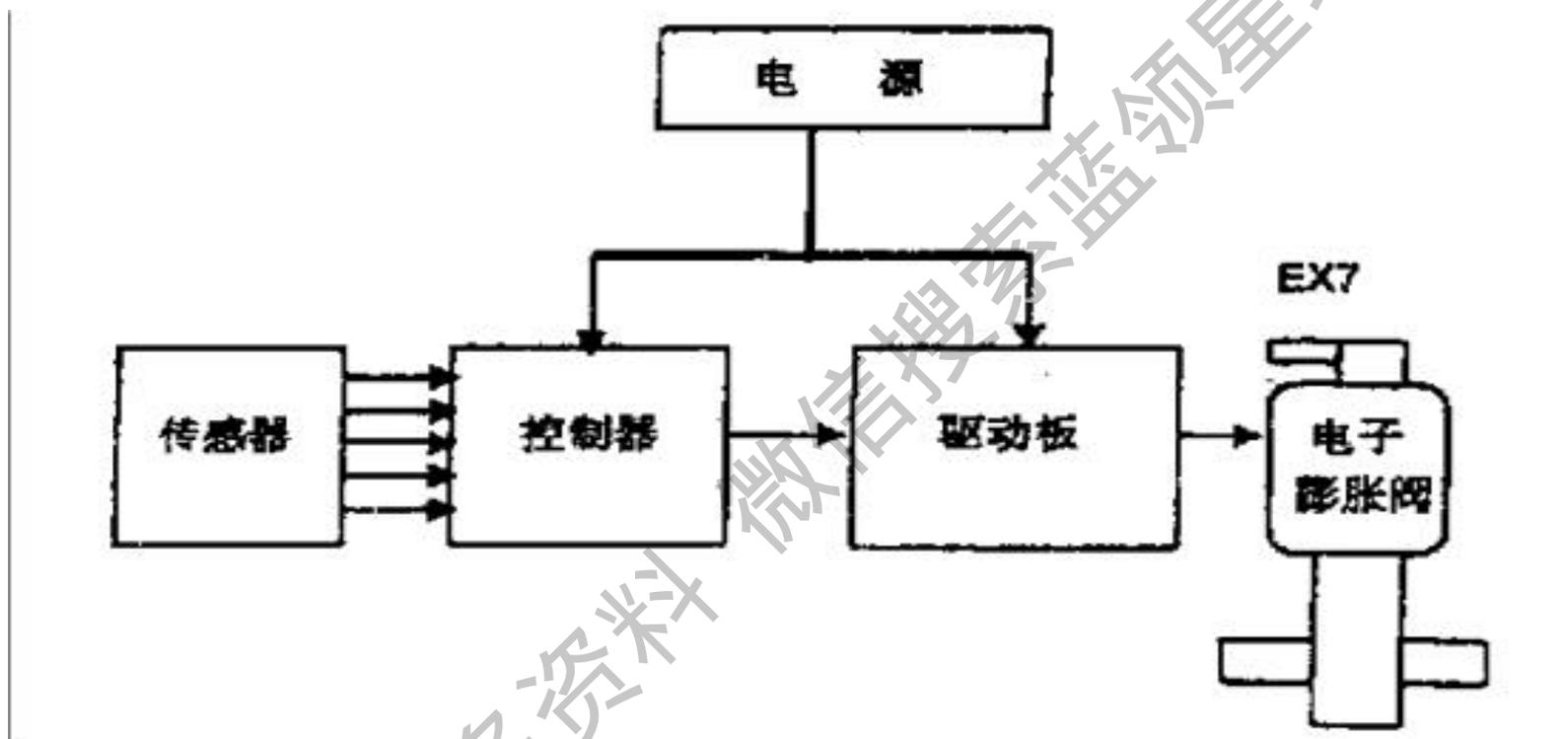
获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## • 电子膨胀阀的特点

- 全封闭设计
- 步进电机驱动
- 极短时间内从全关到全开
- 高可靠性
- 极长寿命
- 完全关闭功能可省去电磁阀
- 流量变化呈线性
- 两种阀可覆盖宽广的冷量范围
- 连续的冷量调节，在制冷回路中无液锤现象
- 电机与阀合为一体，可靠性高
- 陶瓷材料的阀板和阀口部件耐磨损
- 平衡阀口设计
- 耐腐蚀的不锈钢阀体
- 直通形式
- 适用于所有CFCs,HCFCs和HFCs



## • 电子膨胀阀控制系统组成



传感器：可采集多点温度或压力信号

控制器：对采集的信号进行处理并给出调节方式信号

驱动板：对调节信号放大并转换成驱动信息

膨胀阀：执行驱动信息的动作

## • 电子膨胀阀与热力膨胀阀的比较

### 1. 调节范围

● 热泵机组既要制冷,又兼顾制热,环境温度从 $-15^{\circ}\text{C}$ ~ $+43^{\circ}\text{C}$ ,蒸发温度将在 $-25^{\circ}\text{C}$ ~ $5^{\circ}\text{C}$ 范围内工作。制冷回路中有多台压缩机时,随负荷的变化,运行的压缩机数量相应变化,制冷剂流量会剧烈变化。

● 单个热力膨胀阀无法胜任。所以,众多的大型热泵机组都采用单回路配备单台压缩机的设计系,且制冷模式与制热模式独立设置膨胀阀,将增加系统的复杂性和制造成本。

● 电子膨胀阀可在 $15\%$ ~ $100\%$ 的范围内进行精确的调节,单个的电子膨胀阀即可满足热泵机组在上述工况情况下的调节。且调节范围可根据不同产品的特性进行设定,增加了灵活性。

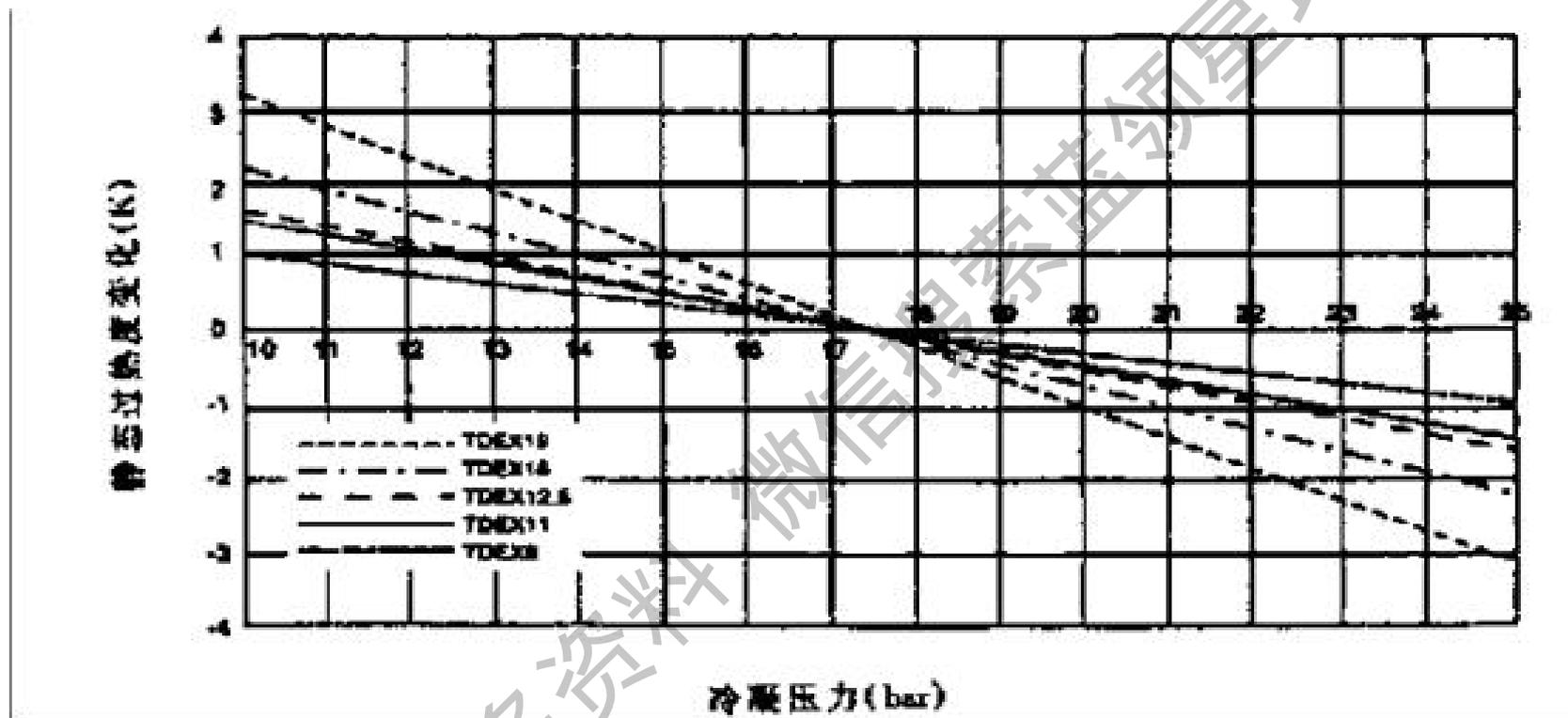
## 2. 过热度的控制

●过热度的控制点:热力膨胀阀而言,只控制蒸发器出口的过热度。电子膨胀阀在半封闭及全封闭压缩机系统中,控制点可设在蒸发器进、出口、压缩机吸气口,即可控制压缩机的吸气过热度,以保证压缩机的效率。

●过热度的设定值:热力膨胀阀,过热度设定值为 $2^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 可调,但仅一个温度值。电子膨胀阀的过热度可人为设定多值,如蒸发器出口过热度设为 $6^{\circ}\text{C}$ ,压缩机吸气过热度则可设定为 $15^{\circ}\text{C}$ ,十分灵活。

●非标准工况下过热度控制的稳定性:热力膨胀阀的过热度设定值均为标准工况下的设置,而由于充注工质的特性原因,当系统偏离标准工况时,其过热度往往会随着冷凝压力等的变化而偏离设定值,这不仅会造成系统效率的下降,而且会引起系统的波动性。

