

# 第一章

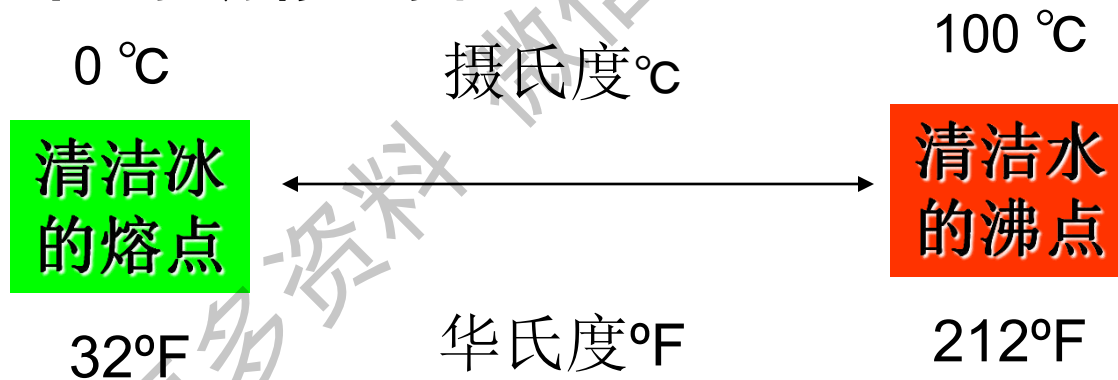
# 热工基础及制冷理论

获取更多资料  
微信搜索 蓝领星球

## 常用术语

**温度**（...基本状态参数）

表示物体冷热程度的量度，是物体内部分子运动平均动能的标记。



摄氏温标（°C）与华氏温标的（°F）关系为： $t_c = 5 \times (t_f - 32) / 9$

摄氏温标（°C）与绝对温标（K）的关系为： $T = t_c + 273.15$

## 压力（...基本状态参数）

在工程上把单位面积上所受的垂直作用力称为压力，物理学上称为压强。

$$P = \frac{F}{S}$$

P: 压力 (Pa)

F: 垂直作用力 (N)

S: 面积 (m<sup>2</sup>)

绝对压力 = 表压 + 当地大气压

## 比容（密度）（...基本状态参数）

单位质量的物质所占有的容积。

$$v = \frac{V}{G}$$

$v$  : 比容 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )

$V$  : 容积 ( $\text{m}^3$ )

$G$  : 质量 ( $\text{kg}$ )



# 热力学名词

## 热能

是物质分子运动的动能，是能量的一种形式。

## 比热

单位质量物质的温度升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  所需要的热量。它是用来衡量单位质量物质温度变化时所吸收或放出的热量，单位： $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{k}$ 。 ，分定容比热和定压比热。

## 功和功率

功率1匹是国标等于735W，乘以空调的热效率一般在3-3.5之间，就是说空调一匹是2205W-2572W，两匹近似5000W，大于他就是大两匹，小于他就是小两匹

获取更多资料 微信搜索 空调五星球

## 热量

表示物体吸热或放热多少的物理量，是物质能量转移时的量度，它包括显热和潜热。

## 显热

物体在加热（或冷却）过程中，温度升高（或降低）所吸收（或放出）的热量，可以用温度计测量物体的温度变化。

$$Q=GC(t_1-t_2)$$

Q: 显热, kJ       $t_1$ 、 $t_2$  比热物质的初温和终温, k

G: 物质质量, kg      C: 物质的比热 kJ/(kg.k)

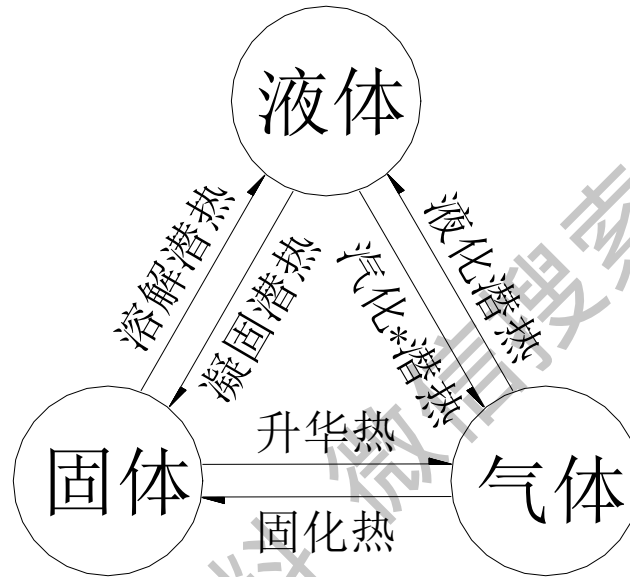
## 潜热

单位质量物质在形态完全发生变化时，从外界吸收或放出的热量，此过程中温度不发生变化，因此不可以用温度计测量潜热。包括溶解热、凝固热、汽化热（蒸发热）、液化热（凝结热）。

主要物质的潜热（1个大气压）

物质名称	熔点 $^{\circ}\text{C}$	溶解热 $\text{kJ/kg}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$	汽化热 $\text{kJ/kg}$
冰（水）	0	333.5	100	2256
酒精	-117	100.5	35	858
氟里昂12	-158	--	-29.8	167
氟里昂22	-160	--	-40.8	234

# 物质的状态变化



\*汽化有2种形式：蒸发和沸腾

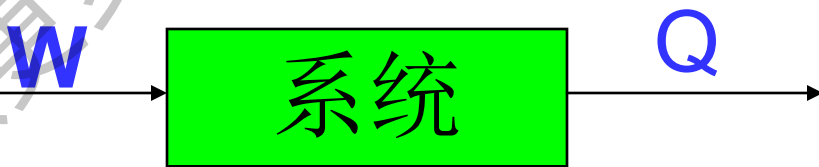
在任何温度下，液体的外露表面的汽化过程称为蒸发；

在一定的温度（沸点）下，液体内部和表面同时发生的剧烈汽化过程成为沸腾。

# 热力学定律

## 热力学第一定律

在任何发生能量转换的过程中，转换前后的能量的总量维持恒定。在制冷技术中，它可确定制冷循环中各种能量在转换过程中的数值，制冷系统与外界的能量交换的主要形式是做功和热量传递。如图



$$W=Q$$

## 内能和焓

当施加外力对气体进行压缩时，它从外界得到压缩功，根据热力学第一定律，气体将得到外界能量输入，这种能量会贮存在气体内部称为内能。

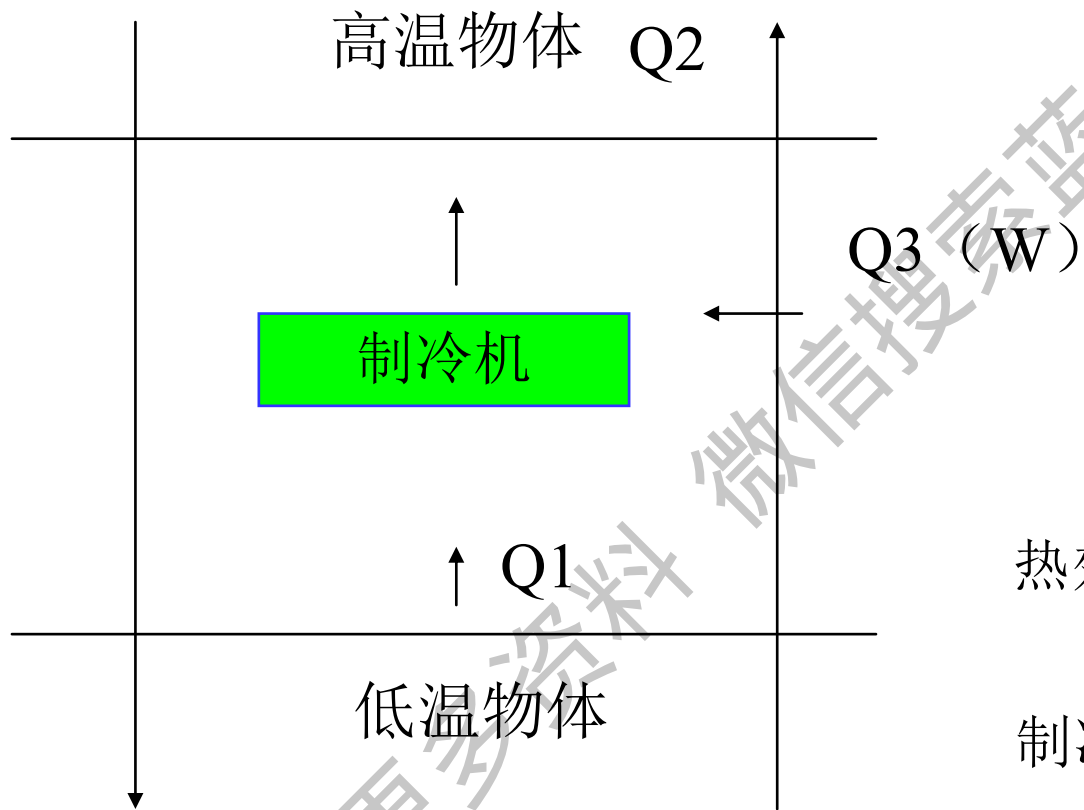
物质的内能和推动功之和称为焓。焓也是状态参数。

内能和焓都不能直接测量，只能用其相对值。制冷工程中一般假定 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的饱和液体的焓为 $200\text{ kJ/kg}$ 。其它状态的焓值因此可以确定。

## 热力学第二定律

- ①不可能把热量从低温物体传至高温物体而不需要附加条件。
- ②不可能从单一热源取热量使之变为有用功而不产生影响。
- ③不可能制造出一种机器在循环动作中把一重物提升而使一热库冷却。





热效率:  $Q/W$

制冷系数:  $Q/W$

$$Q_2 = Q_1 + Q_3$$

能效比就是一台空调用一千瓦的电能产生多少千瓦的制冷/热量。分为制冷能效比EER和制热能效比COP。

例如:

一台空调的制冷量是4800W，制冷功率是1860W，制冷能效比(EER)是： $4800 / 1860 \approx 2.6$ ；制热量5500W，制热功率是1800W，制热能效比COP(辅助加热不开)是： $5500 / 1800 \approx 3.1$ 。显然，能效比越大，空调效率就越高，空调也就越省电。

而电暖气的制热，完全是一个能量转换，能效比就是1。当然是空调省电，而且还是数倍的省电。

# 制冷方法与应用

## 制冷方法

**蒸汽压缩式制冷**：利用物质的气液状态变化产生制冷效应；

**吸收式制冷**：低温下使液体蒸发制冷，包括溴化锂吸收式制冷，氨吸收式制冷，蒸汽喷射式制冷，吸附式制冷等，前者一般只能产生 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上的低温；

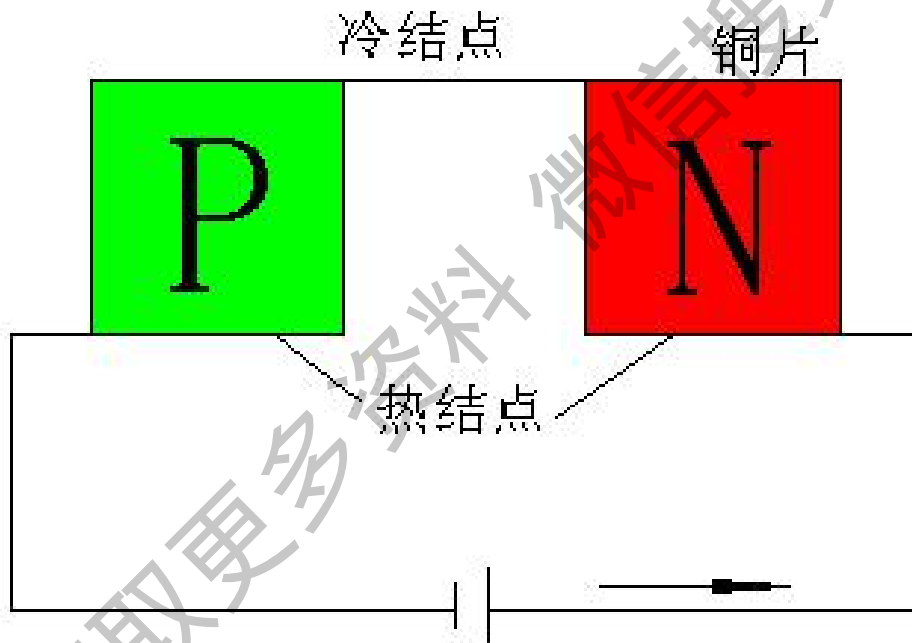
**空气膨胀制冷**：利用气体节流产生的效应制冷，可用于飞机机舱冷却；

**热电制冷**：利用Peltier效应（珀尔帖）的一种制冷方式；

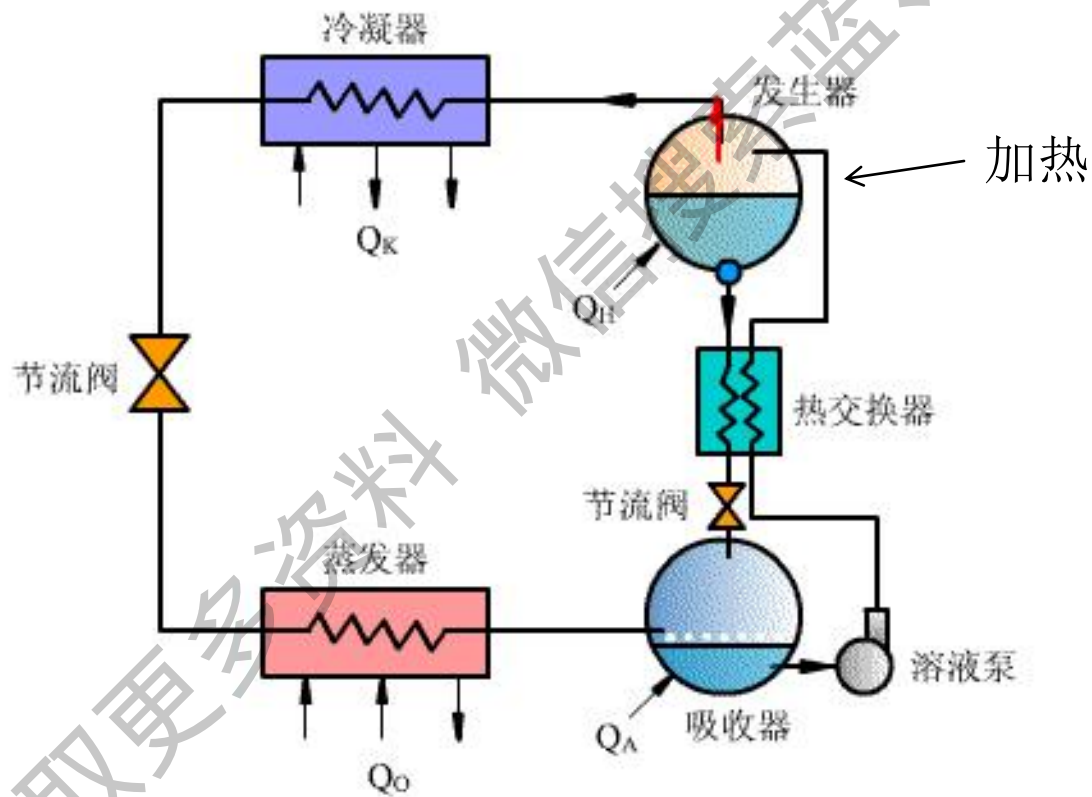
**涡流管制冷**：利用压缩气体产生涡流并分离成冷、热两部分，利用冷气流来制冷；

# 几种典型制冷方式原理

## 1、热电式制冷原理



## 2、吸收式制冷原理



吸收式制冷系统

## 吸收式制冷循环的工作过程

(1) 利用工作热源（如水蒸气、热水及燃气等）在发生器中加热由溶液泵从吸收器输送来的具有一定浓度的溶液，并使溶液中的大部分低沸点制冷剂蒸发出来。

(2) 制冷剂蒸气进入冷凝器中，又被冷却介质冷凝成制冷剂液体，再经节流器降压到蒸发压力。

(3) 制冷剂经节流进入蒸发器中，吸收被冷却系统中的热量而激化成蒸发压力下的制冷剂蒸气。

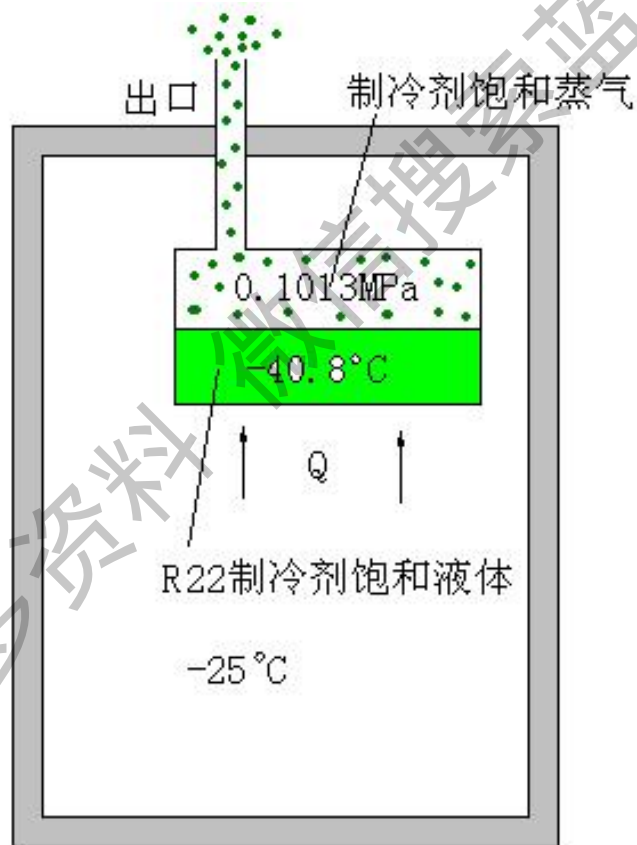
(4) 在发生器A中经发生过程剩余的溶液（高沸点的吸收剂以及少量未蒸发的制冷剂）经吸收剂节流器降到蒸发压力进入吸收器中，与从蒸发器出来的低压制冷剂蒸气相混合，并吸收低压制冷剂蒸气并恢复到原来的浓度。