## 静态过热度变化



电子膨胀阀的过热度是通过控制机器人设定的,系统的实际过热度是由传感器采集控制点的参数进行计算得到的,所以不产生此类问题。

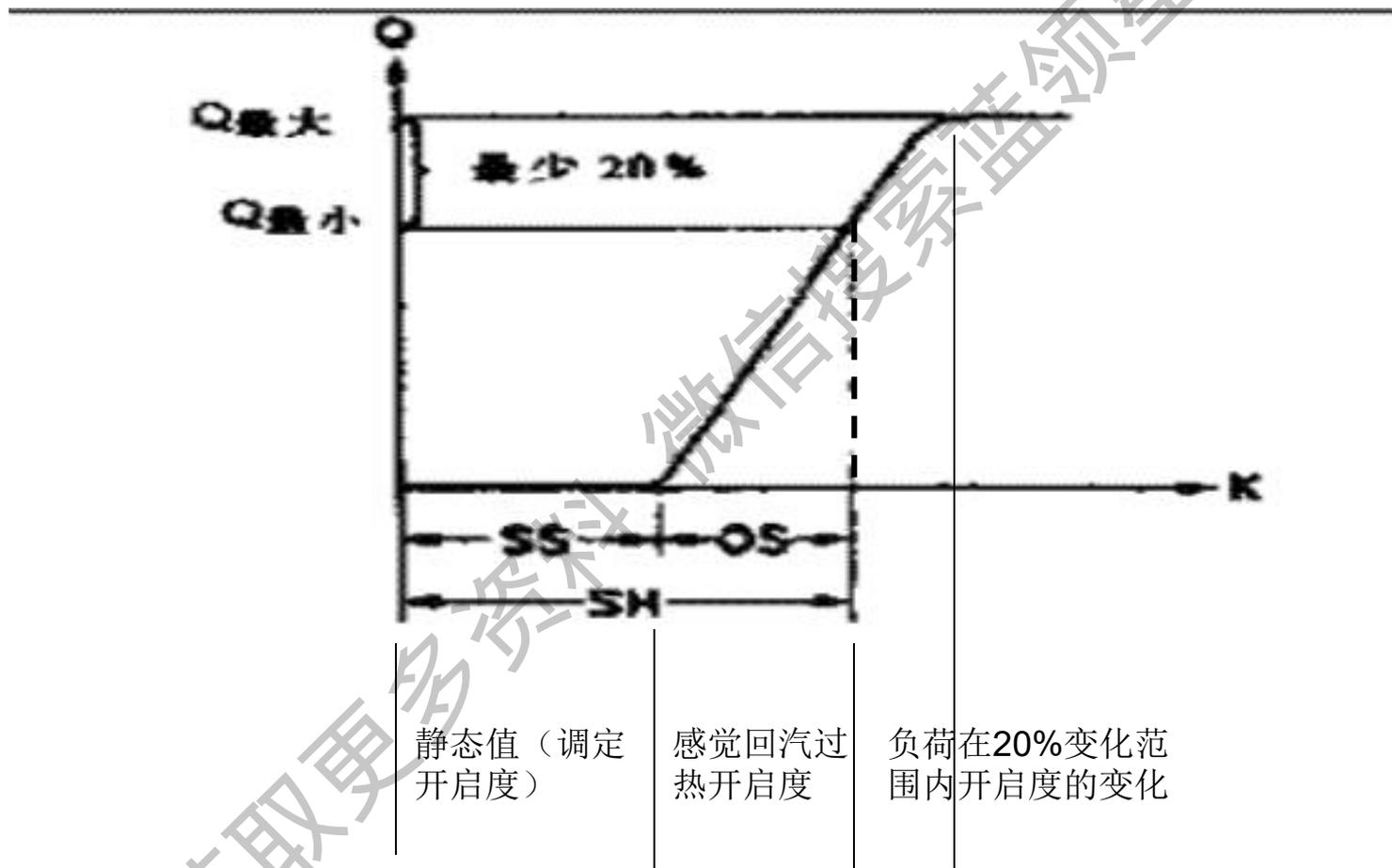
● 系统调节的智能性:热力膨胀阀对于过热度的控制是基于目前控制点的状态,由充注工质的特性所决定,它无法对系统的变化趋势作出判断。电子膨胀阀的控制逻辑,采用智能控制系统,它不仅可以对系统目前的状态进行调节,而且可根据过热度的变化率等参数对系统的特性进行判别,针对不同的系统变化趋势采用相应的控制手段。因此其对于系统变化的反应速度和针对性较之热力的膨胀阀优越。

### 3. 反应速度

热力膨胀阀的驱动是利用了充注工质的热力特性,因此,其开闭性具有以下特点:

- (1) 反应的灵敏性和开闭动作的速度较慢。
- (2) 一般而言,热力膨胀阀的开启与关闭的速度相对一致
- (3) 在机组启动过程,存在静态过热度。热力膨胀阀的过热度(SH)由静态过热度(SS)和开启过热度(OS)组成,由于静态过热度的存在,会产生在启动过程中膨胀阀开启的延迟倾向。

(热力膨胀阀过热度)  $SH =$  (静态过热度)  $SS +$  (开启过热度)  $OS$



电子膨胀阀的驱动方式是控制器通过对传感器采集得到的参数进行计算,向驱动板发出调节指令,由驱动板向电子膨胀阀输出电信号,驱电子膨胀阀的动作,电子膨胀阀从全闭到全开状态其用时仅需几秒钟,反应和动作速度快,不存在静态过热度现象,且开闭特性和速度均可人为设定,尤其适合于工况波动剧烈的热泵机组的使用。

#### 4. 控制功能的多样性

为防止机组在初始启动时,蒸发侧的制冷剂压力和流量过大,引起压缩机过载,一般热力膨胀阀均设有MOP功能,即蒸发压力只有在低于设定值时,膨胀阀才打开。但其功能与电子膨胀阀相比,仍显得较为单调。电子膨胀阀在结构上可视作为节流机构与电磁阀的有机结合,且通过控制器进行调节,因此根据不同的产品特性,在机组启动、负载变化、除霜、停机以及故障保护等情况下体现出其控制功能上的多样性和优越性。例如:电子膨胀阀对制冷剂流量的调节除了可以

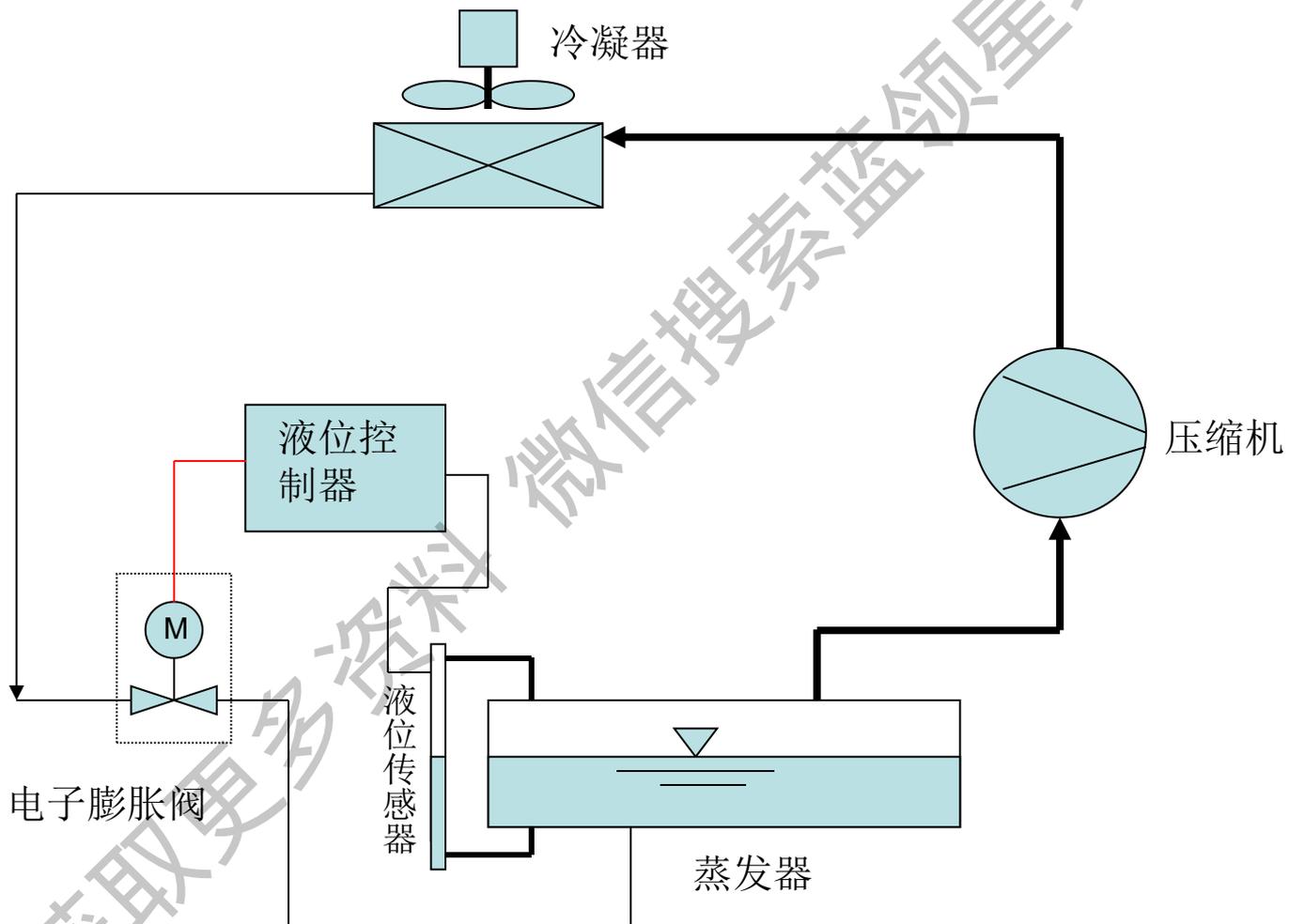
控制蒸发器外,还可以用来调节冷凝器。当蒸发工况允许的情况下,若冷凝压力过高,可以适当关闭膨胀阀,减少系统中制冷剂的流量,降低冷凝器负荷,从而降低冷凝压力,实现机组的高效和可靠运行。