(5) 吸收过程往往是一个放热过程，故需在吸收器中用冷却水来冷却混合溶液。在吸收器中恢复了浓度的溶液又经溶液泵升压后送入发生器中继续循环。

# 制冷的应用

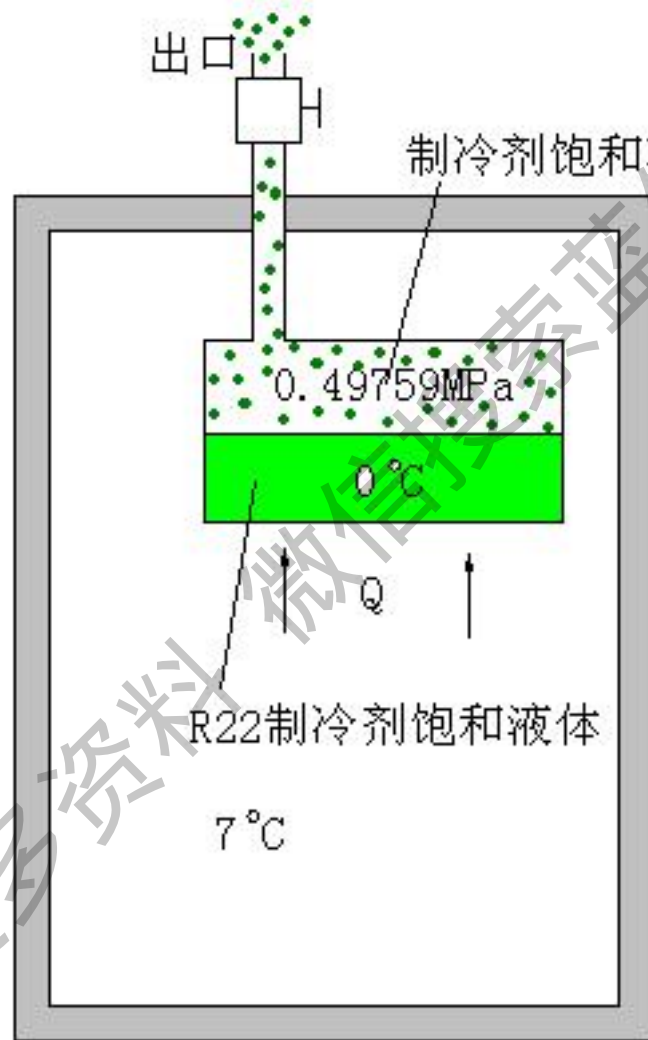
- 浆冷冻干燥
- 医疗研究：血
- 结工作
- 产业：地基冻
- 空气调节
- 制冰
- 鲜、运输
- 食品：冷藏保

# 蒸汽压缩式制冷原理

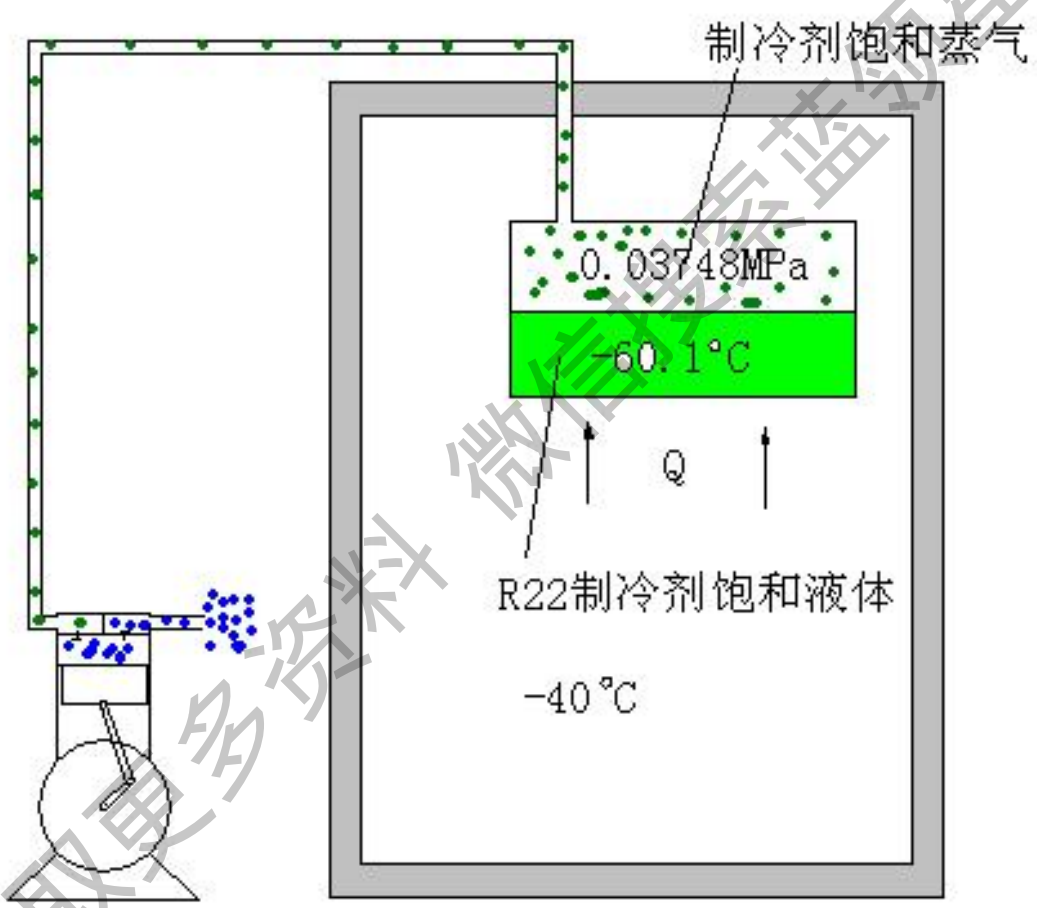


获取更多资料

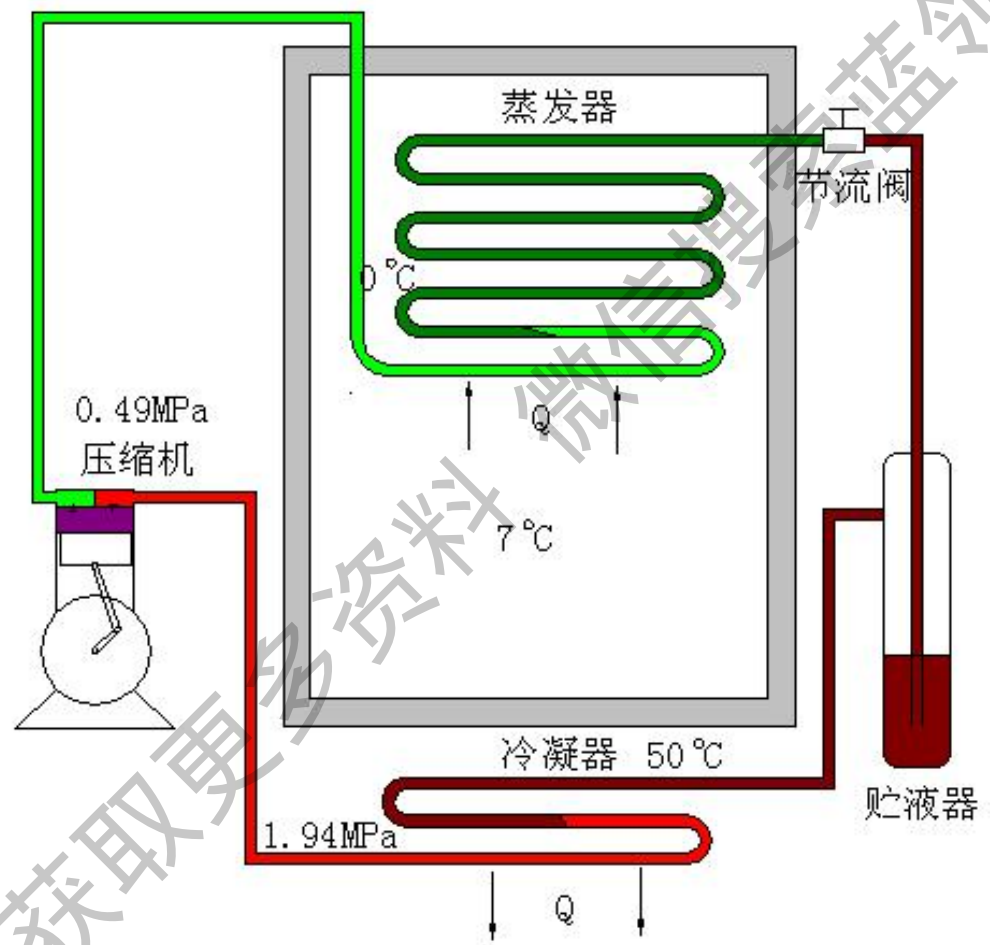




获取更多资料 微信: 资料星球



获取更多资料 微信公号：蓝星地球



空调

0.49MPa  
压缩机

蒸发器

0°C

节流阀

7°C

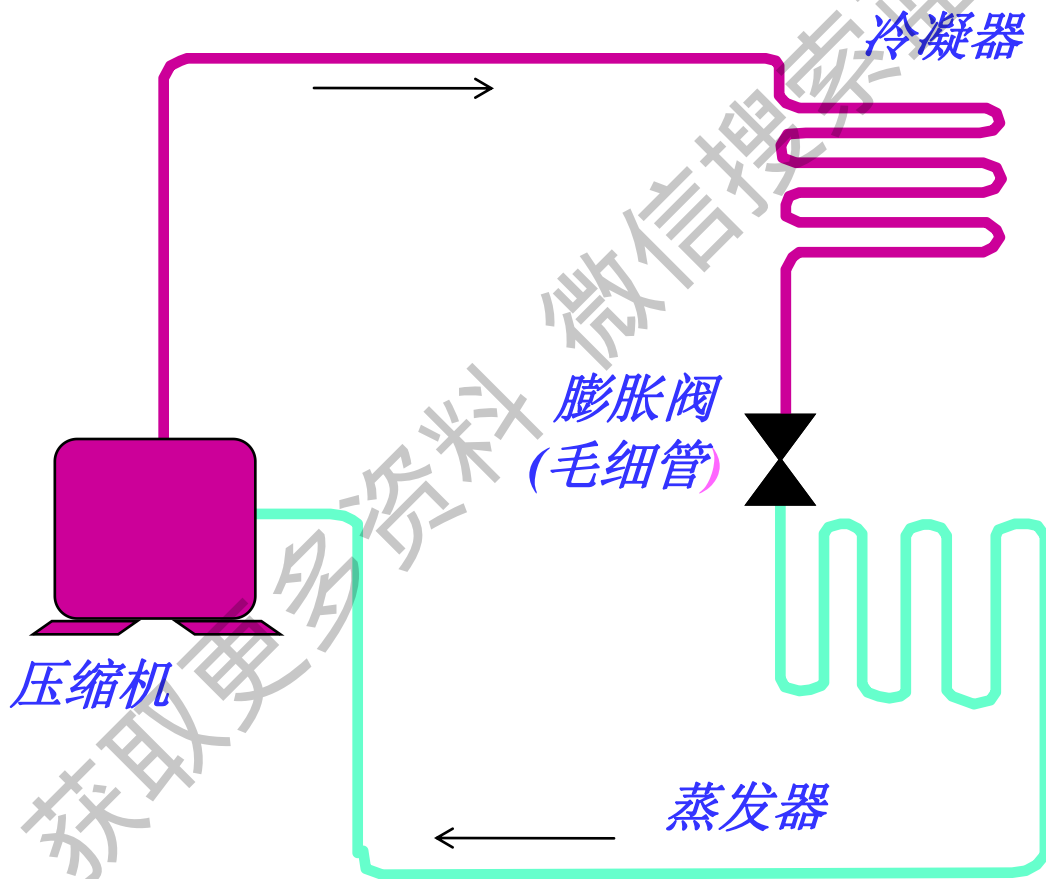
冷凝器 50°C

贮液器

1.94MPa

获取更多资料

# 蒸汽压缩式制冷简图



# 制冷剂

**制冷剂**：在制冷系统中能产生状态变化并能传递热量的物质，也称制冷工质。如：氨（ $\text{NH}_3$ ）和氟里昂（R12、R22等）

- 单位制冷量所需功率小。
- 蒸汽和液体的密度小。
- 蒸汽的绝热指数小。
- 蒸发热大，蒸汽比热大，液体比热小。
- 临界温度高于常温，凝固点低。
- 蒸发压力大于大气压，并且冷凝压力低，压缩比小。

物理性能要求

# 化学性能要求

- 在温度变化的条件下，不发生分解。
- 不与油、水份等发生化学反应。
- 对金属（铜）或非金属（橡胶）等不存在腐蚀性。
- 蒸汽的绝缘等级高。
- 蒸汽和液体的粘度小，流动阻力小。
- 传热性能好。
- 在润滑油中不溶解。
- 无毒或毒性小，不燃烧，不爆炸，使用安全。
- 其它：价格便宜，来源广泛。

## 对制冷剂毒性的评价

- ★ 级数2：在0.5-1%的体积浓度下，20分钟以内造成致命性毒害的。如 $\text{NH}_3$ （R717）。
- ★ 级数5：在20%的体积浓度下，2小时内没有任何毒害的。如 $\text{CHClF}_2$ （R22）。
- ★ 级数6：在20%以上的体积浓度下，20分钟以内没有任何异常现象的。如 $\text{CCL}_2\text{F}_2$ （R12）。

**特别注意：**虽然有些制冷剂的毒性等级低，但由于体积浓度超过30%后，会产生缺氧，使人体受到伤害。

## 制冷剂的命名方法

★无机化合物：统一为R7（ ），括号中为该无机物分子量的整数部分。如NH<sub>3</sub>（R717）、H<sub>2</sub>O（R718）。

★氟里昂和烷烃类：烷烃化合物的分子通式为C<sub>m</sub>H<sub>2m+2</sub>；氟里昂的分子通式为C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>F<sub>x</sub>Cl<sub>y</sub>Br<sub>z</sub>(n+x+y+z=2m+2)，命名为R(m-1)(n+1)(x)B(z)。主要物质命名如下表：

化合物名称	分子式	m,n,x,z值	命名符号
一氟三氯甲烷	CFCl <sub>3</sub>	m=1,n=0,x=1	R11
二氟二氯甲烷	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	m=1,n=0,x=2	R12
二氟一氯甲烷	CHF <sub>2</sub> Cl	m=1,n=1,x=2	R22



★混合工质：共沸混合制冷剂统一为R5（ ），括号中为该物质的命名的先后顺序，从00开始，如最早命名的共沸制冷剂为R500。非共沸混合制冷剂统一为R4（ ），括号中依应用先后在R400序号中顺次地规定其编号，混合制冷剂的组份相同，比例不同，编号数字后接大写字母A、B、C等加以区别。

获取更多资料

## 制冷剂其它命名方式

自从国际保护臭氧层、禁止使用氯氟烃以来，制冷剂可以根据其化学组成进行分类及书写，主要分为4类：CFC、HCFC、HFC、HC。

★CFC氯氟烃 (Chlorofluorocarbon): 不含氢的卤代烃;

★HCFC氢氯氟烃(Hydrogenchlorofluorocarbon): 含氢的卤代烃;

★HFC氢氟烃 (Hydrofluorocarbon): 不含氯的卤代烃;

★HC (Hydrocarbon): 碳氢化合物;

# 部分制冷剂的性质表

制冷剂名称	分子式	分子量	标准沸点 $^{\circ}\text{C}$	凝固温度 $^{\circ}\text{C}$	临界温度 $^{\circ}\text{C}$
R718	$\text{H}_2\text{O}$	18.02	100	0	374.12
R717	$\text{NH}_3$	17.03	-33.35	-77.7	132.4
R12	$\text{CF}_2\text{CL}_2$		$-29.8^{\circ}\text{C}$	$-155^{\circ}\text{C}$	$+111.5^{\circ}\text{C}$
R22	$\text{CHCLF}_2$	86.47	-40.8	-160	96.2
R134a	$\text{CH}_2\text{FCF}_3$	102.03	-26.1	-101.1	101.1
R407C	R32/125/134a	86.20	-43.8	--	87.3
R410A	R32/125	72.58	-51.6	--	72.5

# 新冷媒的特点以及技术课题简介

冷媒名称	R22	R407C (SUVA9000/KLEA66)	R410A (SUVA9100/AZ20)
冷媒成分	HCFC-22	HFC-32/125/134a	HFC-32/125
冷媒组成 (wt%)	100	23/25/52%	50/50%
主要特性		1、非共沸冷媒。2、成分比例随温度变化。3、动作压力与R22近似。	1、近似共沸冷媒。2、动作压力为R22的1.5倍。3、压力损失小。
性能特性 (与R22比较)	100	制冷量: 100.2-100.7 COP:97-98	制冷量: 138-142 COP:89-93
最佳系统匹配COP	100	90-99	94-101
臭氧破坏系数CFC11=1	0.055	0	0
地球温暖化系数CO <sub>2</sub> =1	1900	1980	2340
可燃性	无	无	无
开发中的技术课题		1、新冷冻油的开发 (润滑性、相容性、杂质容忍性)。2、热交换效率的改善 (温度梯度等)。3、制造工序, 零部件的杂质管理。	1、新冷冻油的开发 (润滑性、相容性、杂质容忍性)。2、热交换效率的改善 (温度梯度等)。3、机械零部件的耐压措施。4、制造设备的耐压措施。

# 第二章

# 传热学基础知识

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

**导热**: 热量从温度高的物体传递给温度低的物体的过程。

$$Q = F \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = F \frac{\lambda}{\delta} \Delta t$$

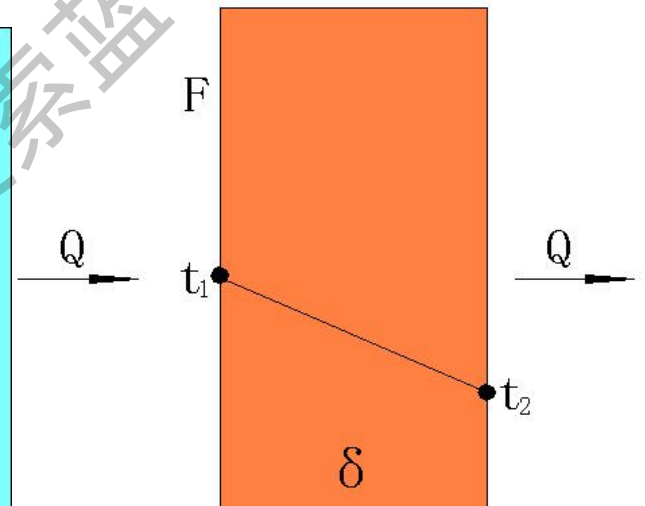
其中:  $Q$ --导热热流,  $\text{kJ/h}$ ;

$F$ --面积,  $\text{m}^2$ ;

$\lambda$ --平壁的导热系数,  $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{k})$ ;

$\delta$ --平壁厚度,  $\text{m}$ ;

$\Delta t = t_1 - t_2$ --温差,  $\text{k}$ 。



常见材料的导热系数  $\lambda$  ( $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{k})$ )

材料	$\lambda$	材料	$\lambda$
铜	1386	发泡塑料	0.03
新霜层	0.38	空气	0.08
老霜层	1.76	水	2.14

**对流:** 流体与固体表面接触时由于流体本身的运动而引起的传热过程，或流体内部因各部分的温度不同而发生流体运动所引起的传热过程。

$$Q = \alpha F \Delta t$$

其中：Q—对流热流，kJ/h；F—放热面积，m<sup>2</sup>；  
α—对流换热的放热系数，kJ/(m<sup>2</sup>·h·k)；Δt—温差，k；

常见流体的放热系数 α (kJ/(m<sup>2</sup>·h·k))

液体和状态	α	液体和状态	α
气体（静止）	4~20	液体（流动）	200~1000
气体（流动）	10~50	冷凝面	1600
液体（静止）	70~300	蒸发面	1700

**辐射**: 物体以辐射或吸收的方式进行的换热过程，物体的辐射换热与温度及物体本身的性质有关。

$$Q = \alpha_r F \Delta t$$

其中：Q—辐射热流，kj/h；F—放热面积，m<sup>2</sup>；  
 $\alpha_r$ —辐射放热系数，kj/(m<sup>2</sup>·h·k)； $\Delta t$ —辐射物体间温差，k；



# 传热基本方程（平壁传热）

(1) 热流体对平壁对流放热的热量为

$$Q = \alpha_1 F (t_1 - t_2)$$

(2) 平壁导热的热量为

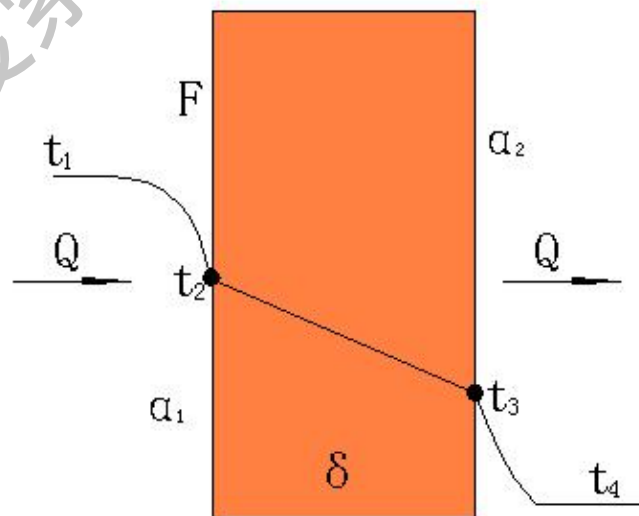
$$Q = \frac{\lambda}{\delta} F (t_2 - t_3)$$

(3) 由冷壁面向冷流体的对  
流放热的热量为

$$Q = \alpha_2 F (t_3 - t_4)$$

总方程

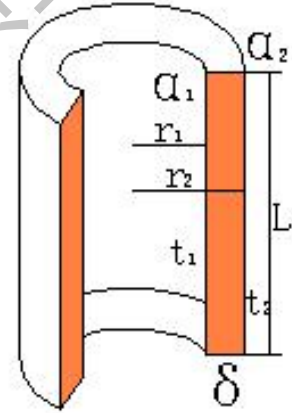
$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} F (t_1 - t_4)$$



## 传热基本方程（光滑圆管传热）

$$Q = \frac{2\pi l (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} \ln \frac{r_1}{r_2} + \frac{1}{\alpha_2 r_2}}$$

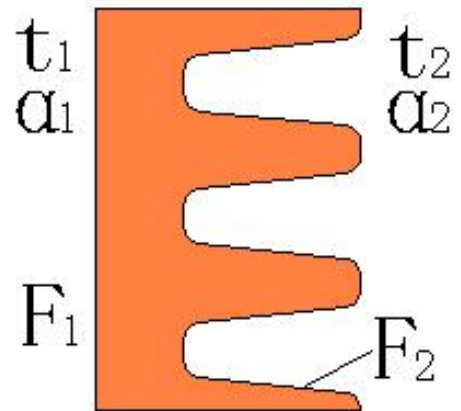
其中：Q—传热量，kj/h；L—圆管长度，m；  
 $t_1$ 、 $t_2$ —热流体和冷流体的温度，℃；  
 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ —热流体和冷流体的放热系数，kj/m<sup>2</sup>·h·k；  
 $r_1$ 、 $r_2$ —圆管的内外半径，m；



## 传热基本方程（肋片管传热）

$$Q = \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 F_1} + \frac{\delta}{\lambda F_1} + \frac{1}{\alpha_2 F_2}}$$

其中：Q—肋片管传热量，kj/h；  
 $t_1$ 、 $t_2$ —热流体和冷流体的温度，℃；  
 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ —光滑面、肋面的放热系数，kj/m<sup>2</sup>·h·k；  
 $F_1$ 、 $F_2$ —光滑面、肋面表面积，m<sup>2</sup>；  
 $\delta$ —壁厚m； $\lambda$ —壁的导热系数，kj/(m·h·k)。



# 平均温差的计算

(1) 算术平均温差：当两种流体进出口温差相差不大时，可采用算术平均温差。

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}$$

$\Delta t_1$  -- 入口温差, °C;

$\Delta t_2$  -- 出口温差, °C;

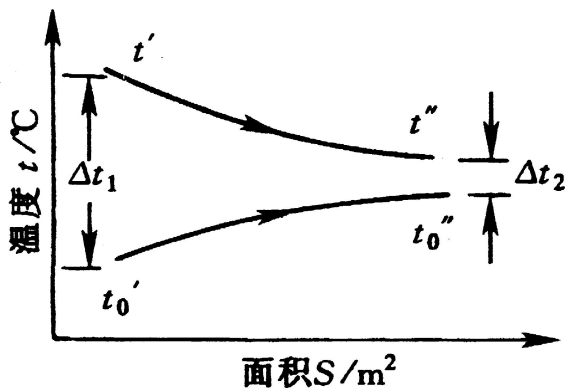
(2) 对数平均温差：当两种流体进出口温差相差较大时，必须采用对数平均温差。

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{2.3 \log \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

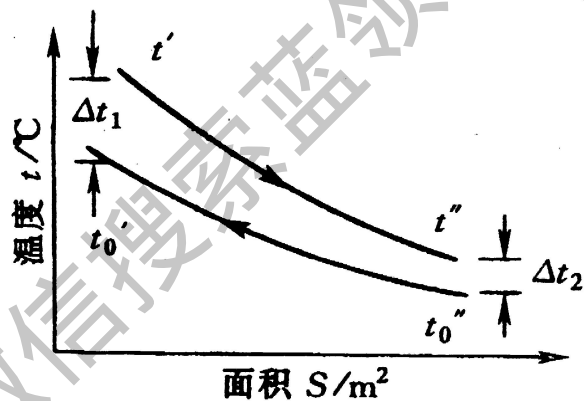
$\Delta t_1$  -- 入口温差, °C;

$\Delta t_2$  -- 出口温差, °C;

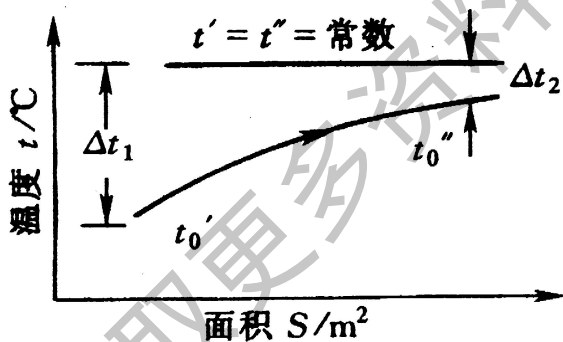
# 制冷工程中的几种温度变化形式



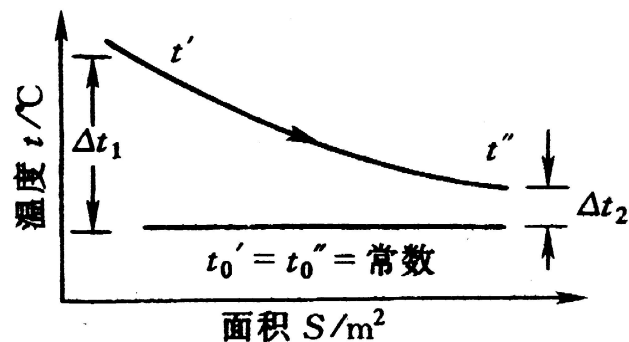
(a) 顺流



(b) 逆流



(c) 放热介质温度不变



(d) 吸热介质温度不变

# 第三章

# 空气状态与空调理论

获取更多资料  
微信搜索蓝领星球

# 空气的组成及状态参数

## 一、空气的组成及湿空气

地球周围的空气称为大气，它包含有氮、氧、氩、二氧化碳和水蒸气等多种气体成分，另外还有尘埃等污染杂质。干空气和水蒸气的混合物叫湿空气，简称空气。

干空气的标准成分

成分气体 (分子式)	成分体积 %	分子量	成分气体 (分子式)	成分体积 %	分子量
氮气 (N <sub>2</sub> )	78.084	28.013	氦 (He)	0.000524	4.0026
氧气 (O <sub>2</sub> )	20.9476	31.9988	氪 (Kr)	0.000114	83.80
氩气 (Ar)	0.934	39.934	氢 (H <sub>2</sub> )	0.00005	2.01594
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	0.0341	44.0099	甲烷 (CH <sub>4</sub> )	0.00015	16.0430
氖 (Ne)	0.001818	21.183	.....		

## 二、湿空气的状态参数

### (1) 湿空气压力和水蒸气分压力

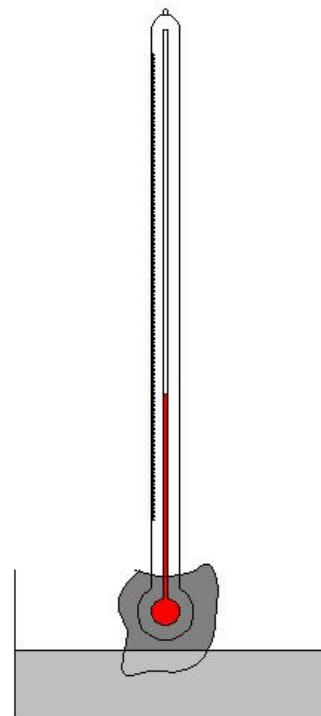
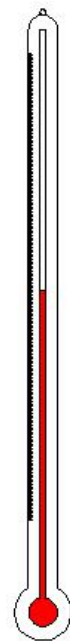
湿空气压力：即大气压力。

水蒸气分压力：

### (2) 湿空气的温度

干球温度：

湿球温度：



- 饱和空气：
- 非饱和空气：
- 过饱和空气：
- 露点温度：简称露点
- **(3) 空气湿度**
- 含湿量又称比湿。
- 绝对湿度：
- 相对湿度



## (4) 空气的比容（密度）

## (5) 空气焓值

空气的焓值：指空气含有的总热量，通常以干空气的单位质量为基准，它等于1kg干空气的焓值与  $(d/1000)$  kg水蒸气焓值之和。

$$i = 1.01t + (2500 + 1.84t) \times \frac{d}{1000} \quad (\text{kJ/kg干空气})$$

其中：i—空气的焓值，kJ/kg；

t—空气的温度，℃； d—空气的含湿量，g/kg；

1.01—干空气的平均定压比热，kJ/(kg·k)；

1.84—水蒸气的平均定压比热，kJ/(kg·k)；

2500—0℃时水的汽化潜热，kJ/kg；

# 空气的焓湿图与应用

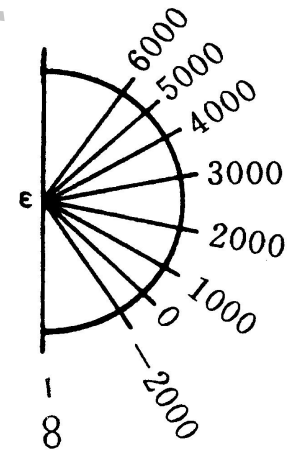
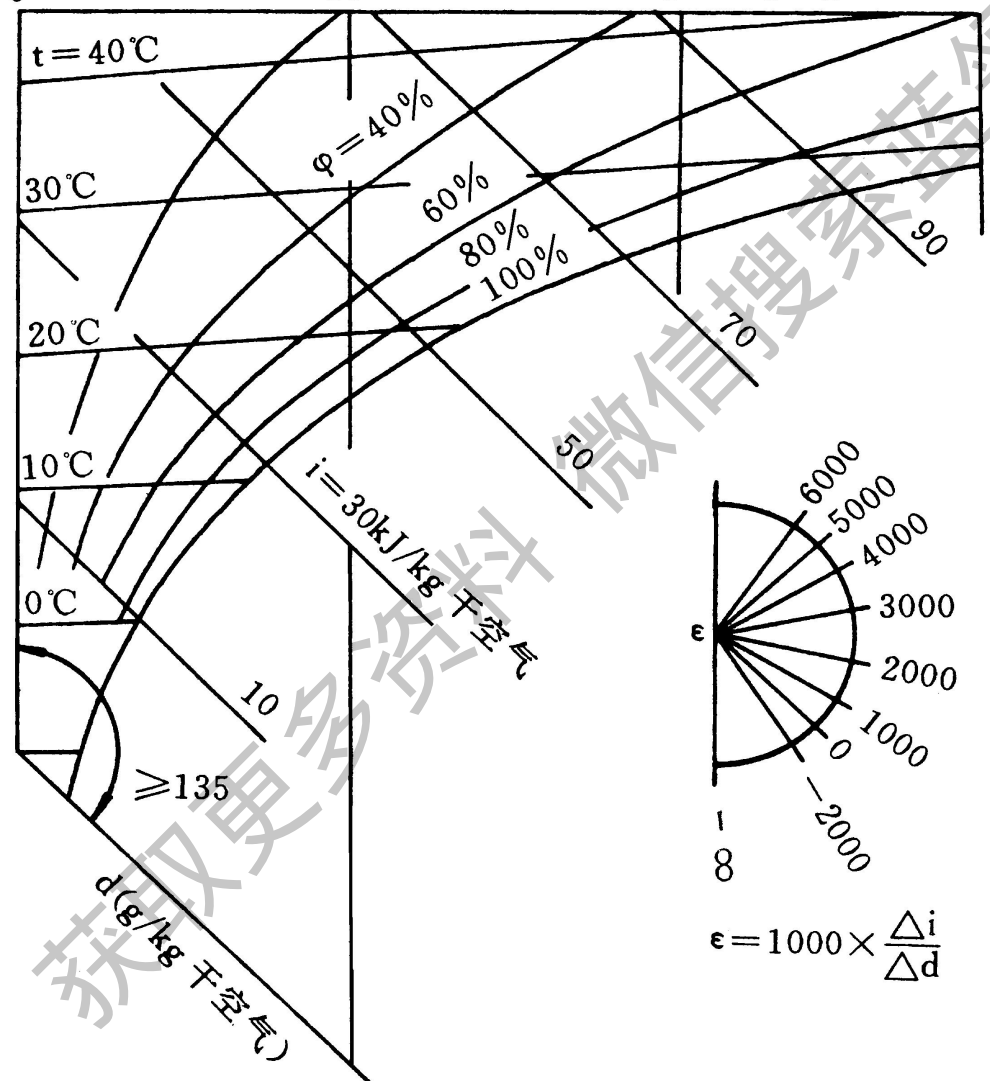
## 一、焓湿图的构成

在工程中，为简化计算，将空气的状态参数制成图，即焓湿图，应用此图能比较全面而简洁地反映出空气的状态参数及其变化过程。

焓湿图主要由**等焓线**、**等含湿量线**、**等温度线**、**等相对湿度线**、**等水蒸气分压力线**、**等热湿比线**六组定值线构成。

0 10 20 30  $P_s (10 \times \text{Pa})$

0 10 20  $d (\text{g/kg 干空气})$

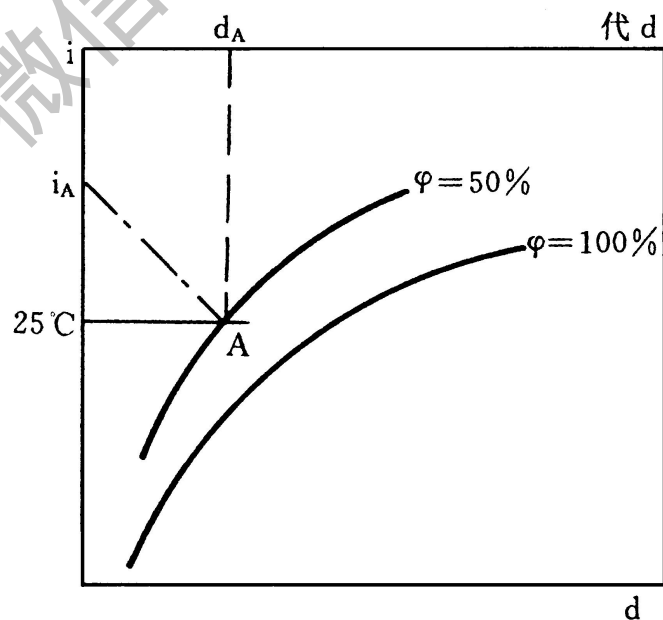


$$\epsilon = 1000 \times \frac{\Delta i}{\Delta d}$$

## 二、空气焓湿图的应用

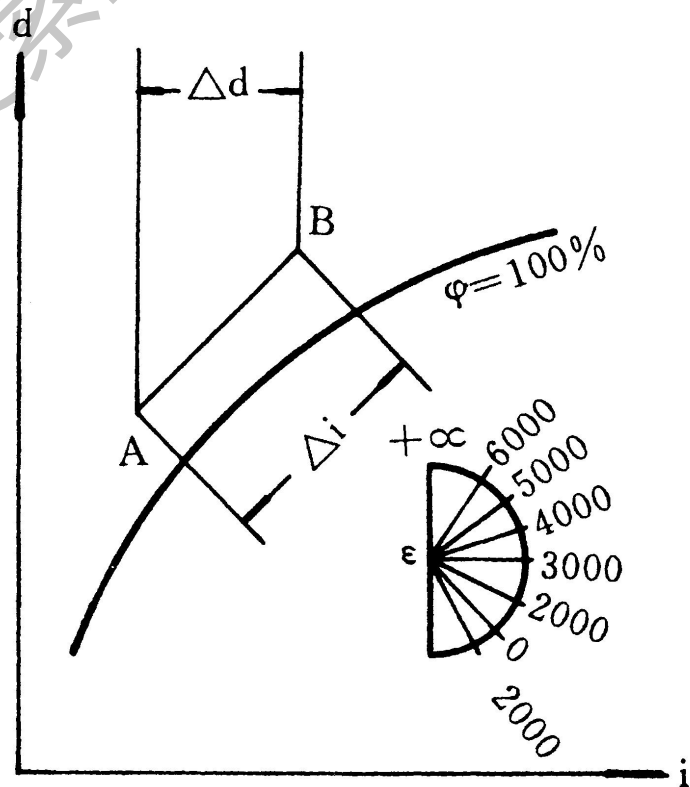
(1) 确定空气的状态参数：在焓湿图中，任意一个点代表空气的一个状态，只要知道焓值、含湿量、干球温度、相对湿度四个参数中的任意两个，就可以在焓湿图中确定其它参数。

例1：已知大气压力1013.25mbar，室内空气的温度为25°C，相对湿度50%。求空气的焓值和含湿量。



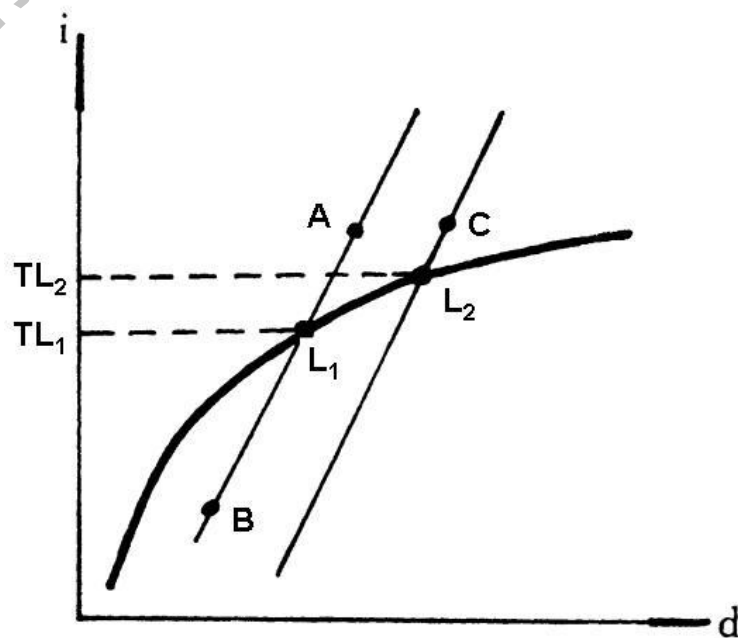
(2) 反映空气状态变化过程：空气在被加热、冷却、加湿或除湿时，空气从一种状态变到另一状态，在焓湿图中，可以用一个点代表空气的某一状态，用无数个点连成一条直线来表示空气从一个状态到另一状态的变化过程。