## 5. 设计理念的突破

在传统的空调系统设计过程中,由于热力膨胀阀的功能和性能上的限制,往往出现系统在匹配设计时在某种程度上不得不屈从于热力膨胀阀的现象。而电子膨胀阀的采用使得这种设计理念得以突破,人们可以根据系统的特性要求对膨胀阀的控制方式和控制逻辑进行人为设定,使其真正达到部件屈从于系统的目的。

电子膨胀阀作为一种新型的控制元件,早已经突破了节流机构的概念,它是制冷系统智能化的重要环节,也是制冷系统优化得以真正实现的重要手段和保证,也是制冷系统机电一体的象征,已经被应用在越来越多的领域中。由于电子膨胀阀的采用,突破了以前在空调机组设计过程中存在的某种系统屈从热力膨胀阀的观念,进入膨胀阀为系统优化服务的新境界,对于制冷行业的发展起着重要的作用。

- 电子膨胀阀控制液位



- 液位控制系统由电子膨胀阀、液位传感器、液位控制器组成。当蒸发器内的液面上下变化时，蒸发器内的液位传感器将液位变动的比例关系用4-20mA信号传给液位控制器，液位控制器将信号处理后，随后输出指令作用于电子膨胀主阀的步进电机，使其开度增大、减小，以保持制冷剂液位在限定的范围内。电子膨胀阀的步进电机是根据制冷剂液位变化实时输出变化的动力，这个实时输出变化的动力能及时克服各种工况和各种负荷情况下主膨胀阀变化的弹簧力，使阀的开度满足蒸发器供液量的需求，进而蒸发器的供液量能实时与蒸发负荷相匹配，即电子膨胀阀可通过控制人为设定，有效的控制蒸发液位。选用电子膨胀阀——液位控制，机组无论在标准工况下、变工况、满负荷、变负荷运行均维持较高的COP值水平。电子膨胀阀——液位控制一般应用在吸气过热度低于2°C的制冷装置，而热力膨胀阀——吸气过热度一般应用在吸气过热度5°C左右的制冷装置，因此前者比后者更能有效的利用蒸发面积，提高蒸发负荷，获取更高的COP值。

# 涡旋式制冷压缩机

✚ 涡旋式压缩机属容积式，由固定蜗盘和旋转蜗盘构成压缩工作气腔。

1. 工作原理

2. 工作过程

3. 结构组成

4. 特点：

- 结构简单，零部件少，体积小，重量轻。
- 无吸、排气阀，易损部件少。
- 泄漏少，无余隙，容积效率高。
- 运行平稳，噪声低，振动小，压缩机效率高。
- 加工精度高。

5. 应用：广泛应用于中小制冷量的空调机组、冷水机组、热泵机组



# 变频技术

## ●发展变频技术的背景

- 1、大功率直流电机电压降和损耗大（换向器和电刷制造困难使电压不能超过1千伏，所以额定电流很大又使供电电压降和损耗很大）。
- 2、能源短缺（节能）。
- 3、特殊场所高速电机的要求，需要用调速方法解决。
- 4、电子技术的发展。

## ●变频调速的原理

变频器由主电路（包括整流器、中间直流环节、逆变器）和控制回路组成

- (1) 整流器，把三相交流电源整流成直流。
- (2) 逆变器，作用与整流器相反，是将直流电逆变为电压和频率可变的交流电，实现交流电机变频调速。

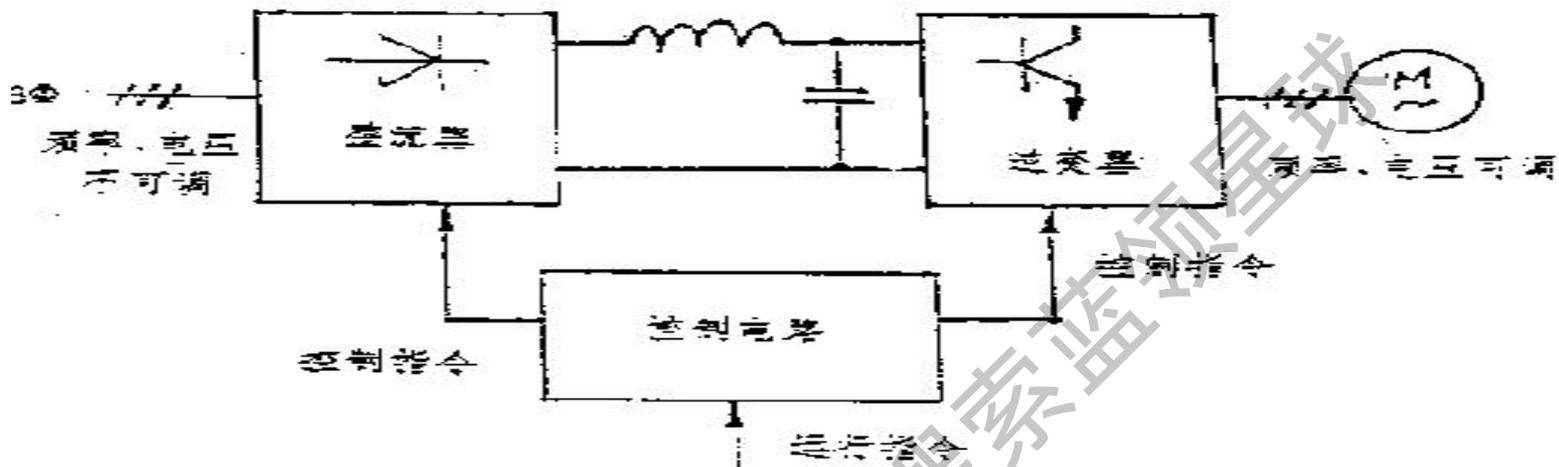
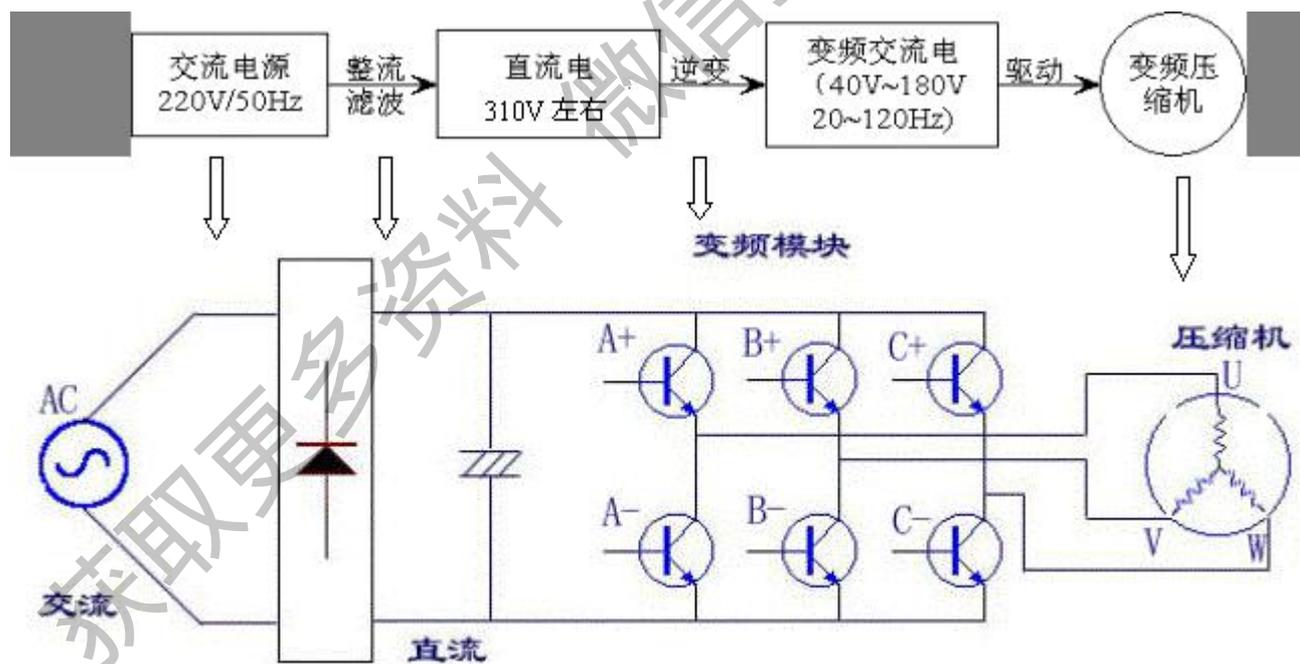


图 5 变频器原理图



(3) 控制电路，由运算电路、检测电路、驱动电路、保护电路等组成，均采用大规模集成电路。

### ● 采用变频调速技术的目的及其效益

(1) 节约电能，风机和泵类机械的节电效果为最显著，全国风机水泵用电约占工业用电量的40~50%，可见节能潜力很大。推广电动机变频调速技术可替代挡板或阀门调节风量流量；造成浪费大量电能的不合理现象。

(2) 提高生产率，利用变频调速技术，可以实现提高生产率的多种措施。诸如保证加工工艺中的最佳转速；选择适应负载不同工况的最佳转速；利用低速，实现高精度准确停车，缩短生产过程中间歇时间等。

(3) 提高产品质量，选择加工对象的最佳速度；运输带生产机械可达到平滑的加、减速；造纸、塑料生产机械可满足高精度的转矩控制等。完全可以达到甚至超过直流电动机系统的性能指标。

(4) 适应和改善工作环境，变频调速装置能用在有爆炸性的气体和可燃性溶剂的生产设备；用在有腐蚀性和户外潮湿的工作环境；大大减少环境的机械噪声。

## ●调频和调压的必要性

### 1、调频

三相异步电动机的转速公式为:

$$n = n_1 (1-s) = 60f(1-s)/p \quad (1)$$

式中:  $n$  — 电机的转速, r/min ;  $n_1$  — 同步转速, r/min ;  
 $p$  — 磁极对数;  $s$  — 转差率, % ;  $f$  — 频率, Hz