例2：空气原来状态为A，质量为Gkg，当加入热量Qkj、加入水蒸气量Wkg后，空气状态变为B，连接A、B点，直线AB即表示空气从状态A到B的变化过程。其中 $\Delta i = i_b - i_a = Q/G$ ， $\Delta d = d_b - d_a = 1000W/G$ 。空气状态变化前后焓差 $\Delta i$ 和含湿量 $\Delta d$ 的比值称为空气状态变化过程的热湿比。当焓增加（减少），含湿量不变时，热湿比为正（负）无穷大时，该过程为等湿过程；当焓值不变，仅含湿量变化时，该过程为等焓过程。



(3) 确定空气的露点：在一定的大气压下，保持含湿量不变，将未饱和的空气冷却，当温度下降到该空气成为饱和状态时，若温度再继续下降，则空气中的一部分水蒸气就要以结露的形式从空气中分离出来。使空气开始结露的临界温度称为露点温度。

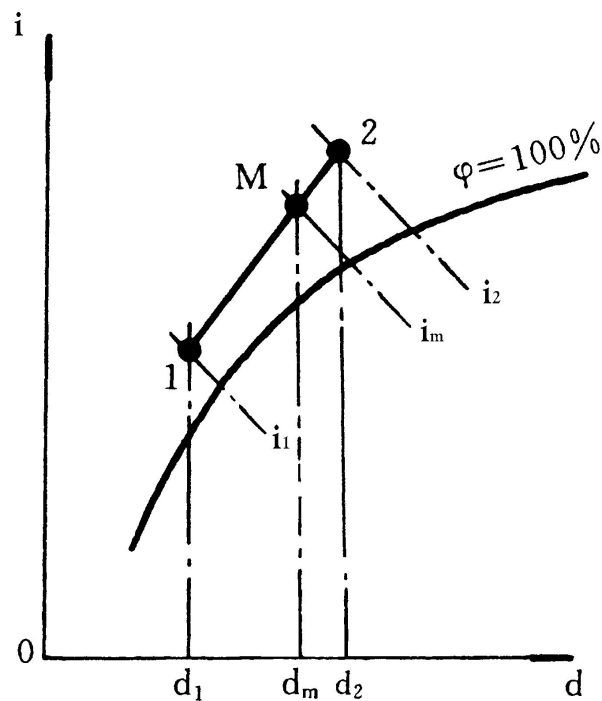
例3：假定空气状态为A，通过A点向下作等湿线，它与 $\phi=100\%$ 的饱和线的交点L，即为状态A空气的露点，其相应温度即为状态A空气的露点温度；显然，相同含湿量的不同状态的空气的露点温度相同。而不同含湿量状态的空气露点温度不同，含湿量越高，露点温度越高。



(4) 确定两种不同状态空气的混合状态：在空调系统中，通常利用空调房间的一部分空气作为回风，与室外新风空气混合，两种不同状态空气混合后的状态参数，可以运用焓湿图确定。

如图所示，混合状态点M与状态点1的连线1M与M点与2的连线M2具有相同的热湿比。混合点M必定在两初始状态的连线上，与两状态的空气质量无关。

混合点M将12线段分成两段，两段长度同参与混合的两种空气的质量成反比。



# 空调房间的热湿负荷

## 一、空调器的热湿负荷来源

- (1) 外界渗入热：由于外界温度与空调空间温度不一样，通过建筑物的围护结构（屋顶、墙、门窗等）传入室内的热量。
- (2) 人体热：室内人员为维持正常的体温而散出的热量。
- (3) 设备热：室内机电设备散发的热量，近似等于它们的总功率。
- (4) 照明热：室内照明灯具的散热，近似等于它们的总功率。



## 二、空调器的冷负荷速算法

家用空调器冷量与使用面积速查表

空调器冷量 (W)	2000-3500	4000-6500	7000-8000	8000-9000	9000-10000
居住室面积 (m <sup>2</sup> )	15-25	30-45	40-55	60-70	65-85
计算机房面积 (m <sup>2</sup> )	15-20	30-40	30-45	45-50	50-60
旅馆客房面积 (m <sup>2</sup> )	15-25	25-30	30-45	45-50	50-65
餐厅面积 (m <sup>2</sup> )	10-15	20-25	25-30	30-35	35-40
商场面积 (m <sup>2</sup> )	20-25	25-30	30-40	40-45	45-50
办公室面积 (m <sup>2</sup> )	15-20	30-40	35-45	45-50	50-60

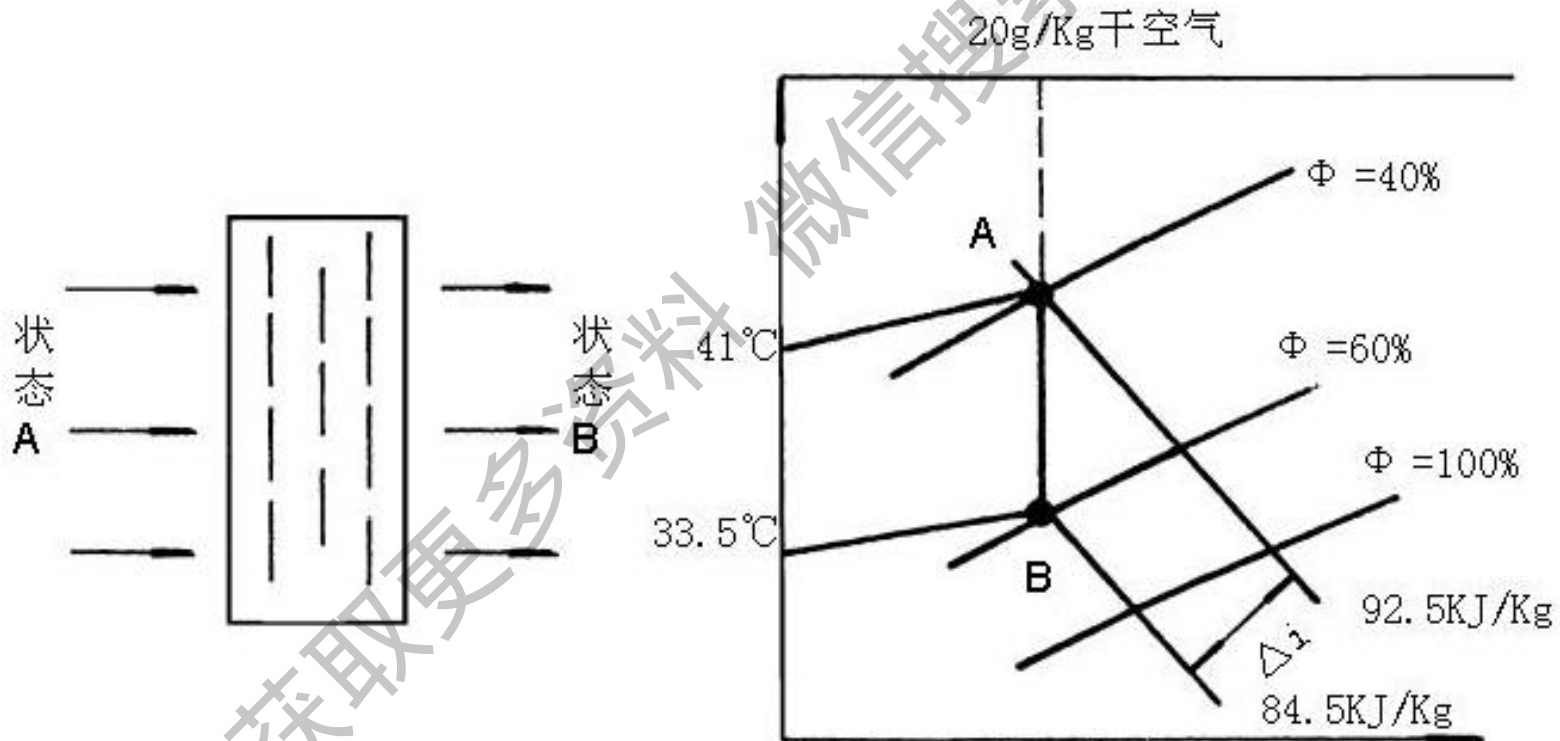
可根据建筑的类别、房间集中与分散的程度、空调的安装条件及经费等选择空调设备。房间比较分散的可选择局部式空调系统，如窗式、壁挂式、落地式等，房间比较集中的，又具备安装条件的，可选择中央空调系统。

### 三、空调器的热负荷估算

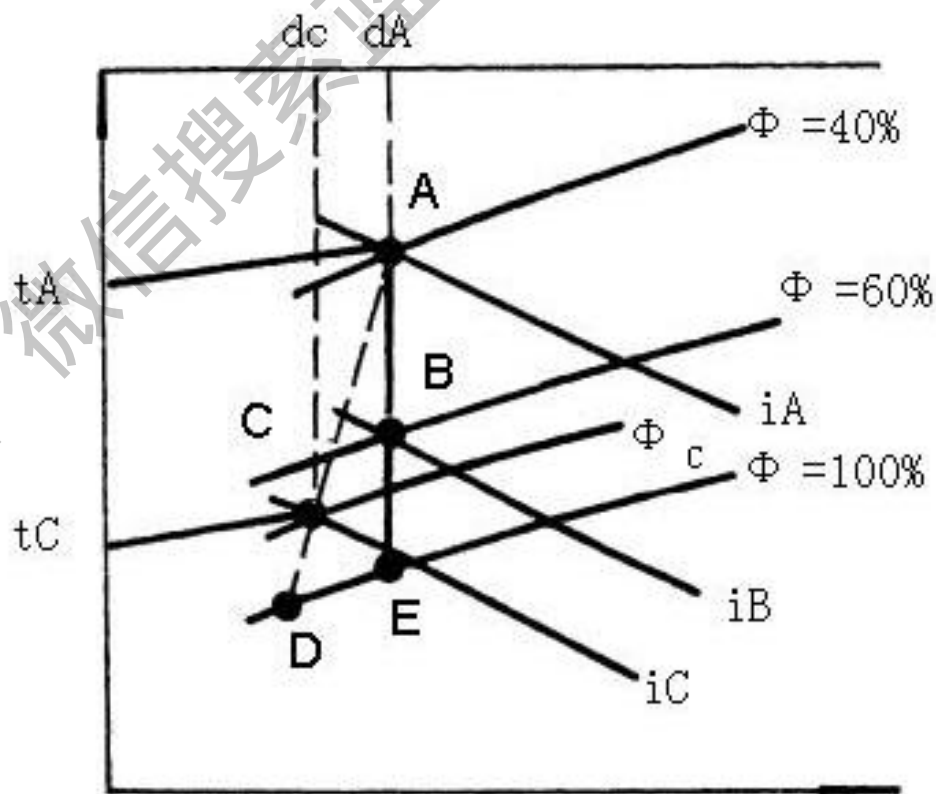
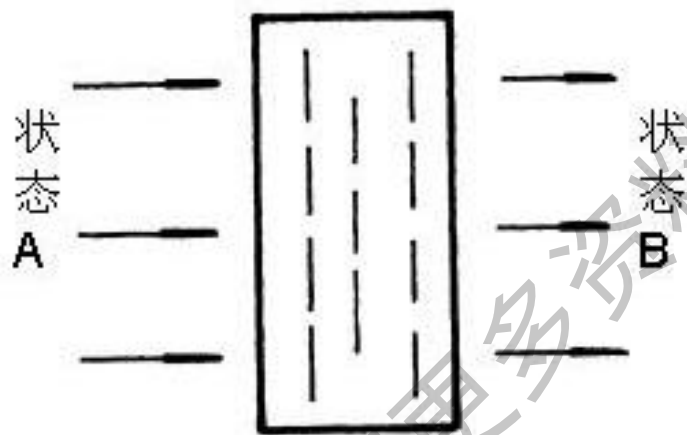
在长江以南，用户可以用热泵空调器在冬季进行采暖，因为冬季的室外气温大多在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上，热泵空调还可以发挥制热功能，大约负荷为 $210\text{w}/\text{m}^2$ 。在长江以北地区，冬季利用热泵空调器取暖效果较差。建议使用具有辅助电加热功能的热泵空调或暖气供热。

# 空调器中空气的处理方法与过程

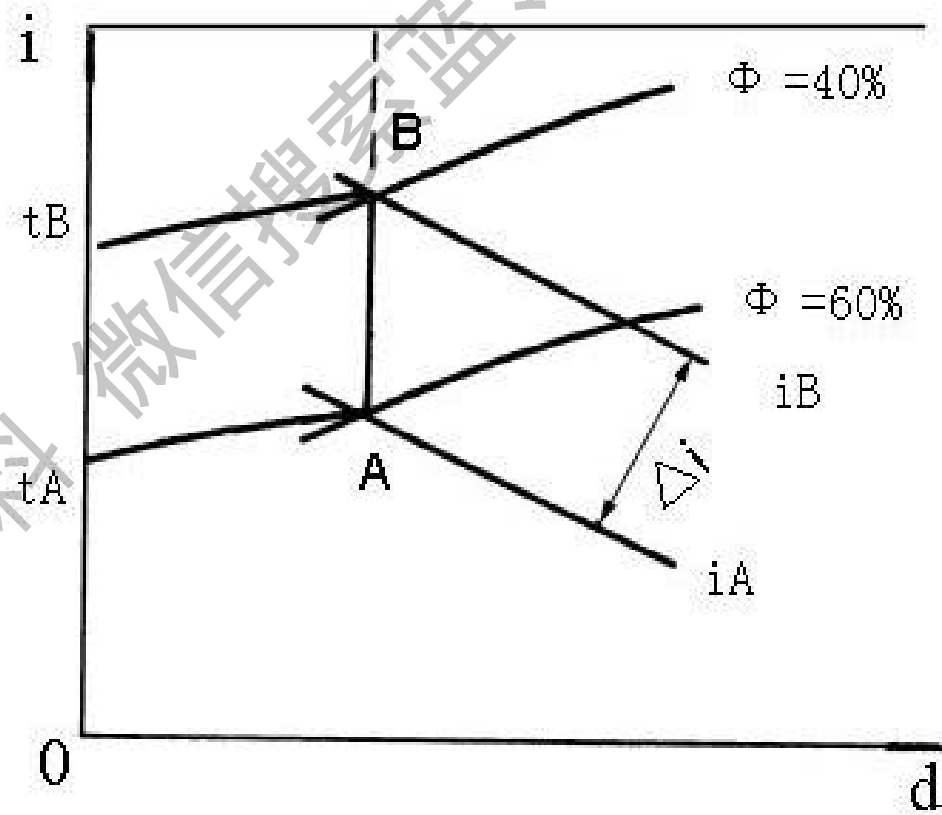
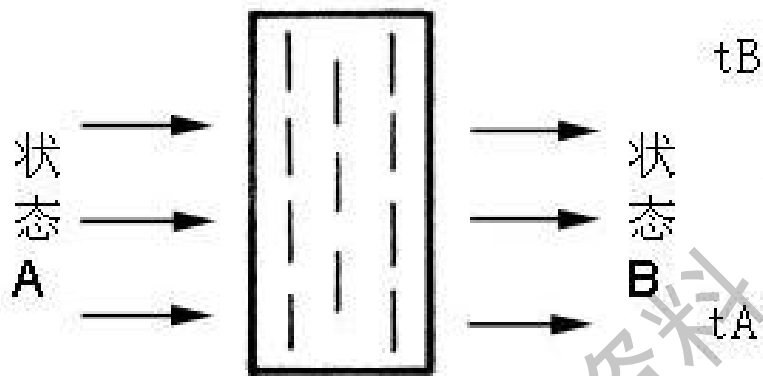
## 一、空气的冷却过程（等湿冷却）



## 二、空气的冷却过程（减湿冷却）



### 三、空气的加热



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 四、空气的喷水加湿和蒸气加湿

空气的喷水加湿和蒸气加湿一般在大型中央空调系统中运用，家用空调器一般不具有此功能。

## 五、空气的净化过程

所有空调器都有净化空气的功能，房间空调器只使用空气过滤网除去较大的灰尘，而专业的净化空调采用初、中、高效过滤器达到净化的目的。

近来，家用空调器还装有除异味（臭味、烟味等）的过滤网（活性炭），除灰尘的电子集尘器（可除去更小的灰尘微粒、花粉或霉菌等）等。其部件一般都可拆卸清洗（光再生）等，并可重复使用。