通过改变极对数、转差率和频率的方法实现对异步电机的调速。

前两种方法转差损耗大, 效率低, 对电机特性都有一定的局限性。

变频调速是通过改变定子电源频率来改变同步频率实现电机调速的, 具有高效、调速范围宽(10%~100%)和精度高等性能, 节电效果20%~30%。

## 2、调压

由异步电机的电势公式可知，外加电压近似与频率和磁通乘积成正比，即：

$$U \propto E = C_1 f \Phi \quad (2)$$

$C_1$ 为常数，因此有：

$$\Phi \propto E/f \approx U/f \quad (3)$$

若外加电压不变，则磁通 $\Phi$ 随频率而改变，如频率 $f$ 下降，磁通 $\Phi$ 会增加，造成磁路过饱和，励磁电流增加，功率因数下降，铁心和线圈过热，显然这是不允许的。为此，要在降频的同时还要降压，这就要求频率与电压协调控制。此外，在许多场合，为了保持在调速时，电机产生最大转矩不变，需要维持磁通不变，这可由频率和电压协调控制来实现，故称为可变频率可变电压调速(VVVF)，简称变频调速。

# • 风冷变频制冷系统运行能耗分析

## 1、节能分析

电机功率与电机转速的关系为：

$$\frac{N_0}{N_1} = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^3$$

$N_0$  —— 设计工况下电机的功率(kW)；

$n_0$  —— 设计工况下电机的转速(r/min)；

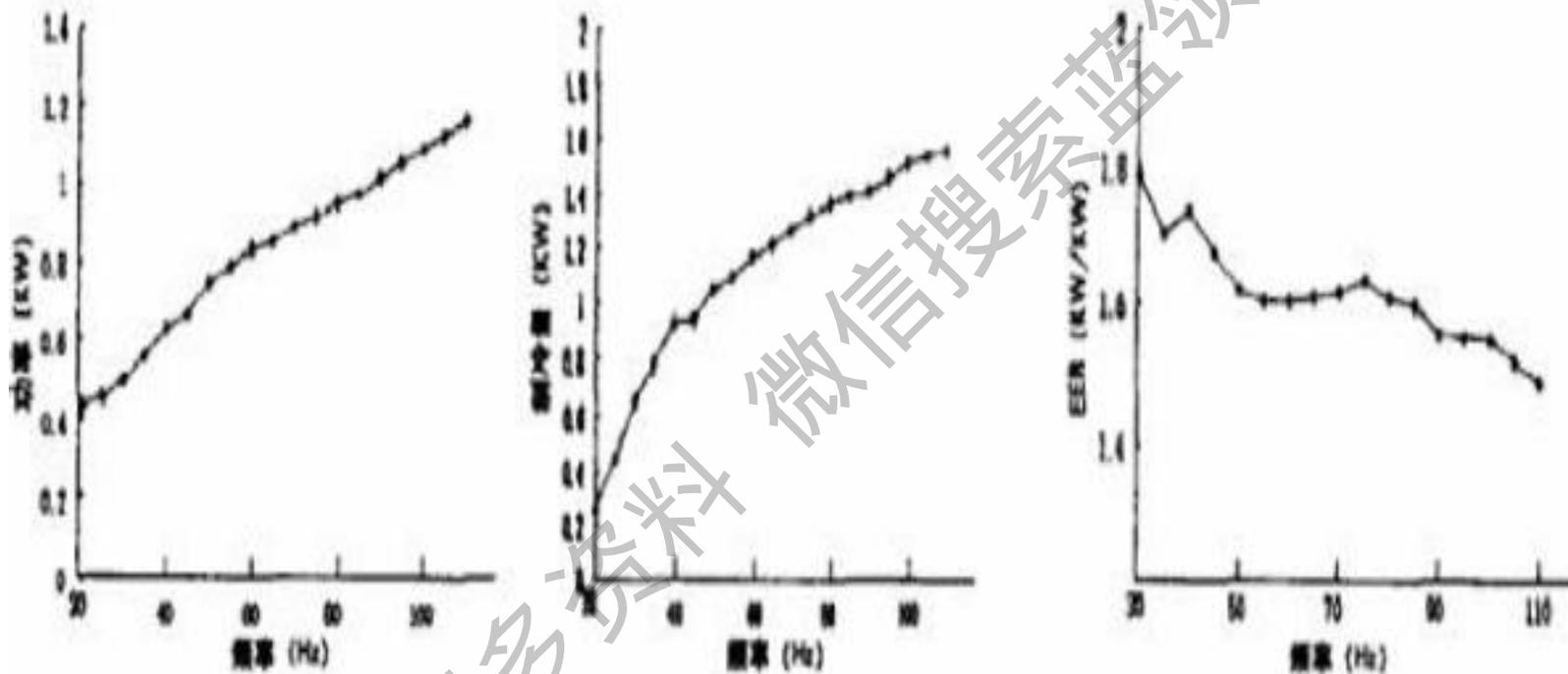
$N_1$  —— 电机的实际功率(kW)；

$n_1$  —— 电机的实际转速(r/min)。

电机输入功率的变化率是转速变化率的三次方，只要转速变小，输入功率就能很快变化到某个较小的数值，从而取得较明显的节能效果。

具体体现：开停机频繁所带来的损失；制冷系统满负荷工作使蒸发温度降低所带来的损失；部分负荷情况下压缩机输出的冷量和要求一致，由于两器较大可提高蒸发温度、降低冷凝温度。

# 实验曲线



(a) 压缩机功率与频率的关系

(b) 系统制冷量与频率的关系

(c) EER 值与频率的关系

图2 系统性能与频率的关系

- 1、压缩机耗功与频率基本呈线性关系，随着运行频率的升高，压缩机输入功率不断增大，但是在30Hz以下，压缩机功率随频率的变化趋于平缓，随着频率的降低而变化得较小，这是由于电机效率的降低以及压缩机摩擦功耗占据压缩机功耗的主要部分，此时制冷量较小，节能效果不明显，所以设定压缩机运转频率的下限为30Hz。
- 2、随着频率的增加，制冷量的变化规律是非线性的，频率越高，制冷量增加得越少。
- 3、在75Hz以下的EER值明显较75Hz以上的EER值高，随着频率的增加，EER值基本上呈下降的趋势。

### 定频与变频的比较

设定过热度为 $5^{\circ}\text{C}$ ，蒸发压力 $0.164\text{MPa}$ ，环境温度 $20^{\circ}\text{C}$ ，调节电加热器功率为 $0.45\text{kW}$ ，分别采用变频制冷系统和定频制冷系统对被冷空间进行冷却，保持库内温度为 $-5^{\circ}\text{C}$ 。

表1 功耗对比记录

参数	定频制冷系统(50Hz)	变频制冷系统(30-110Hz)
初始库内温度(℃)	20	20
稳定后库内温度(℃)	-5	-5
电加热热负荷 (kW)	0.45	0.45
库内温度波动(℃)	± 1.5	± 0.5
实验时间 (h)	10	10
总功耗(kW · h)	7.12	6.67

采用变频控制连续制冷较定频开停控制10小时可以节能6.32%。变频制冷系统在开机阶段频率逐渐增大,达到最大运转频率,制冷量加大,输入功率也较大,使库温迅速降低。降低到设定值以后,频率较小,制冷量相应减小以平衡热负荷,压缩机一直运行在低频率,低功耗的状态下。而定频系统在达到库温设定值以下时停机,当库温由于热负荷的影响增大时,系统重新开机,过程中存在开停损失。随着系统运行时间的增加,节能的比率还能进一步增加。

# • 交流变频电机的特点

## 1、电磁设计

对普通异步电动机来说，再设计时主要考虑的性能参数是过载能力、启动性能、效率和功率因数。而变频电动机，由于临界转差率反比于电源频率，可以在临界转差率接近1时直接启动，因此，过载能力和启动性能不在需要过多考虑，而要解决的关键问题是如何改善电动机对非正弦波电源的适应能力。方式一般如下：

1) 尽可能的减小定子和转子电阻。

减小定子电阻即可降低基波铜耗，以弥补高次谐波引起的铜耗增

2) 为抑制电流中的高次谐波，需适当增加电动机的电感。但转子槽漏抗较大其集肤效应也大，高次谐波铜耗也增大。因此，电动机漏抗的大小要兼顾到整个调速范围内阻抗匹配的合理性。

3) 变频电动机的主磁路一般设计成不饱和状态，一是考虑高次谐波会加深磁路饱和，二是考虑在低频时，为了提高输出转矩而适当提高变频器的输出电压。

## 2、结构设计

在结构设计时，主要也是考虑非正弦电源特性对变频电机的绝缘结构、振动、噪声冷却方式等方面的影响，一般注意以下问题：

1) 绝缘等级，一般为F级或更高，加强对地绝缘和线匝绝缘强度，特别要考虑绝缘耐冲击电压的能力。

2) 对电机的振动、噪声问题，要充分考虑电动机构件及整体的刚性，尽力提高其固有频率，以避免与各次力波产生共振现象。

3) 冷却方式：一般采用强迫通风冷却，即主电机散热风扇采用独立的电机驱动。

4) 防止轴电流措施，对容量超过160KW电动机应采用轴承绝缘措施。主要是易产生磁路不对称，也会产生轴电流，当其他高频分量所产生的电流结合一起作用时，轴电流将大为增加，从而导致轴承损坏，所以一般要采取绝缘措施。

5) 对恒功率变频电动机，当转速超过3000/min时，应采用耐高温的特殊润滑脂，以补偿轴承的温度升高。

# • 无刷直流电机（BLDCM）原理

- 1、定子绕组为三相对称星形接法，与三相异步电动机很相似。
- 2、转子采用高磁能积的稀土钕铁硼永磁材料（Nd-Fe-B）。
- 3、在电动机内装有位置传感器以检测转子的极性（目的是决定换向）。
- 4、电动机需配有专用的驱动器它由功率电子器件和集成电路构成。功能是：
  - （1）接受启动、停止、制动信号，以控制电动机的启动、停止和制动；
  - （2）接受位置传感器信号和正反转信号，用来控制逆变桥各功率管的通断，产生连续转矩；
  - （3）接受速度指令和速度反馈信号，用来控制和调整转速；提供保护和显示等等。

## • 无刷直流电动机的主要特点

- 1、**高效率**：转子上既无铜耗也无铁耗，其效率比同容量异步电动机提高**5%-12%**。
- 2、**功率因子高**：无需吸取激磁电流，功率因子接近**1**。
- 3、**启动转矩大，启动电流小**：无刷直流电动机的机械特性和调节特性与有刷直流电动机特性类似，所以它的启动转矩大，启动电流小，调节范围宽，但没有因电刷换向器引起的缺点，电子换向取代了机械换向。
- 4、**电动机出力高**：该电动机的体积和最高工作转速相同时，较异步电动机输出功率提高**30%**。
- 5、**适应性强**：电源电压偏离额定值**+10%或-15%**，环境温度相差**40K**以及负载转矩从**0—100%**额定转矩波动时，无刷直流电动机的实际转速与设定转速的稳态偏差，不大于设定转速**±1%**。

6、无刷直流电动机是一种自控式调速系统，它无需像普通同步电动机那样需要启动绕组；在负载突变时，不会产生振荡和失步。

7、无刷直流电动机具有直流电动机特性、交流异步电动机的结构。

8、无刷直流电动机适合长期低速运转、频繁启动的场合，这是变频调速器拖动Y系列电动机不可能实现的。

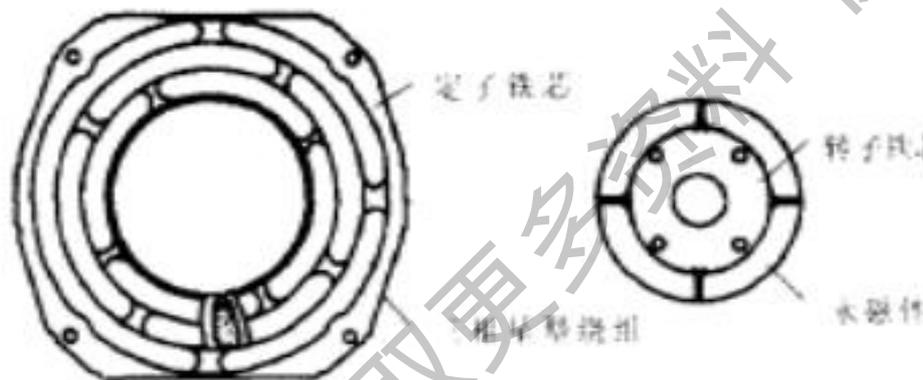


图1 直流无刷电机示意图

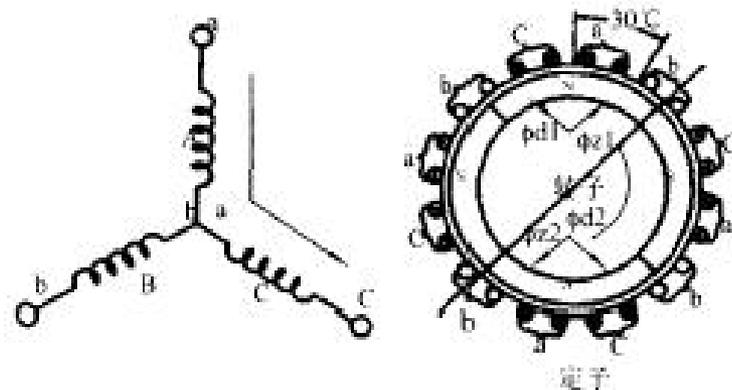


图2 直流无刷电机转动分析示意图

# ●控制原理

输入220V交流电——

310V直流电（整流和滤波）——供给功率模块控制电机。

高频变压器——

15V开关电源——驱

动模块。5V线性电源——单片机（Atmega8）。

控制的工作原理：上电——多点控制单元（MUC）对电压、电流、温度检测——检测外部控制频率——输出信号给控制驱动模块——控制UVW三相使电机转过一定角度——位置检测确定转子的角度——输出信号控制换向保证电机的转矩。

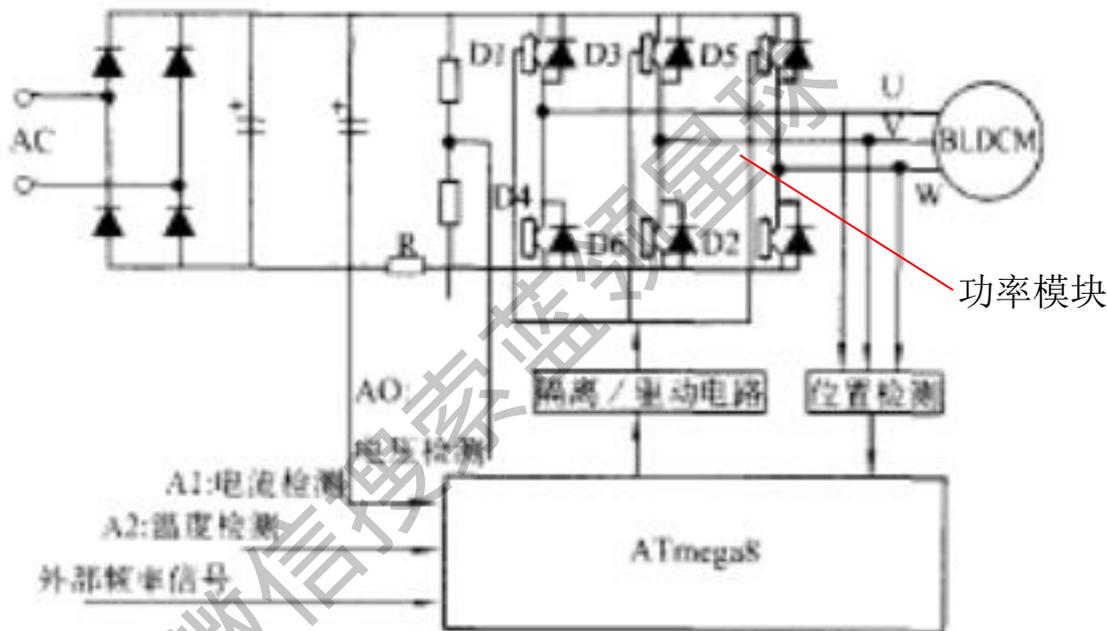


图3 控制器原理图

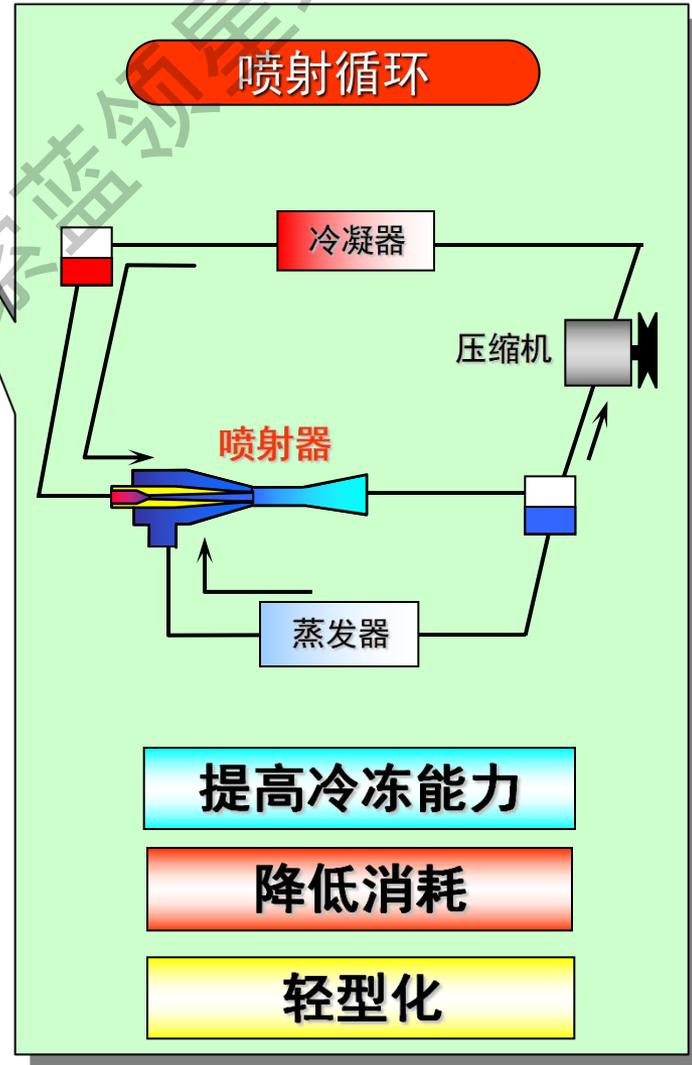
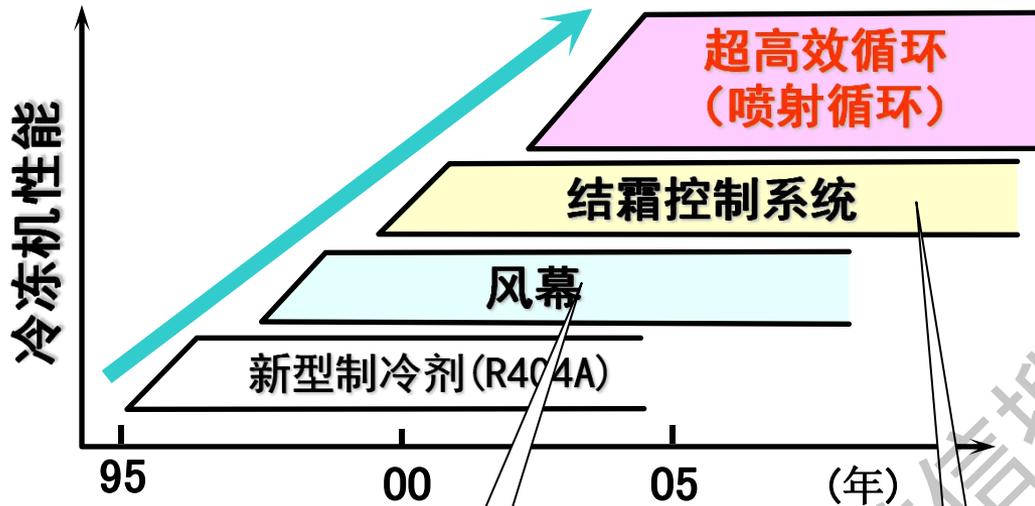
# 喷射循环冷冻机