空气清洁装置应定期清洗，否则，由于风道堵塞会影响到制冷效果。

**防霉过滤网**：以过滤除尘为目的，采用PP纤维、超细聚丙烯纤维等材料制成，风阻小，容尘量大，易于清洗，寿命长。

**催化系列过滤器**：利用催化技术，在常温条件下，将有害气体（甲醛、氨气等）分解转化为无害气体，分为光触媒和冷触媒等种类；具有净化速度快、效果好，净化效果持久，寿命长。

**电子集尘器**：采用针板或线板结构形式，用电源提供的高压进行放电；辅以其它净化方式，真正有效除去空气中的烟雾、粉尘、微粒等，提高居室的空气质量。

# 第四章

## 家用空调器的结构 及零部件



# 窗式空调器

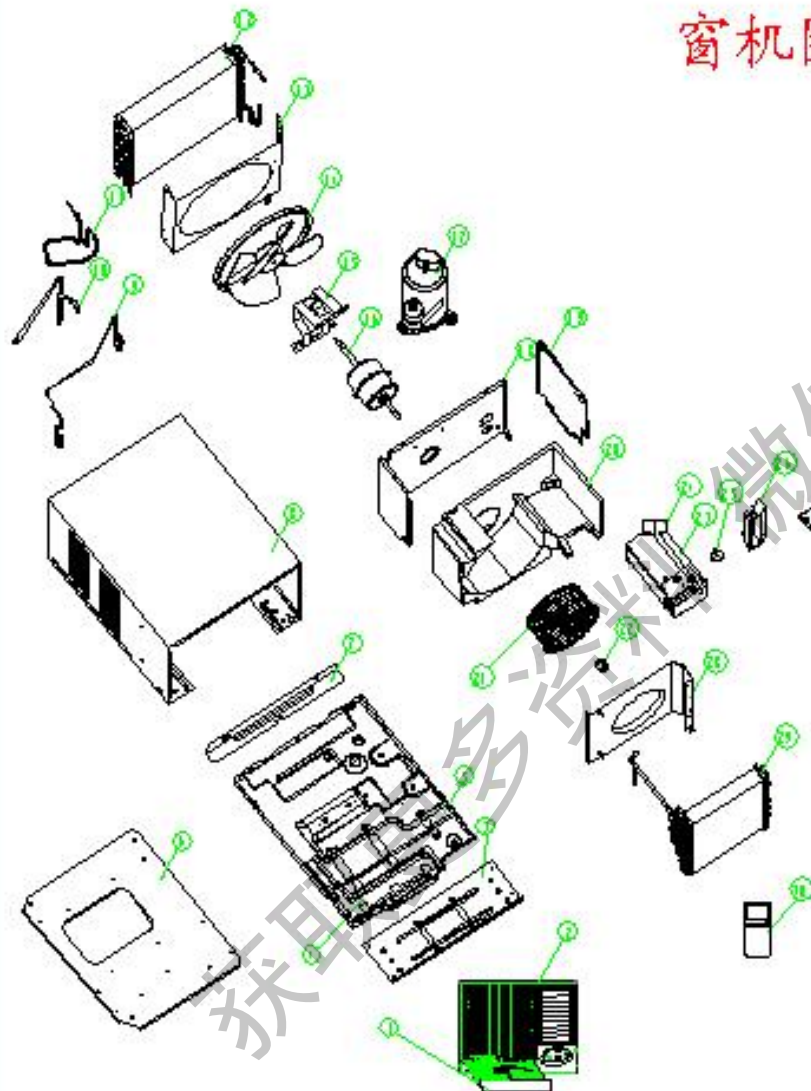
## 窗式空调器的构成

- 一、对空气的冷却、除湿、加热的制冷系统；
- 二、向室内输送冷暖气和使冷凝侧换热的送风系统；
- 三、控制空调运转的电气控制系统；
- 四、外壳及附件。



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 窗机图



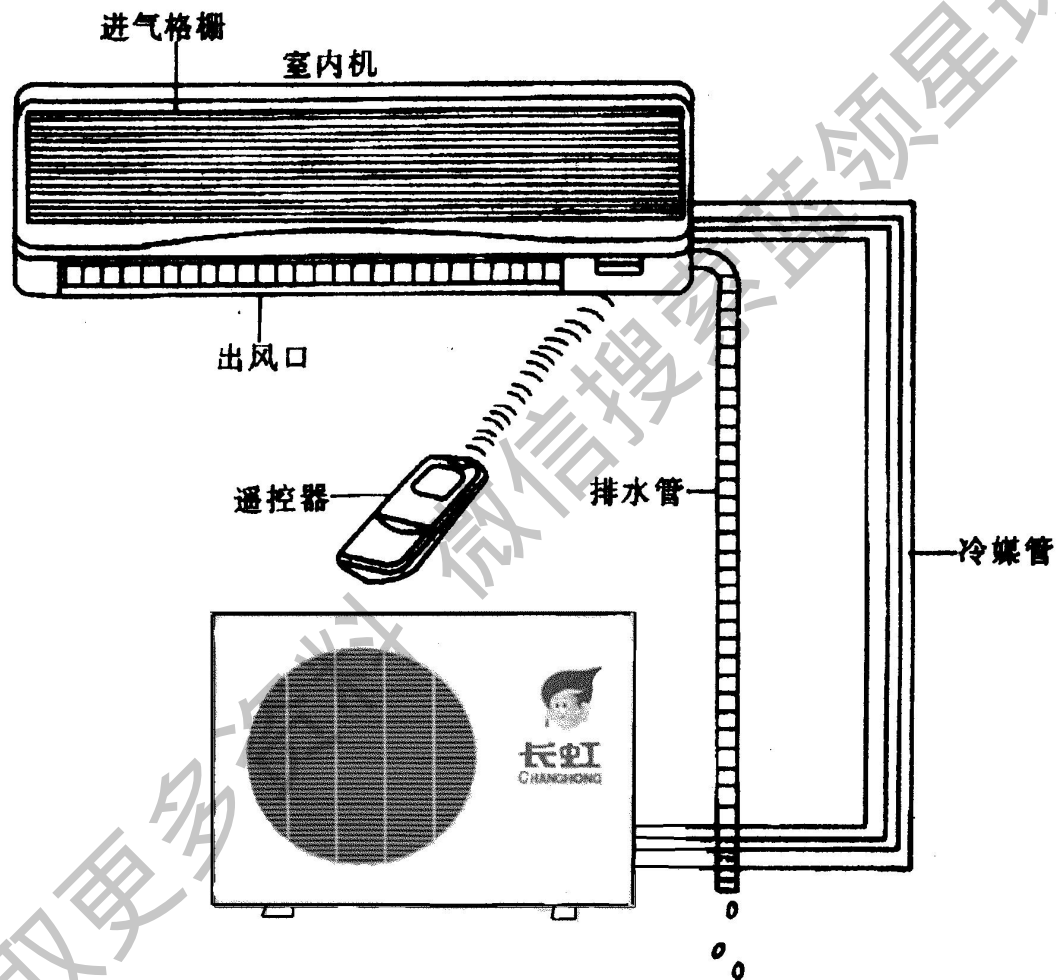
- |         |             |
|---------|-------------|
| ① 防霉过滤网 | ⑩ 风扇电机      |
| ② 面框组件  | ⑪ 压缩机       |
| ③ 前连接板  | ⑫ 隔音板       |
| ④ 泡沫衬垫  | ⑬ 右侧板离心风扇组件 |
| ⑤ 底板组件  | ⑭ 泡沫风道      |
| ⑥ 盖板组件  | ⑮ 风扇        |
| ⑦ 后连接板  | ⑯ 紧定螺钉      |
| ⑧ 外框组件  | ⑰ 电控组件      |
| ⑨ 毛细管组件 | ⑱ 摆杆组件      |
| ⑩ 铜管组件  | ⑲ 曲轴        |
| ⑪ 铜管组件  | ⑳ 导风窗       |
| ⑫ 冷凝器组件 | ㉑ 固定板       |
| ⑬ 后风导板  | ㉒ 前风导板      |
| ⑭ 轴流风扇  | ㉓ 蒸发器组件     |
| ⑮ 电机支架  | ㉔ 红外遥控发生器   |

# 分体挂壁式空调器

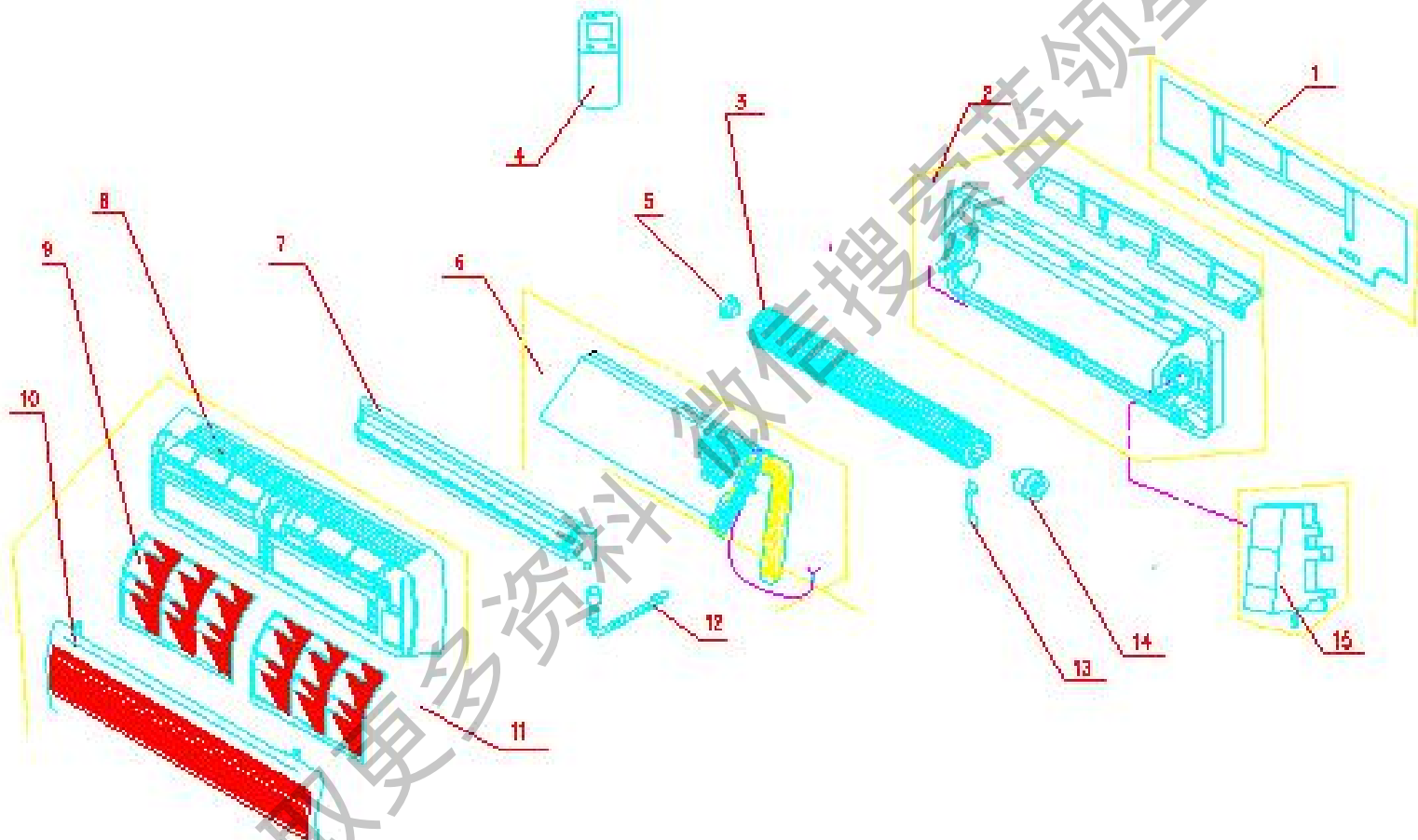
分体挂壁式空调器是在整体式空调器的基础上发展起来的，有室内机和室外机构成，两者之间通过制冷剂管道和电缆线连接，具有以下优点：一、压缩机和散热风扇在室外侧，安装时可远离房间，噪音比整体式小；二、安装和检修方便；三、室内机美观，容易与室内装饰协调；四、换热面积较大，散热条件较整体式好，制冷效果好。

## 分体挂壁式空调器室内机的构成

- 一、对空气的冷却、除湿、加热的制冷系统；
- 二、向室内输送冷暖气的送风系统；
- 三、控制空调运转的电气控制系统及遥控器；
- 四、外壳及安装等附件。



获取更多空调知识 微信搜索 空调领星球

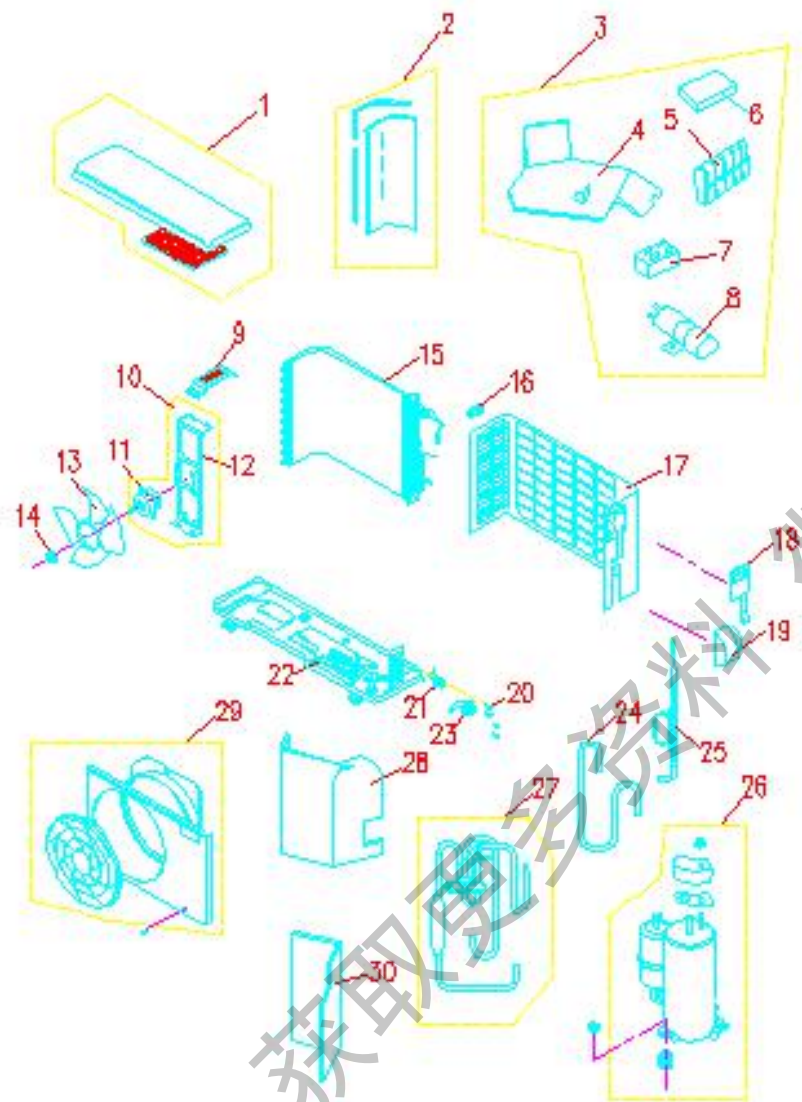


获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 分体挂壁式空调器室外机的构成

- 一、散热系统；
- 二、压缩机及风机；
- 三、控制系统；
- 四、阀门及管组件。





- |         |          |
|---------|----------|
| 1盖板组件   | 2隔音板组件   |
| 3室外电控组件 | 4电控安装板   |
| 5端子座    | 6印制板组件   |
| 7电容     | 8电容      |
| 9支撑板    | 10电机支架组件 |
| 11风扇电机  | 12电机支架   |
| 13风扇    | 14固定螺母   |
| 15冷凝器组件 | 16提手     |
| 17后板    | 18电装盖    |
| 19阀门罩   | 20固定螺栓   |
| 21截止阀   | 22底板     |
| 23截止阀   | 24管路组件   |
| 25毛细管组件 | 26压缩机组件  |
| 27四通阀组件 | 28隔音件    |
| 29前板组件  | 30隔音件    |

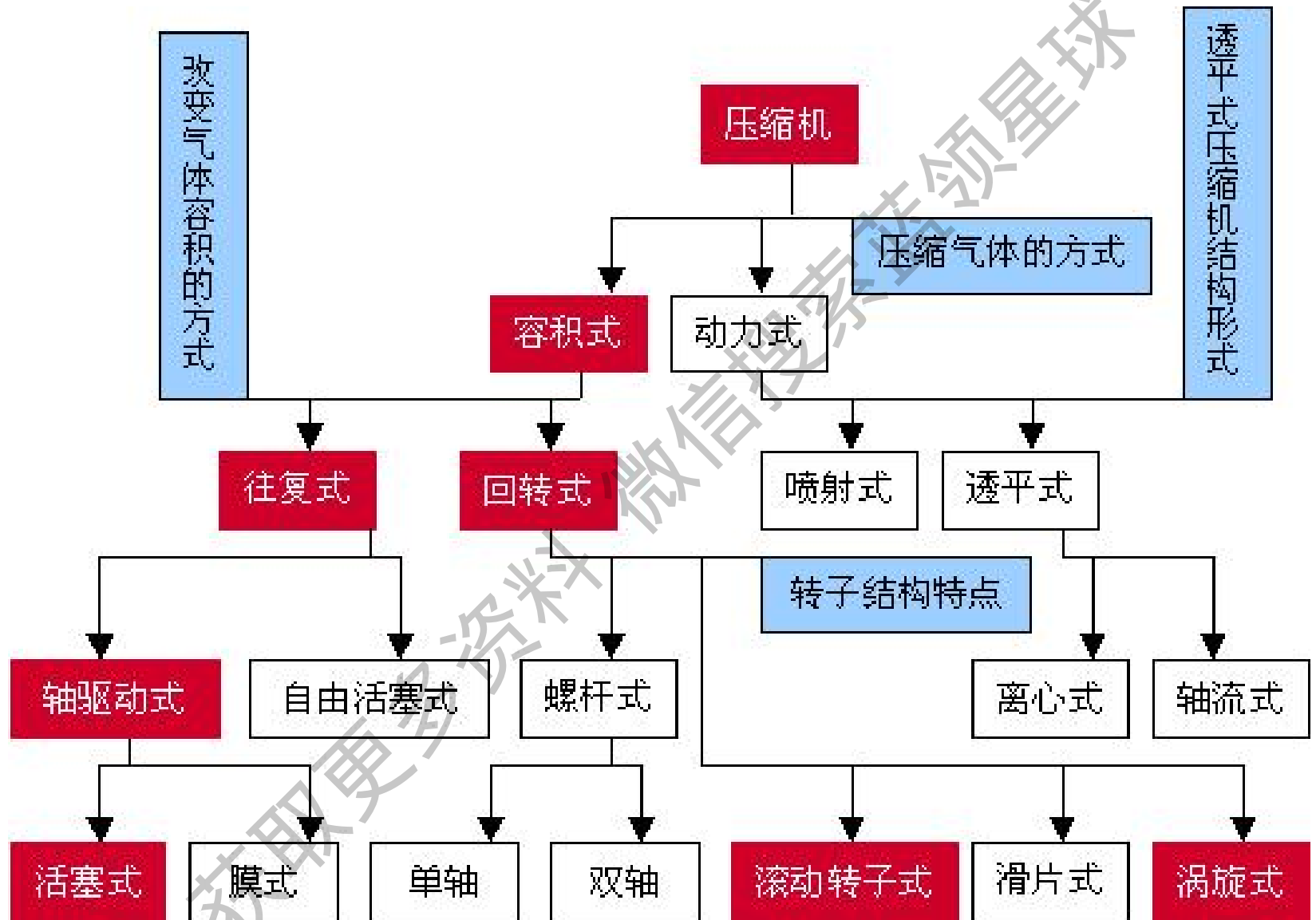


# 家用空调器主要制冷系统零部件

家用空调器的制冷系统主要由压缩机、换热器（冷凝器和蒸发器）、节流装置（毛细管或电子膨胀阀）、电磁四通阀、截止阀以及其它附件（电磁阀、单向阀、检测阀、气液分离器等）

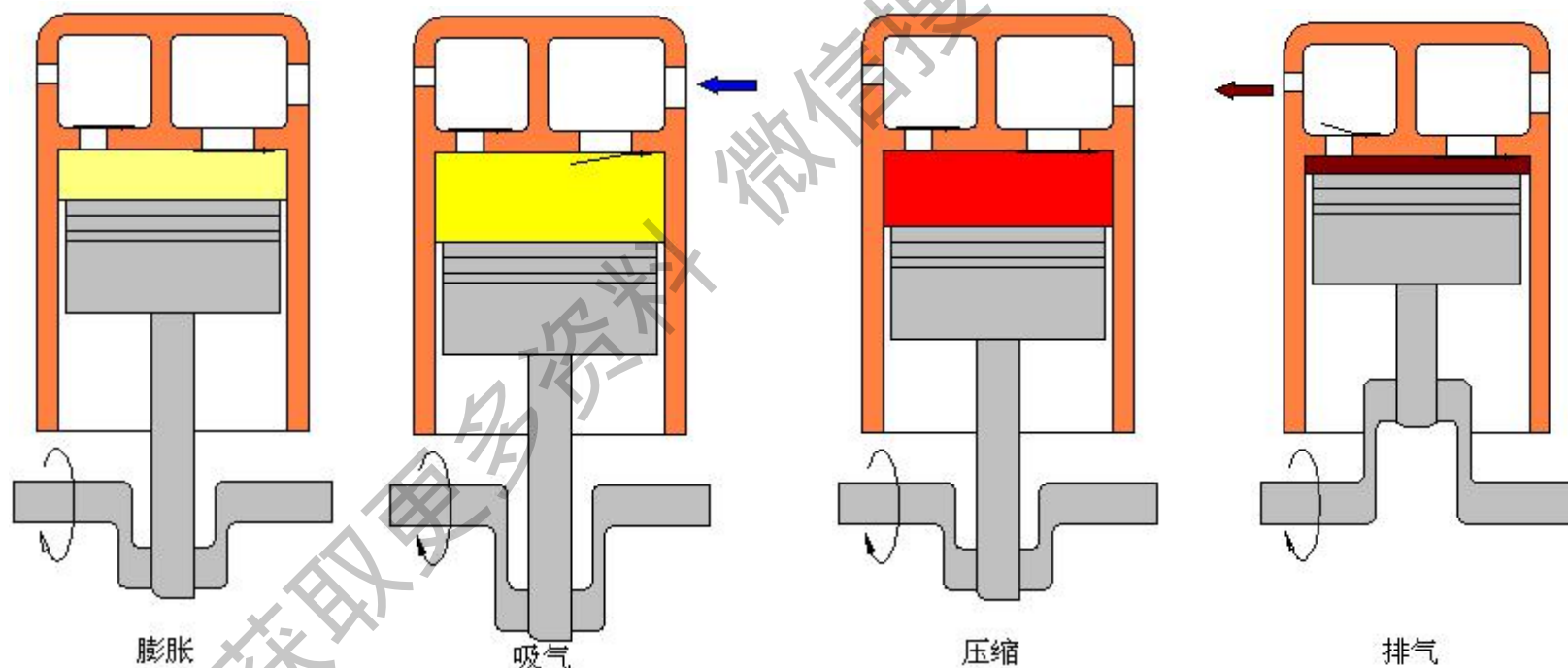
## 压缩机

在蒸气压缩式制冷系统中，压缩机是将经过状态变化后的制冷剂蒸气吸入，并压缩成高温高压的气体后排除。根据热力学第二定律，将热量从低温物体传至高温物体，需要附加功，压缩机即为制冷系统中的输入功的部件。