获取更多资料

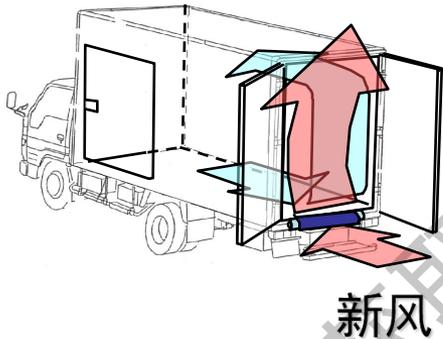
微信搜索 蓝领星球

# 冷冻机性能的提高



## 风幕

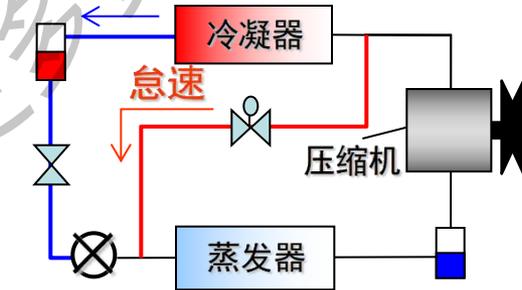
降低仓门开启时的袭入热量



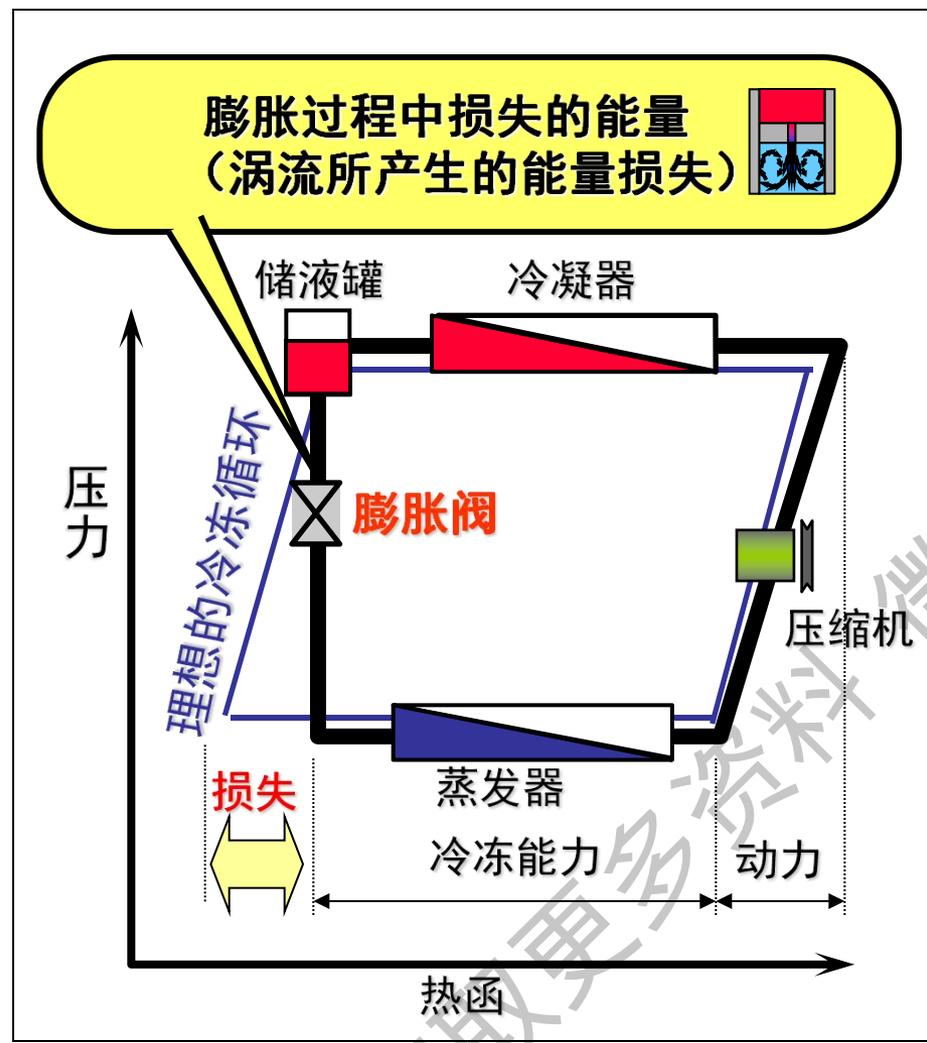
## 零动力除霜

利用高低压力差，在怠速状态下进行零动力除霜

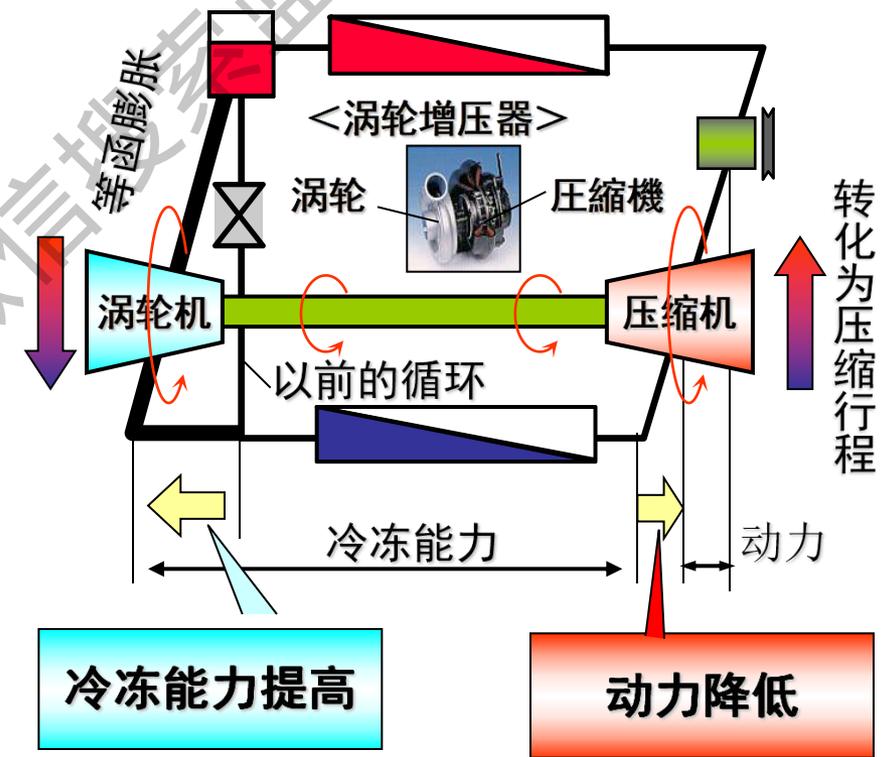
行驶



# 冷冻循环的高效化

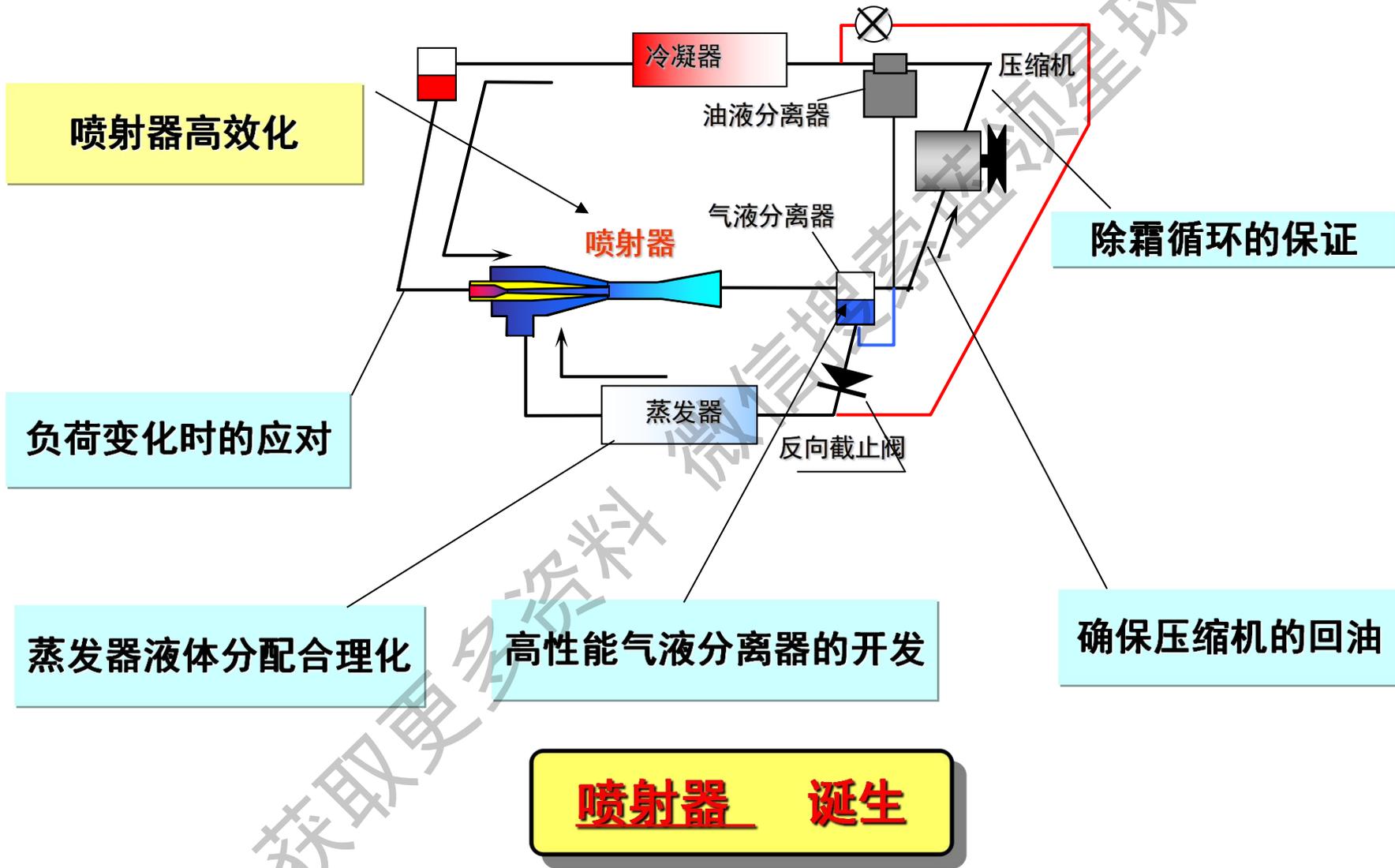


**膨胀过程中损失能量的动力回收**



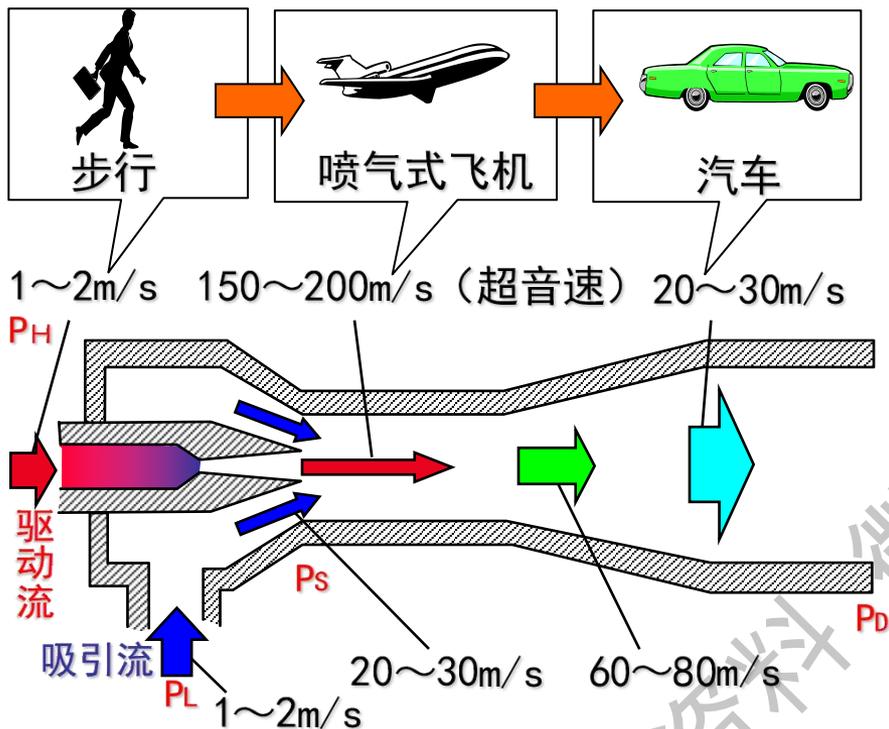