# 活塞式压缩机

活塞式压缩机又称往复式压缩机，它是由活塞在汽缸内作往复运动，使汽缸内的气体的体积产生变化达到压缩目的。如下图



理论排气量： $V=n\pi D^2S/4$  D: 汽缸直径 S: 活塞行程 n: 压缩机电机转速

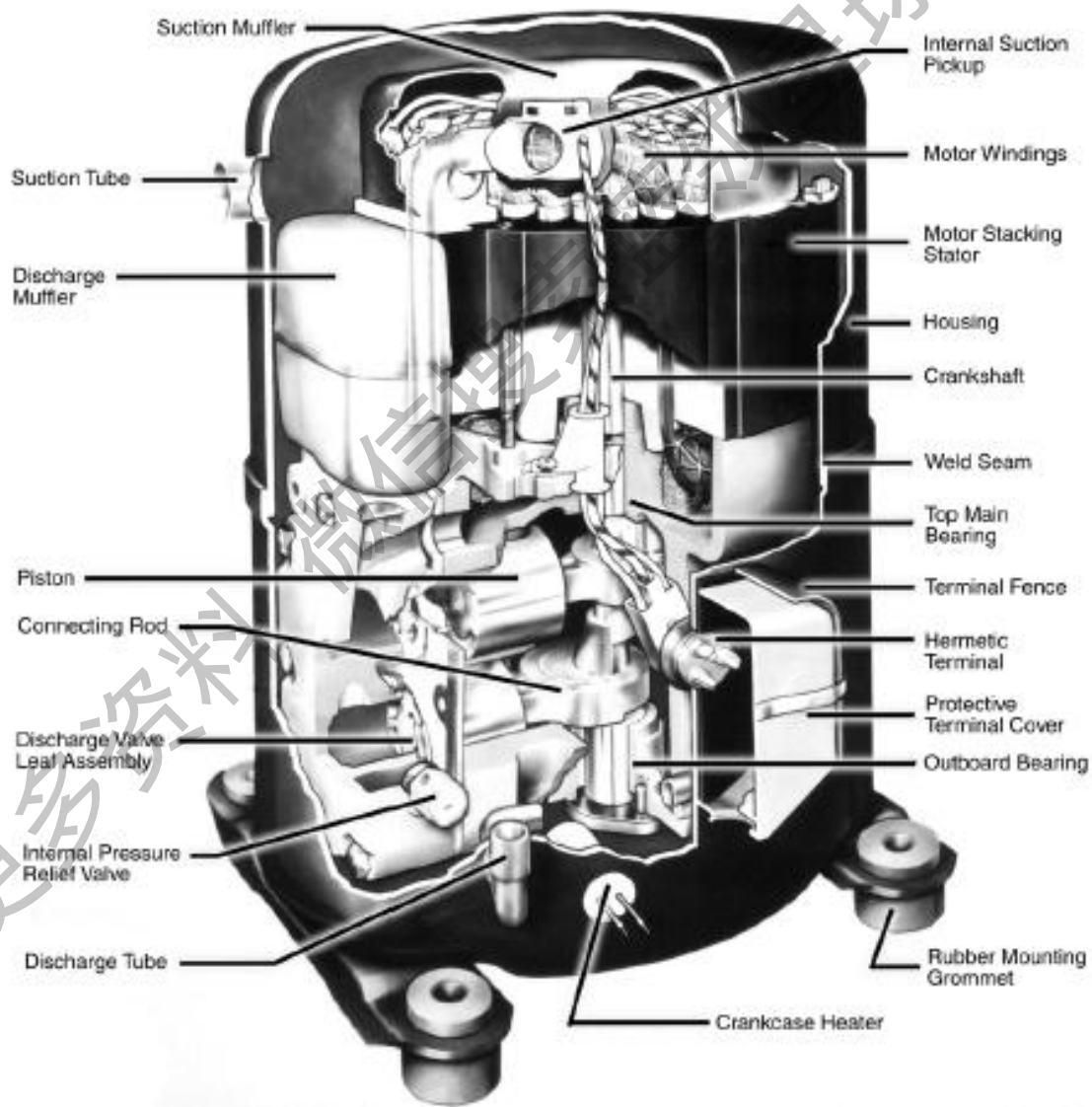
## 活塞式压缩机的 优点

- (1) 压力范围和制冷量范围广；
- (2) 热效率较高，单位制冷量的耗电量小；
- (3) 对材料要求不高，加工容易，造价低；
- (4) 技术成熟。

## 活塞式压缩机的 缺点

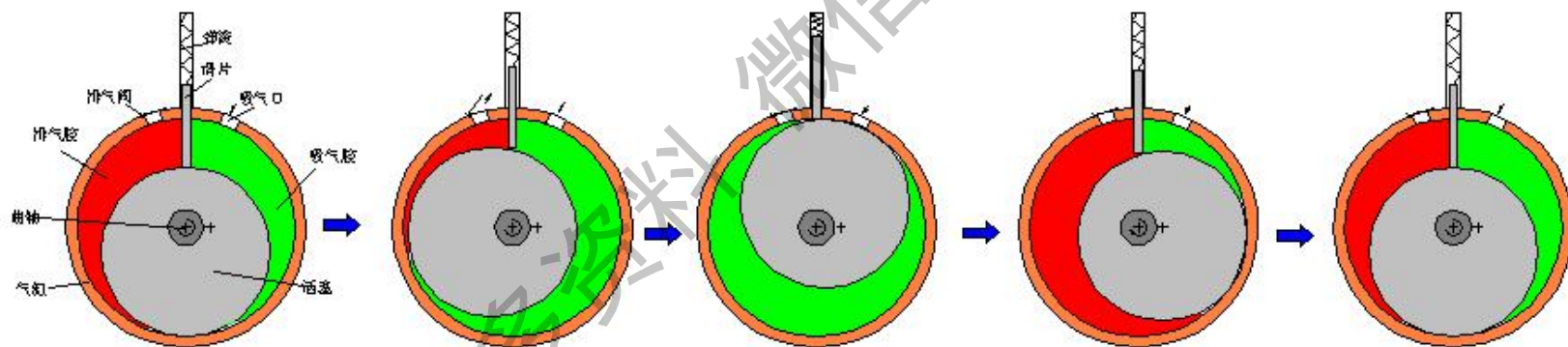
- (1) 机器较笨重；
- (2) 结构复杂，易损件多，维修工作量大；
- (3) 运转振动大；
- (4) 排气不连续，气流脉动大。

# 活塞式压缩机剖示图



## 旋转式压缩机

旋转式压缩机又称滚动活塞式压缩机，它是将转子套在偏心的轴上，并以汽缸为中心在汽缸内沿壁面滚动，使容积周期性变化，形成压缩过程。如下图



理论排气量： $V=n\pi H(R^2-r^2)$  H: 气缸高度直径

R: 气缸半径 r: 转子半径 n: 压缩机电机转速

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



## 转子式压缩机的优点

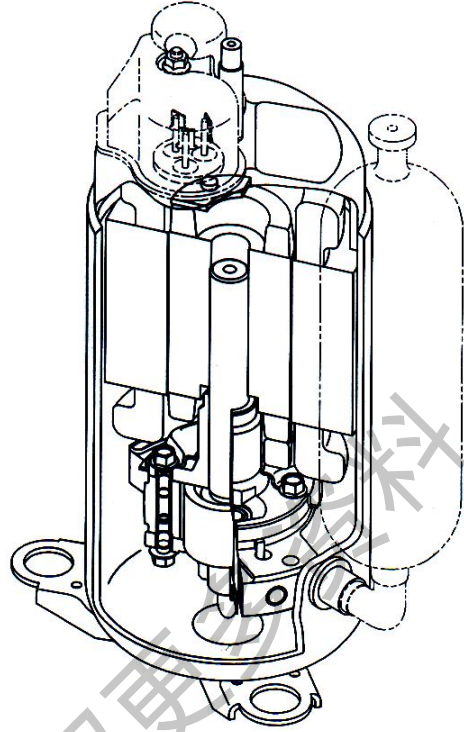
- (1) 气缸同时进行吸气、压缩、排气，吸排气时间长，流动阻力小；
- (2) 流道简单，无吸气阀，阻力小；
- (3) 吸入气体过热度小；
- (4) 容积效率高；
- (5) 机械摩擦小；
- (6) 震动小，噪音低。

## 转子式压缩机的缺点

- (1) 具有余隙容积；
- (2) 电机过热度大；
- (3) 对润滑油要求较高，否则容易积碳；



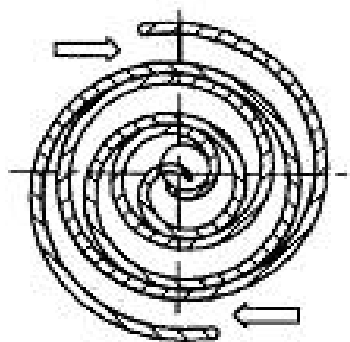
# 转子式压缩机剖示图



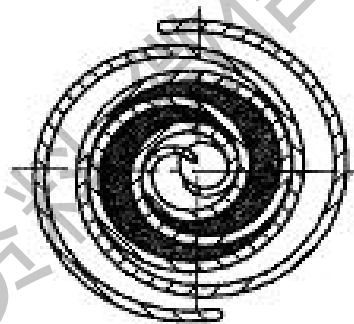
获取更资料 微世特 蓝领星球

# 涡旋式压缩机

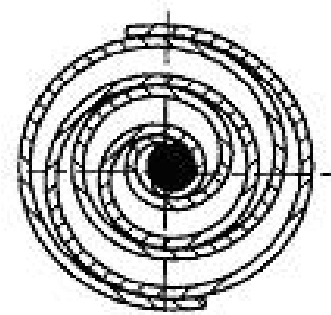
涡旋式压缩机，是利用动、静涡盘的啮合，形成多个压缩室，随着动盘的平移转动，（偏心轴上的欧式公转环机构将电机的旋转运动变为动盘以偏心距为半径的公转运动）各压缩室内容积不断发生变化，实现吸入与压缩过程。如下图



吸气



压缩



排气

理论排气量： $V=2 \times 60 nH (P_h-2) (2N-1-\theta/\pi)$  H：涡旋体高度

$P_h$ ：涡旋节距  $\delta$ ：涡旋体一壁厚 N：转子和定子形成的压缩室数目

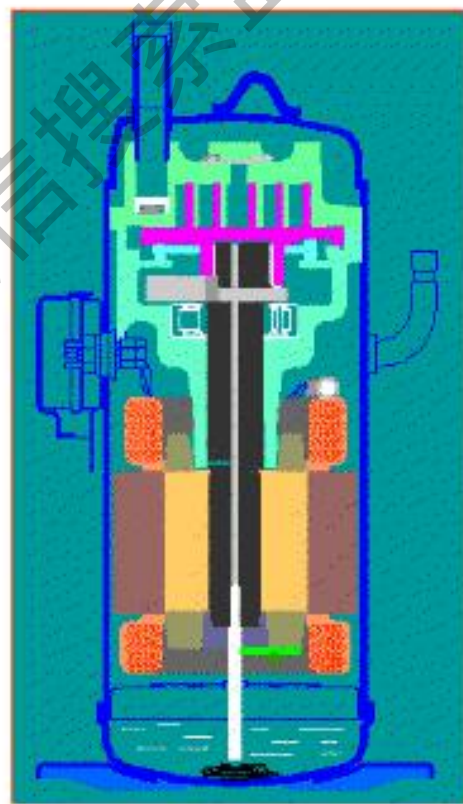
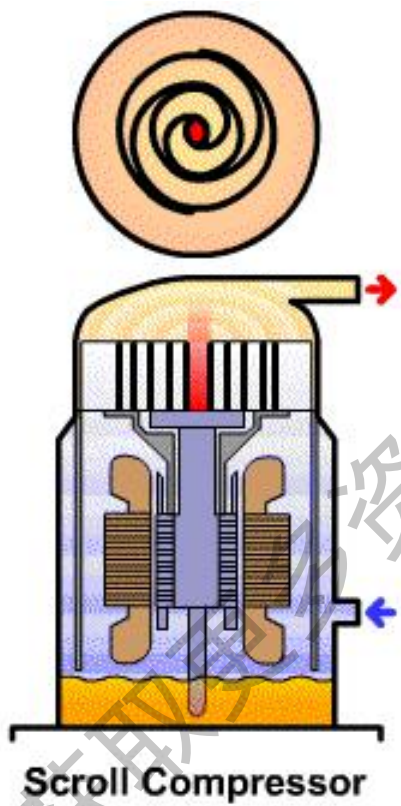
$\theta$ ：形成外圈小室的回转角 n：压缩机电机转速

# 涡旋式压缩机的连续工作过程



获取更多资料 微信搜索 蓝沙星球

# 涡旋式压缩机的动态连续工作过程



# 涡旋式压缩机的结构

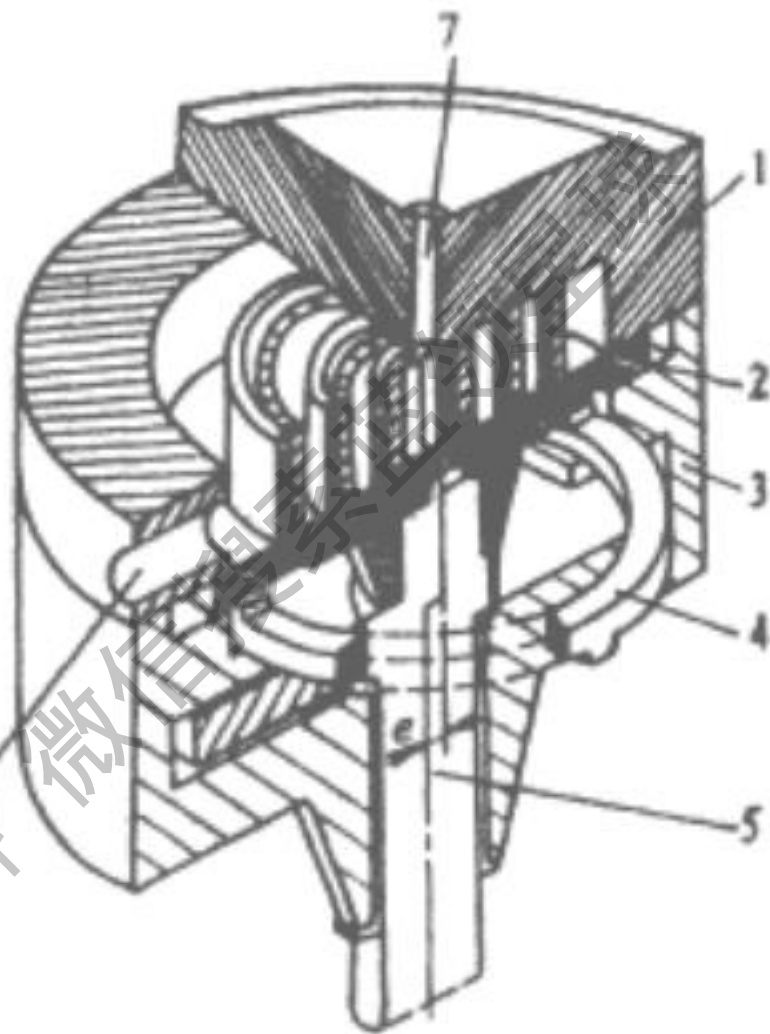


图 5-1 涡旋压缩机的结构

1—动盘 2—静盘 3—机体

4—防自转环 5—偏心轴

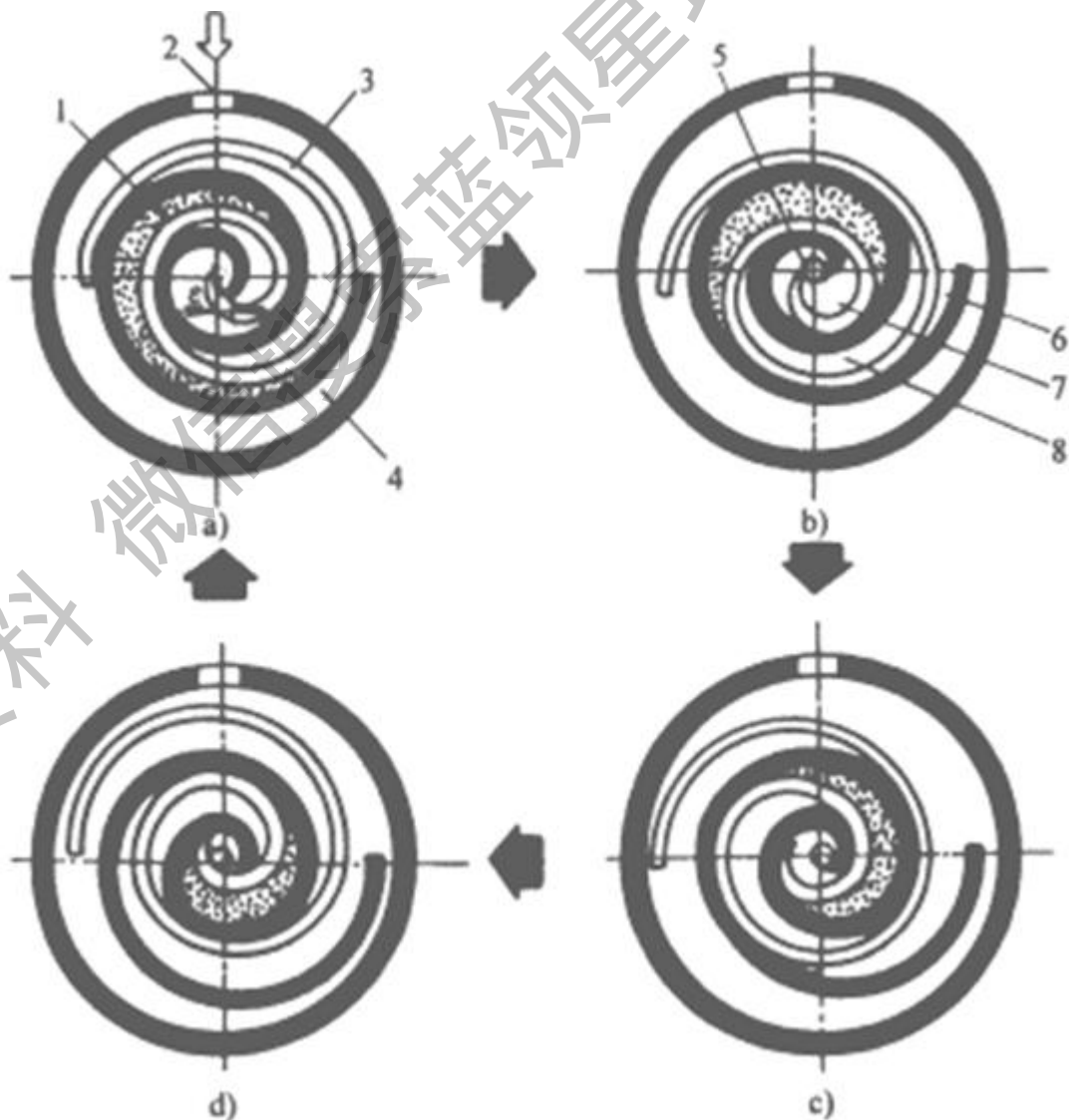
6—进气口 7—排气口



# 涡旋式压缩机的工作原理示意图

- A 0度位
- B 90度位
- C 180度位
- D 270度位

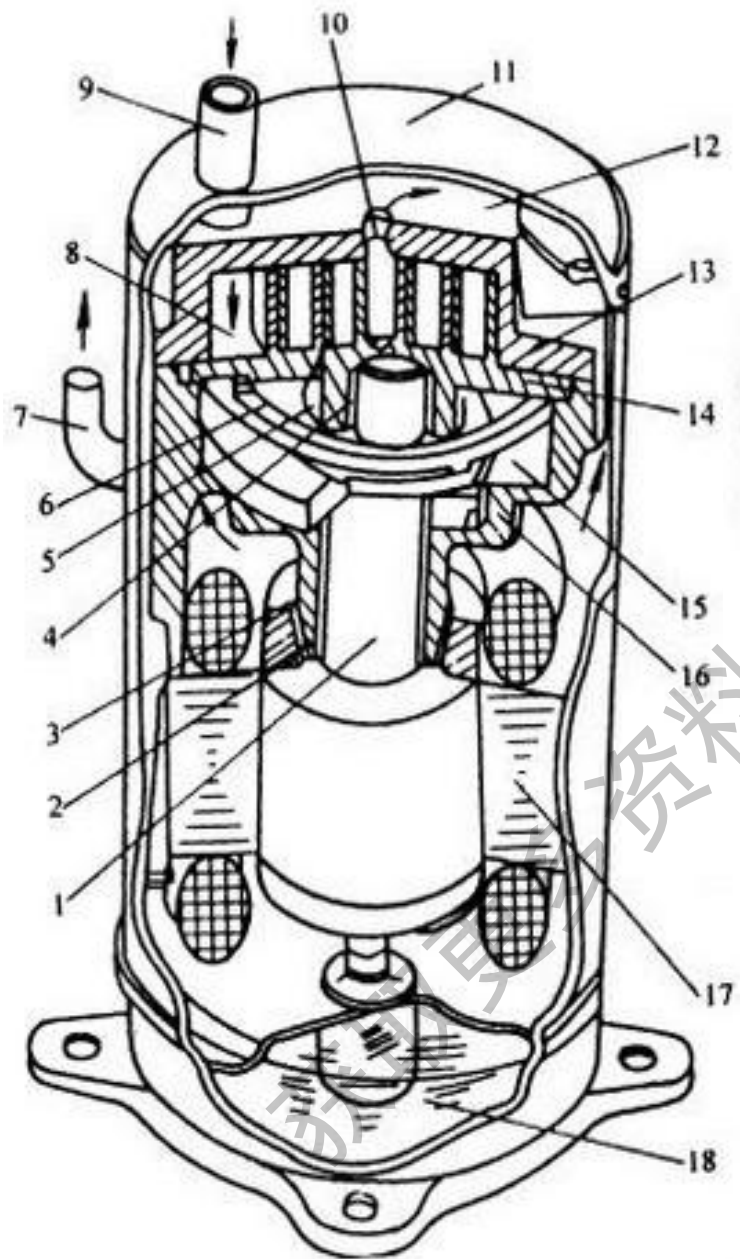
- 1、压缩室
- 2、进气口
- 3、动盘
- 4、静盘
- 5、排气口
- 6、吸气室
- 7、排气室
- 8、压缩室



由分析可以看出，涡旋压缩机的工作过程仅有进气、压缩、排气三个过程。而且是在主轴旋转一周内同时进行的，外侧空间与吸气口相通，始终处于吸气过程，内侧空间与排气口相通，始终处于排气过程，而上述两个空间之间的月牙形封闭空间内，则一直处于压缩过程。因而可以认为吸气和排气过程都是连续的。

获取更多资料

# 空调用涡旋式制冷压缩机结构总图



- 1—曲轴 2、4—轴承 3—密封 5、15—背压腔  
 6—防自转环 7—排气管 8—吸气腔 9—吸气  
 管 10—排气口 11—机壳 12—排气腔  
 13—静盘 14—动盘 16—机架  
 17—电动机 18—润滑油



涡旋式制冷压缩机有如下特点：

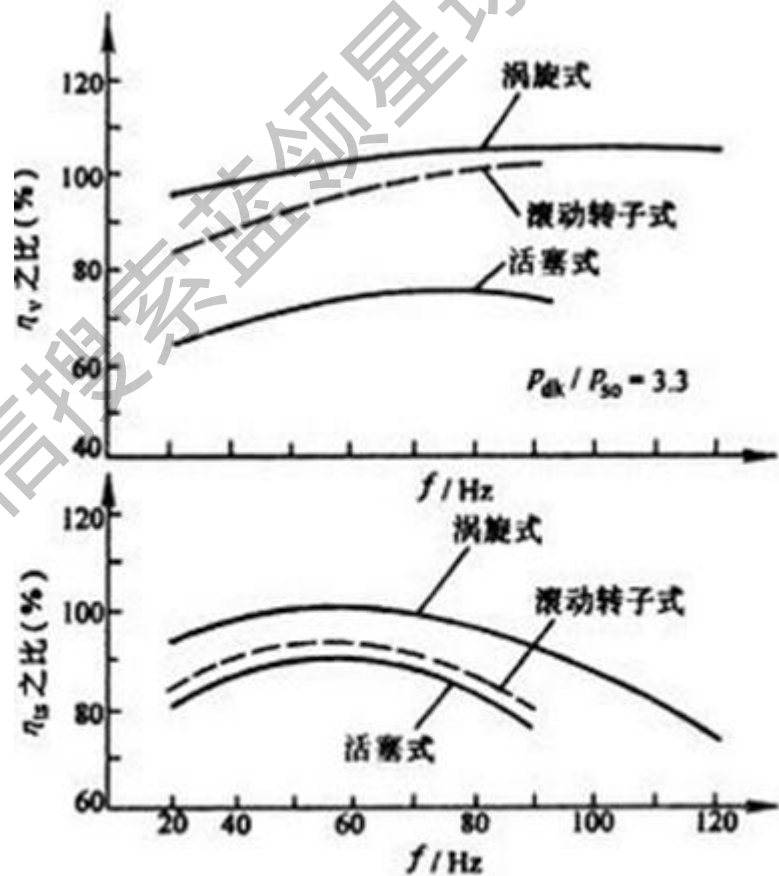
- 1、相邻两室的压差小，气体的泄漏量少。
- 2、转矩变化幅度小、振动小。
- 3、没有余隙容积，故不存在引起输气系数下降的膨胀过程。
- 4、无吸、排气阀，效率高，可靠性高，噪声低。
- 5、由于采用气体支承机构，故允许带液压缩。
- 6、机壳内腔为排气室，减少了吸气预热，提高了压缩机的输气系数。
- 7、涡线体型线加工精度非常高，必须采用专用的精密加工设备。
- 8、密封要求高，密封机构复杂。