**膨胀过程中损失能量的动力回收**

# 喷射循环的主要课题



# 实现喷射高效化需做的工作

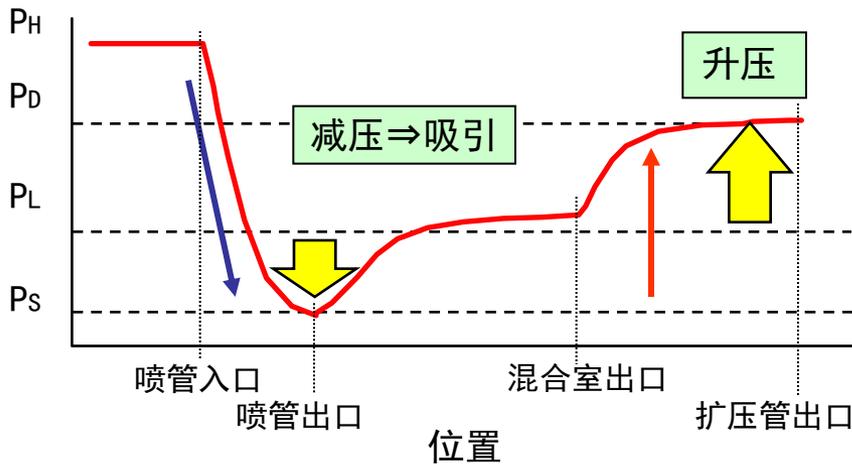
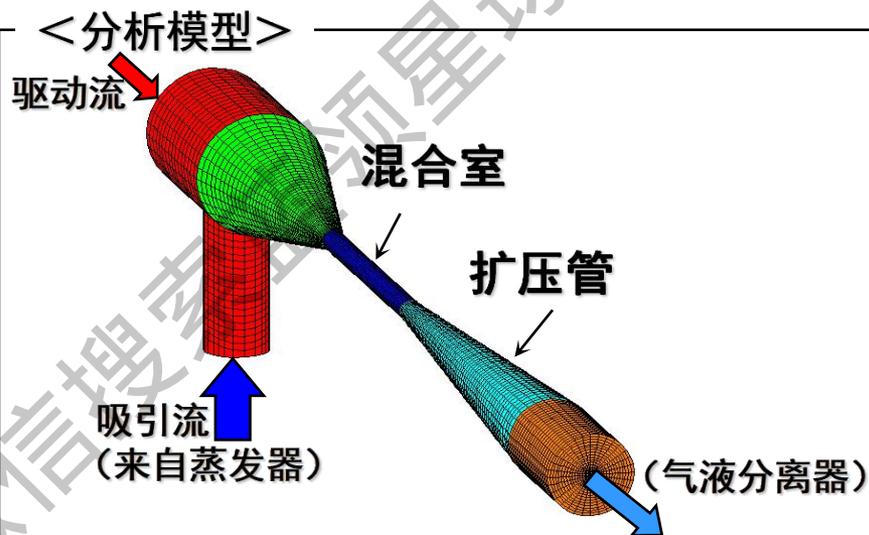
## <二相流（液态+气态）喷射器>



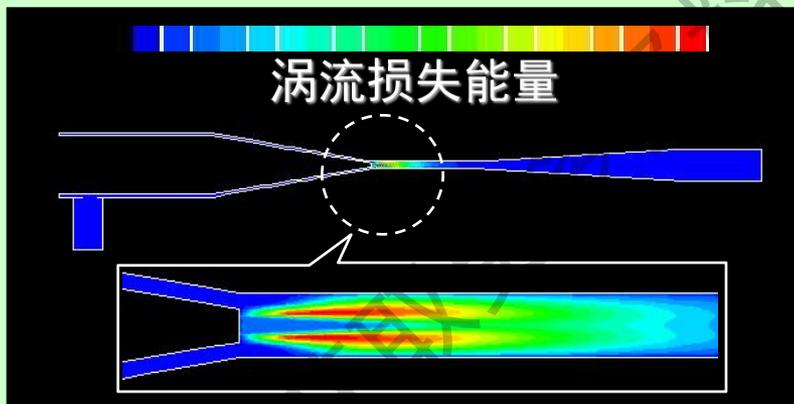
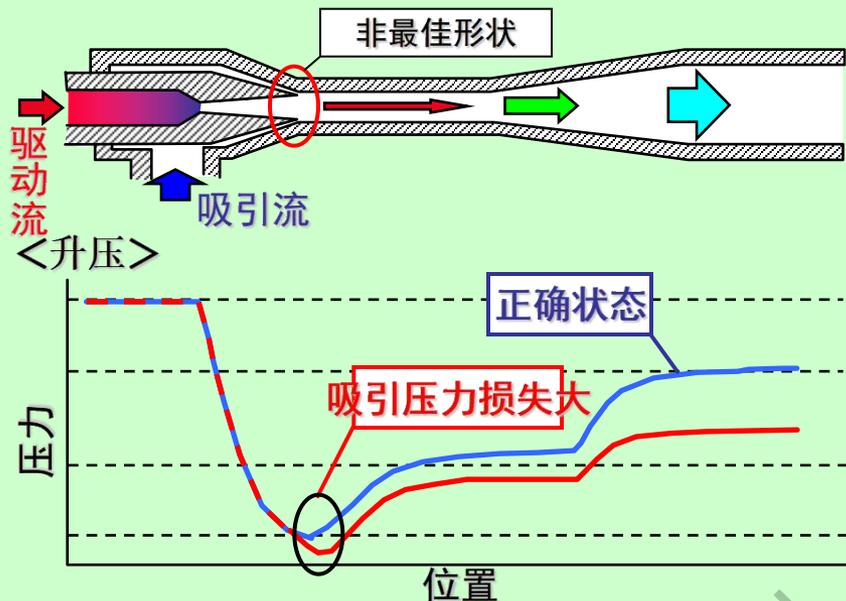
喷管：短距离急速减压（流速增大）

混合室，扩压管：短距离混合、升压（流速降低）

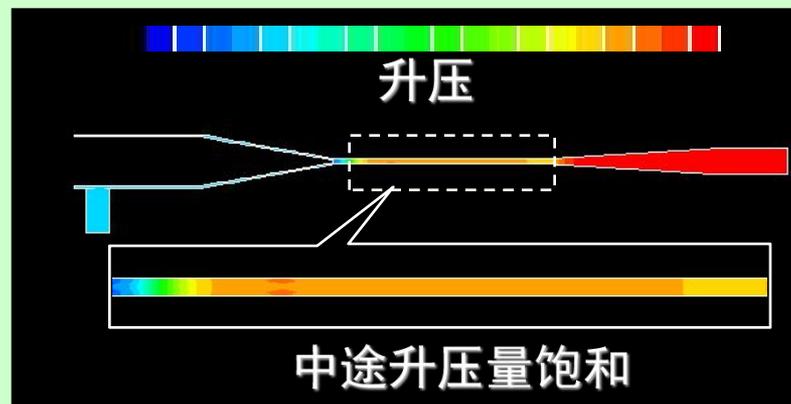
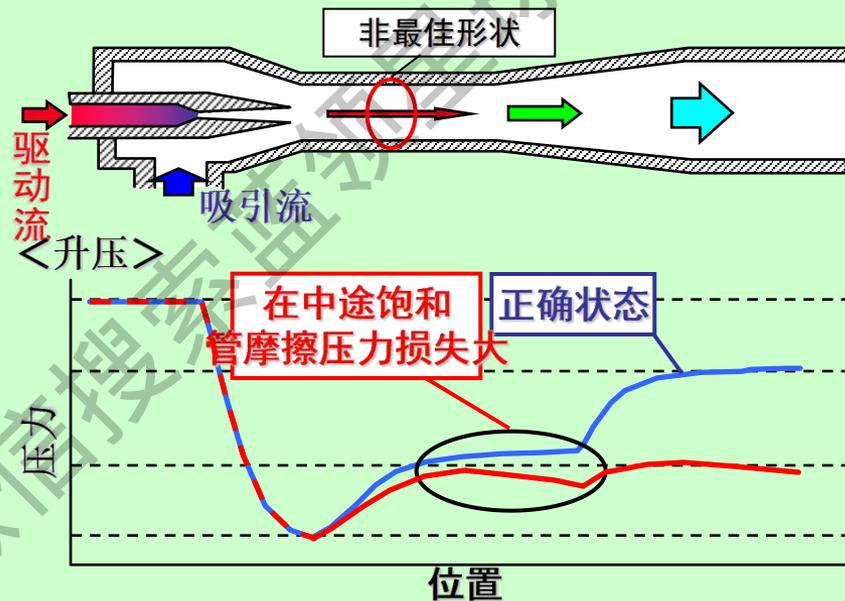
## <数据剖析>



## 驱动流和吸引流的混合导致涡流损失



## 管内压力损耗



独特的二相流分析

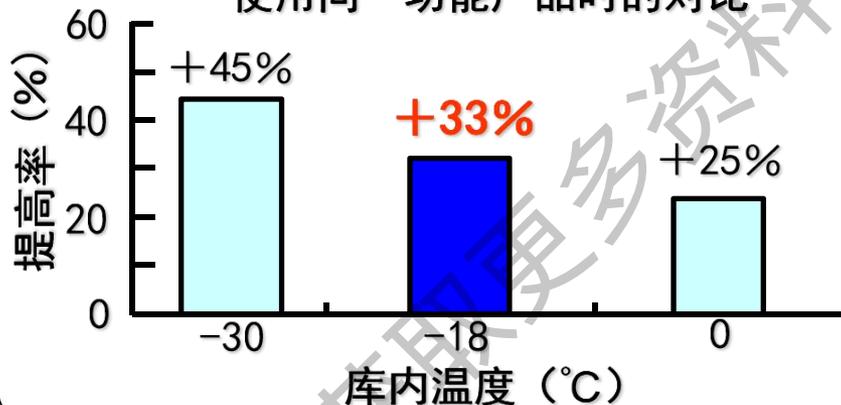
# 喷射循环冷冻机的效果



<JIS规格>

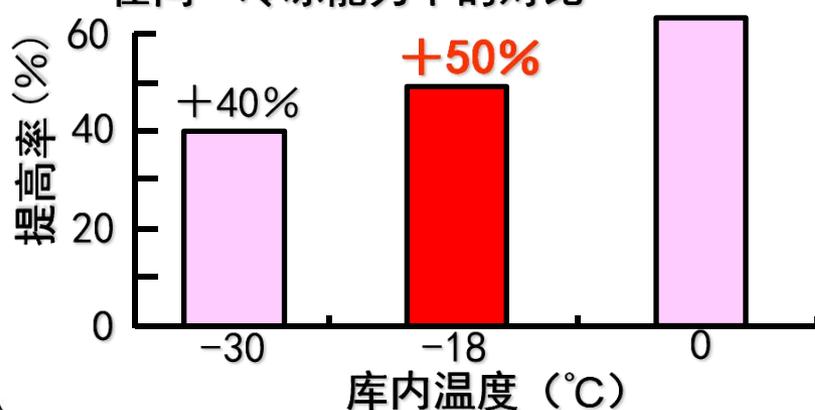
冷冻能力提高率 (比较以前的循环)

使用同一功能产品时的对比



COP提高效果 (比较以前的循环)

在同一冷冻能力下的对比

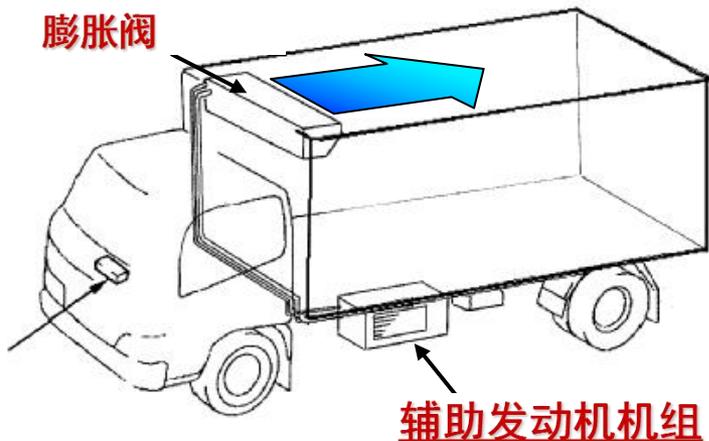


性能显著的冷冻机

# 装载大型冷冻车(10t)的实例

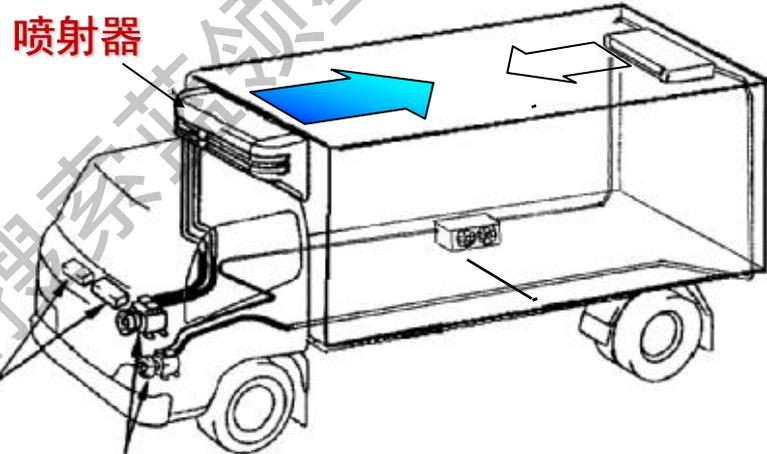
## 常用

独立式



## 喷射器

主发动机直结式(非独立式)

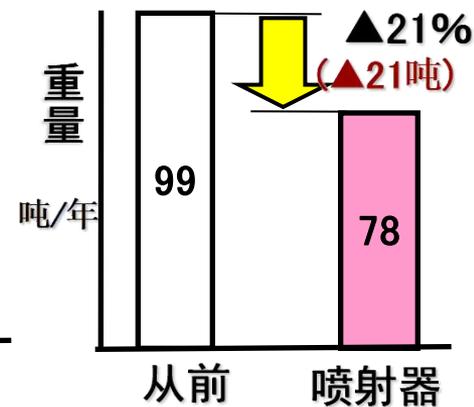
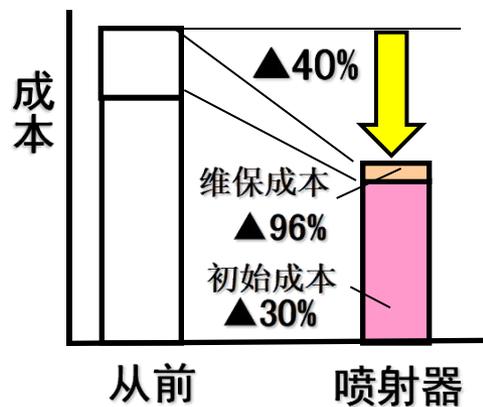
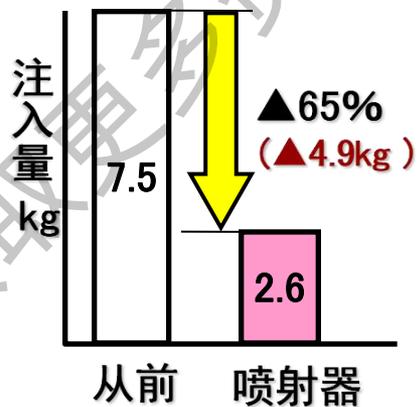
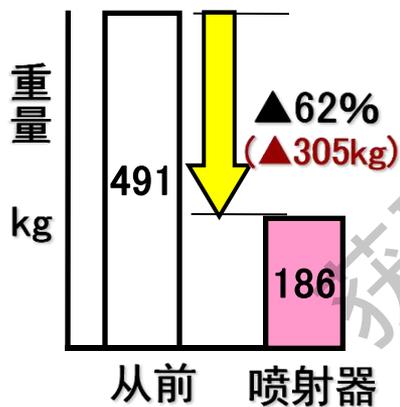


轻型化

省制冷剂

成本降低

CO2排放量



- 1) 将以前膨胀阀式循环流失的膨胀损失能量回收成压缩机动力、使得冷冻性能大幅度提升 以及 节省动力、系统重量减轻 的 喷射循环冷冻机。
- 2) 本技术可完全适用于任何膨胀阀式循环系统、也可装载在家用自然冷媒(CO2)热水供给设备上，作为新型的冷冻循环值得期待

日后则继续探讨研究移植至车用空调，固定空调，冷冻，供水装置上的使用可行性

获取更多资料

# 制冷装置的融霜

- 霜的危害

- (1) 恶化蒸发器的传热。实验表明，在用于冷冻的制冷装置中，当蒸发温度为 $-33^{\circ}\text{C}$ ，被冷却空气温度为 $-23^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为85%的情况下，冷却设备经30小时工作，其换热表面的结霜厚度可以达到6mm，此时霜层的热阻为 $0.043(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$ ，蒸发器的K值减少18.25%。
- (2) 蒸发温度降低，制冷装置的COP减小。由于蒸发器表面结霜，使蒸发器的传热量大幅度减少，作为制冷压缩机也必须调整自己的冷量输出，以保持能量的平衡，其自恒的结果是通过降低蒸发温度减少冷量的输出。由于此时制冷压缩机的功耗变化不大，所以导致效率下降。

- (3) 降温和除湿能力下降。降温和除湿依靠制冷装置足够的冷量供给，当蒸发温度降低时必然导致制冷量下降，空气的温、湿度不能保证。另外，蒸发器表面过多的冰霜，也会阻止被冷却空气的正常流动，蒸发器的热湿交换能力大幅度减弱。
- (4) 制冷压缩机发生故障的可能性增加。蒸发器的回气管口径是按正常冷量输出和设计蒸发温度配置的，以保证进入蒸发器的润滑油，在冷媒气体足够流速情况下返回制冷压缩机。由于蒸发器表面的冰霜，导致蒸发温度降低，使得积存其内的润滑油黏度增加，管内的设计冷媒流速不能带回高黏度的润滑油，致使制冷压缩机缺油损坏。

# • 融霜方法和原理

## 1、蒸发器外部电加热方式



## 2、外部的水喷淋方式

## 3、内部的热制冷剂气体加热方式

## 4、外部高压空气除霜

## 3、液体冷媒除霜

获取更多资料

微信搜索 蓝领星球