# 输汽量调节

## 一、变转速调节

涡旋式压缩机与滚动转子式压缩机一样均可采用变转速调节方法改变其输气量。

右图表示出了采用变频调节的三种压缩机(活塞式、滚动转子式、涡旋式)的等熵效率  $\eta_s$  及输汽系数  $\lambda$  的比较。

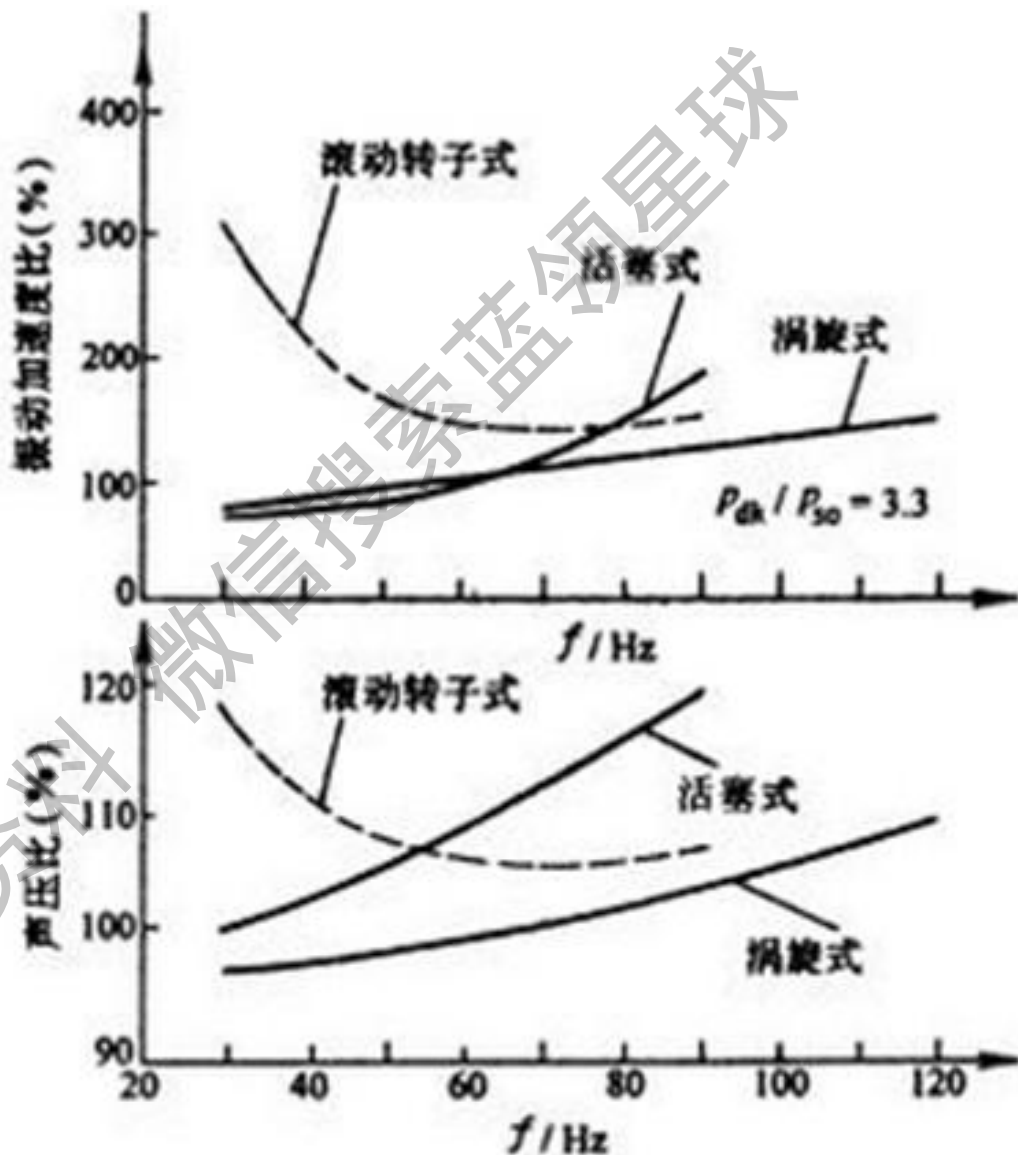


压缩机变频调节特性的比较

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

右图是涡旋式压缩机变速调节时的振动与噪声特性与活塞式和滚动转子式的比较。从图中看出，在任何频率下涡旋式压缩机的振动和噪声都比活塞式及滚动转子式低。

综上所述，涡旋式压缩机比活塞式和滚动转子式适用于更宽的速度范围，在空调器或热泵中采用涡旋式压缩机进行变频调节输气量是很有前途的。

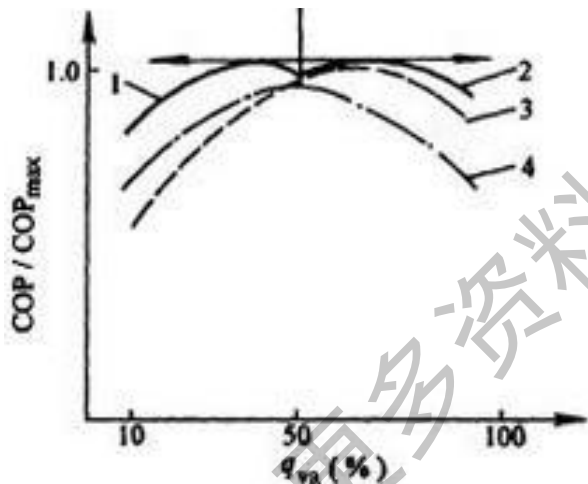


变频压缩机振动和噪声特性的比较

## 二、多机并联运行调节

此处介绍两台运行的涡旋式压缩机共用一个机壳并联调节的形式，其结构如图所示。

由图还可以看出，与相同制冷量的一台涡旋式相比，在较宽的制冷量范围内有较高的COP值。

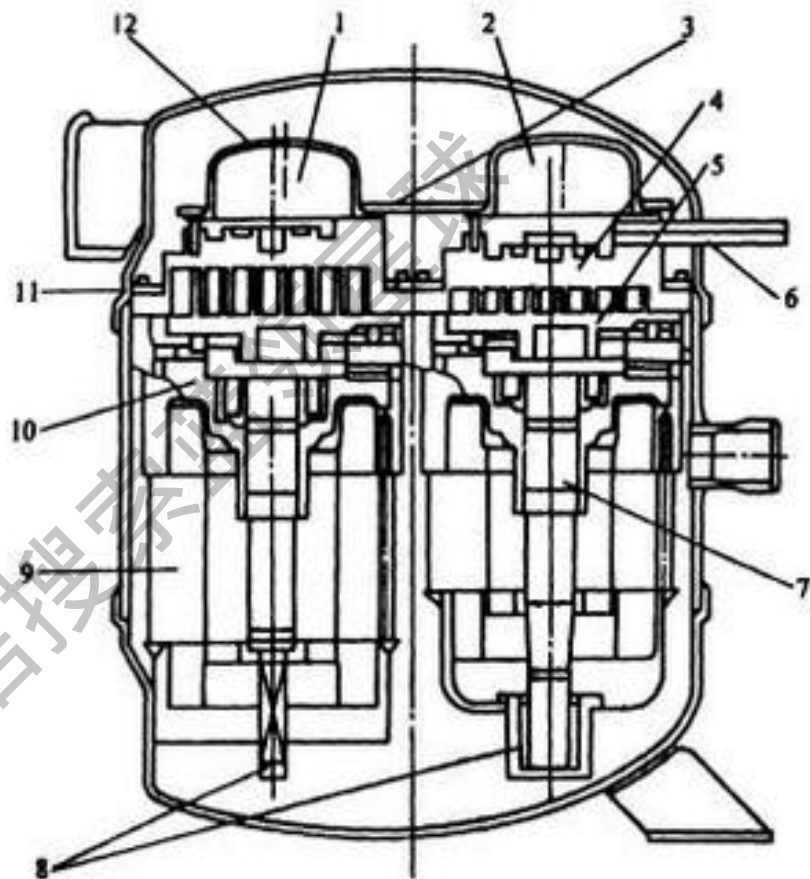


COP 值比较

1—其中一台机运行

2—两台机同时运行 3—单机运行

4—具有单独机壳的两台往复式并联运行



共用一个机壳的双涡旋式压缩机

1—电网直接驱动压缩机 2—变频器驱动压缩机

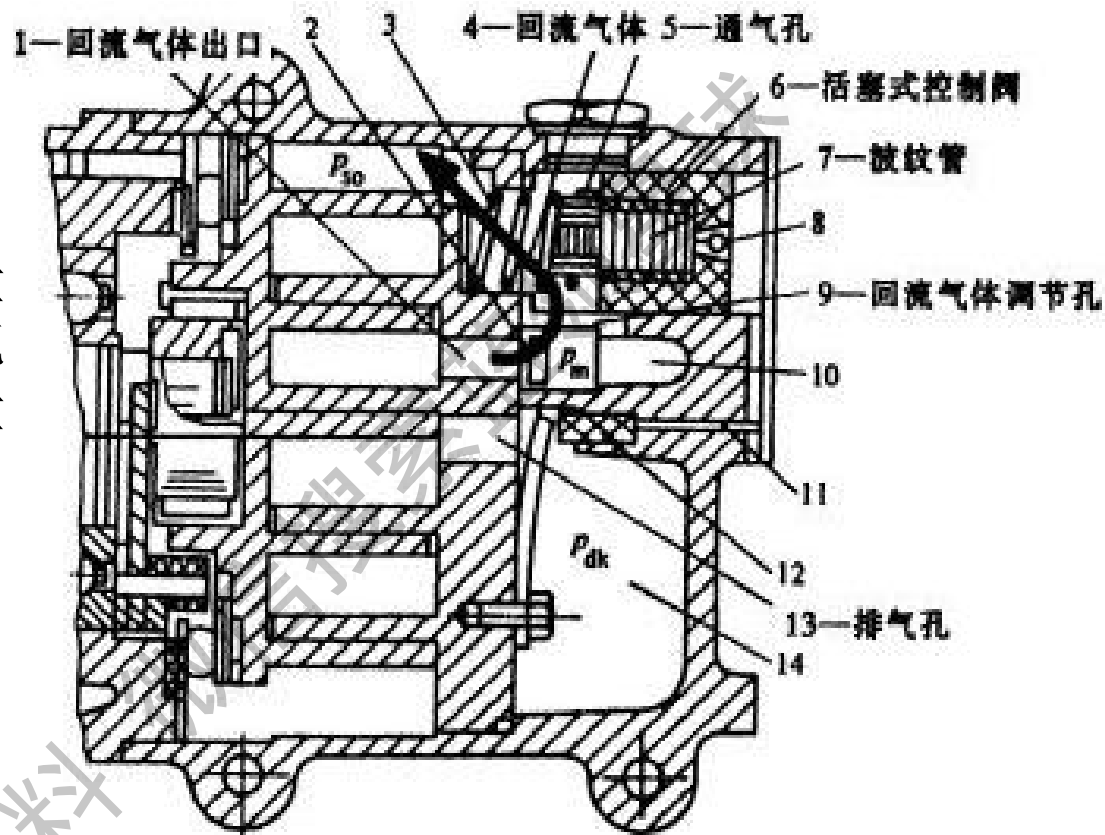
3—法兰连接板 4—静涡旋体 5—动涡旋体

6—排气管 7—曲轴 8—油泵 9—电动机

10—机座 11—固定板 12—排气消声器

### 三、变容量旁通调节

在汽车空调中通常采用变容量涡旋式压缩机进行输气量调节，其原理是通过吸气回流旁通输气量。图示一种变容量涡旋式压缩机结构。



变容量涡旋式压缩机结构

2—舌簧阀 3—弹簧

8—导向球阀

10—中间压力腔

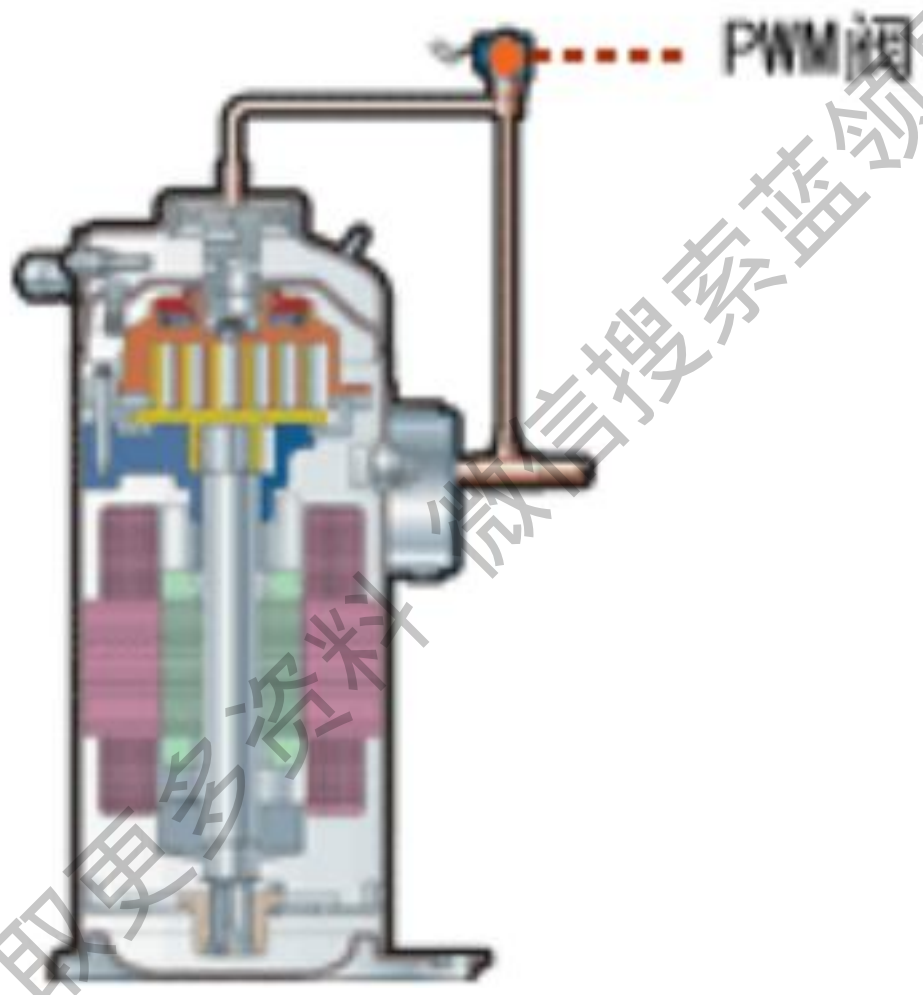
11—节流孔 12—滤网

14—排气腔

获取更多资料

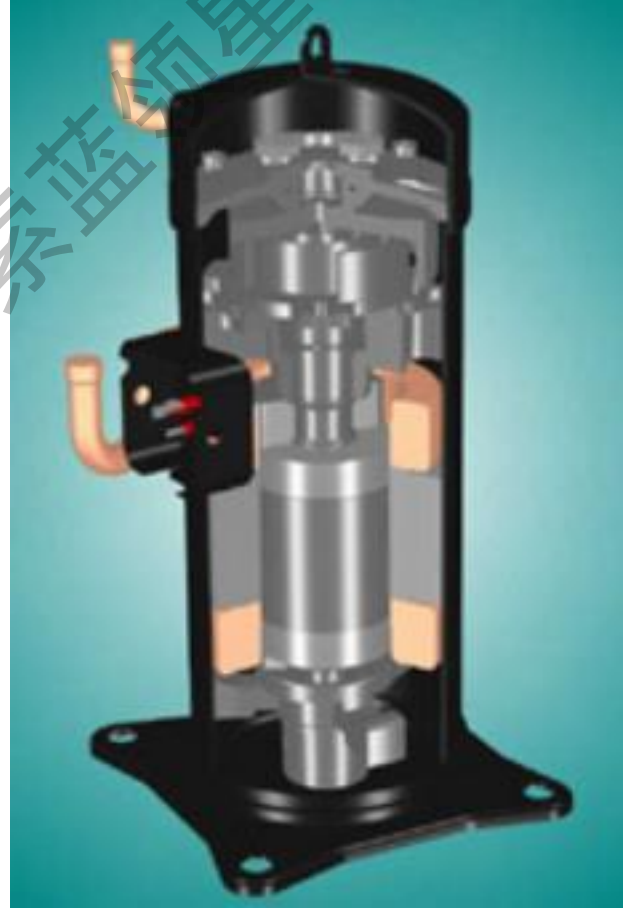
## 数码涡旋

数码涡旋压缩机利用轴向“柔性”密封技术，将定子涡旋盘轴向活动范围精密调整，并在压缩机吸气口设置一连通管，与定子轴向浮动密封处的中间压力室相同，当电磁阀打开时，中间压力室内压力释放，压缩腔室内压力大于定子上端面压力，压缩机定子轴向上移一间隙，由于高低压缩室的连通，实现卸载。当电磁阀关闭，排气压力及中间压力又将定子下压，实现密封并上载，压缩机在电磁阀控制电源的作用下，可自由地调节开启-关闭比例，有效实现了压缩机宽范围的容量调节，并节省了变频器成本与变频器的电耗损失，减少了电源高次谐波的干扰。



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 涡旋式压缩机剖示图



获取资料微信搜索蓝盾星球



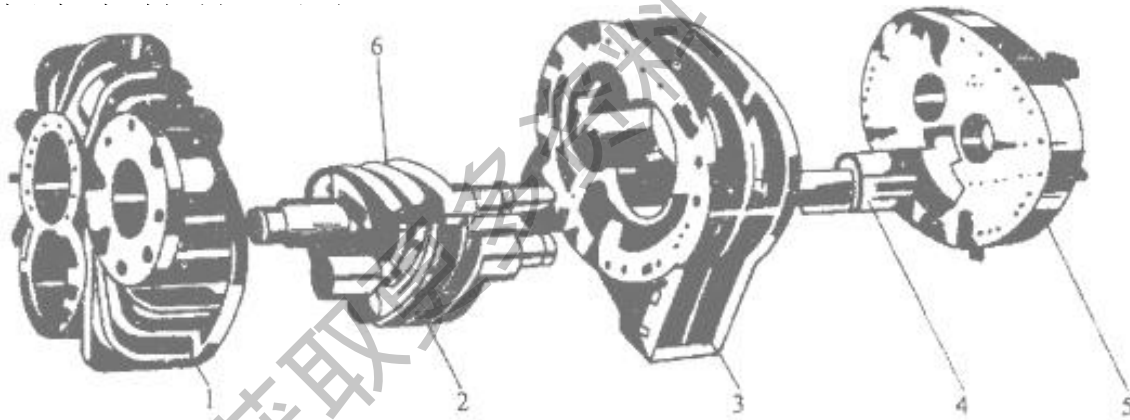
# 其它形式的制冷压缩机

## 螺杆式制冷压缩机

螺杆式制冷压缩机是指用带有螺旋槽的一个或两个转子（螺杆）在气缸内旋转使气体压缩的制冷压缩机。螺杆式制冷压缩机属于工作容积作回转运动的容积型压缩机，按照螺杆转子数量的不同，螺杆式压缩机有双螺杆与单螺杆两种。

### 1. 组成

螺杆式制冷压缩机主要由转子、机壳（包括中部的气缸体和两端的吸、排气端座等）、轴承、轴封、平衡活塞及输气量调节装置组成。下图是典型开启式螺杆压缩机的一对转子、气缸和两端



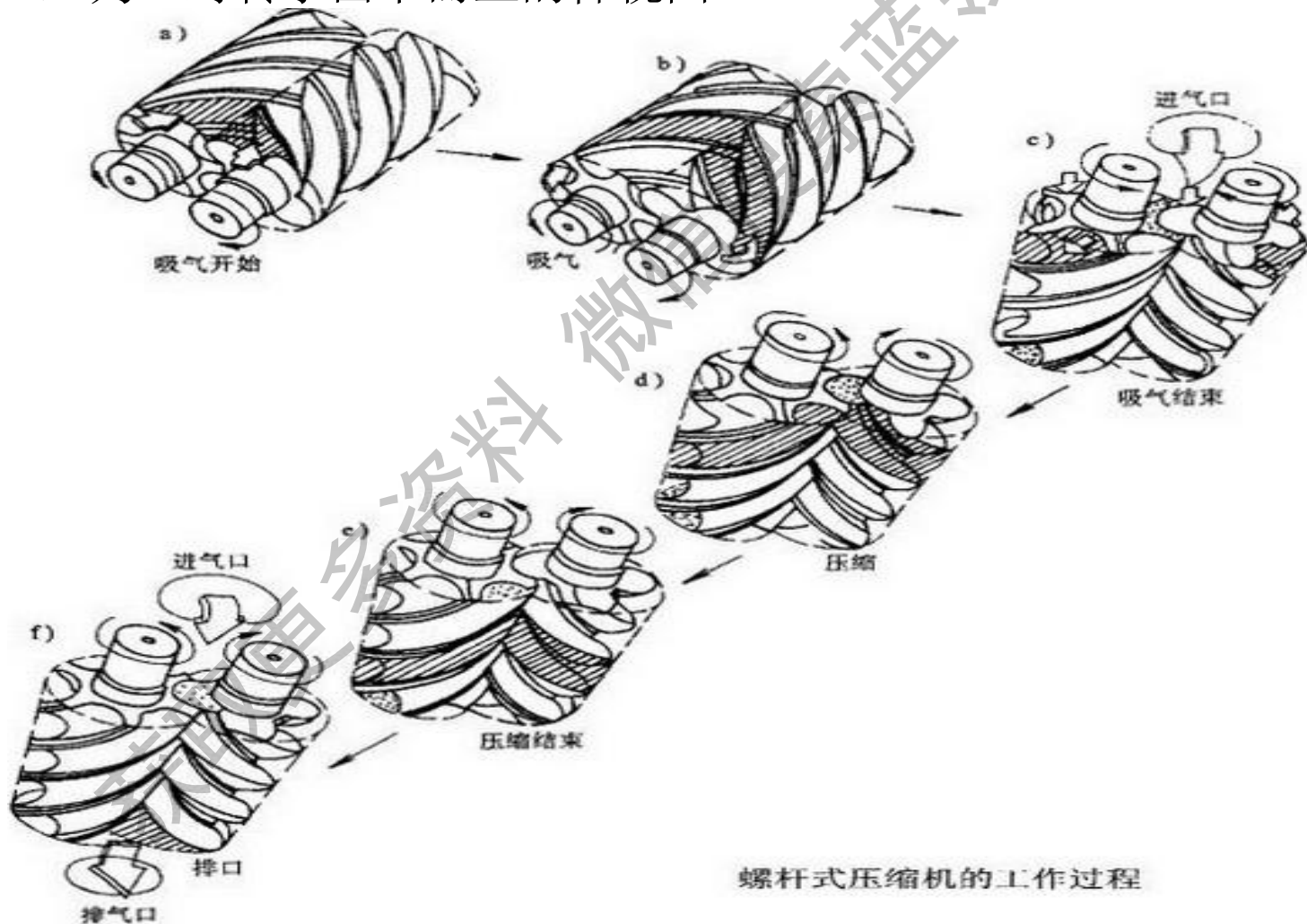
1—吸气端座 2—阴转子 3—气缸 4—滑阀 5—排气端座 6—阳转子

## 2. 工作原理

螺杆式压缩机的工作是依靠啮合运动着的一个阳转子与一个阴转子，并借助于包围这一对转子四周的机壳内壁的空间完成的。

## 3. 工作过程

下图为螺杆式压缩机的工作过程示意图。其中，a、b为一对转子的俯视图，c、d、e、f为一对转子由下而上的仰视图。



螺杆式压缩机的工作过程

## 螺杆式制冷压缩机特点

就压缩气体的原理而言，螺杆式制冷压缩机与往复式活塞式制冷压缩机一样，同属于容积式压缩机械，就其运动形式而言，螺杆式制冷压缩机的转子与离心式制冷压缩机的转子一样，作高速旋转运动。所以螺杆式制冷压缩机兼有二者的特点。

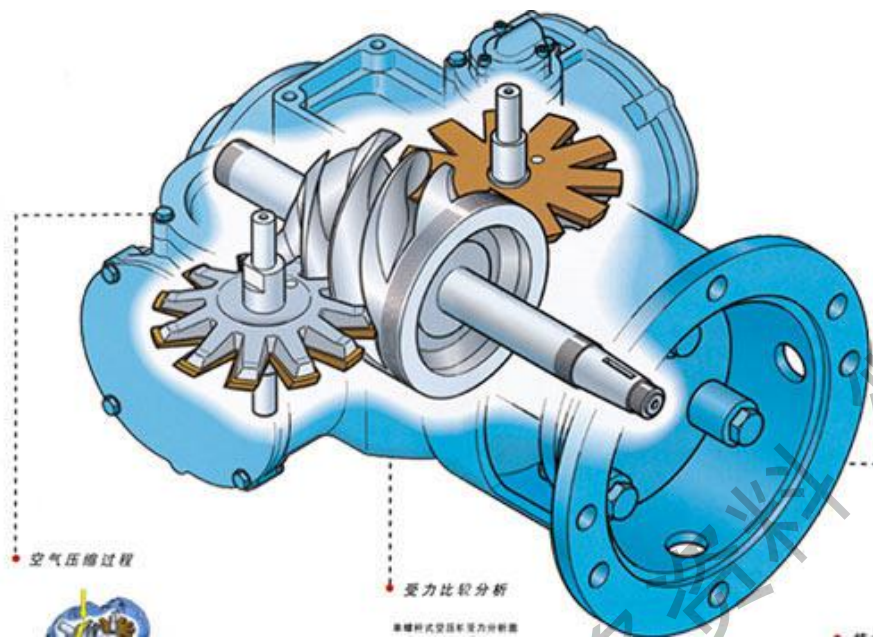
### 1. 优点

- (1) 转速较高、又有质量轻、体积小，占地面积小等一系列优点。
- (2) 动力平衡性能好，故基础可以很小。
- (3) 结构简单紧凑，易损件少，维修简单，使用可靠，有利于实现操作自动化。
- (4) 对液击不敏感，单级压力比高。
- (5) 输气量几乎不受排气压力的影响。在较宽的工况范围内，仍可保持较高的效率。

### 2. 缺点

- (1) 噪声大。
- (2) 需要有专用设备和刀具来加工转子。
- (3) 辅助设备庞大。

# 其它形式的制冷压缩机



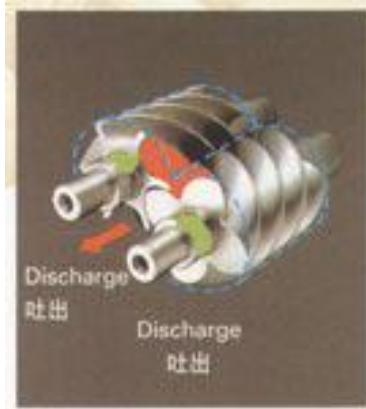
获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

**单螺杆压缩机**



## 双螺杆压缩机

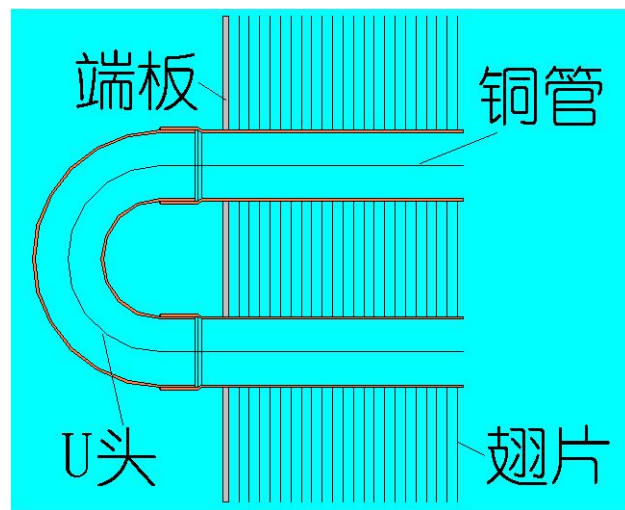
### 工作过程



## 热交换器

家用空调中的换热器包括蒸发器和冷凝器，它们都是板翅式换热器。对于热泵式空调器而言，它的室外侧换热器在空调制冷时起冷凝器作用，制热时起蒸发器作用；室内侧换热器在空调制冷时起蒸发器作用，制热时起冷凝器作用。

换热器(蒸发器和冷凝器)一般都是风冷型，由翅片端板、铜管、铝翅片以及U头组成，如右图所示。根据蒸发器和冷凝器的换热特点，为强化换热效果，对其中的部件分别作了处理，以增强换热效果。



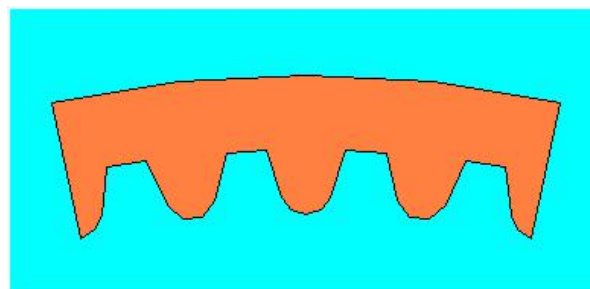
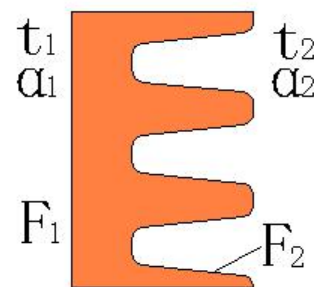
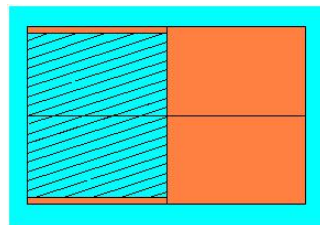


## 提高换热器传热效率措施

从右图分析，要提高换热器的效率，需要从两方面入手，即一方面加大管内侧的换热面积（ $F_1$ ）及提高管内侧的换热系数（ $\alpha_1$ ），另一方面加大空气侧的换热面积（ $F_2$ ）及提高空气侧的换热系数（ $\alpha_2$ ）。

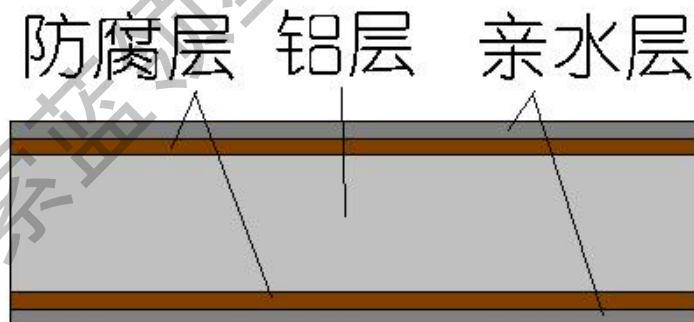
$$Q = \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1 F_1} + \frac{\delta}{\lambda F_1} + \frac{1}{\alpha_2 F_2}}$$

其中： $Q$ —肋片管传热量， $\text{kJ/h}$ ；  
 $t_1$ 、 $t_2$ —热流体和冷流体的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；  
 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ —光滑面、肋面的放热系数， $\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}$ ；  
 $F_1$ 、 $F_2$ —光滑面、肋面表面积， $\text{m}^2$ ；  
 $\delta$ —壁厚 $\text{m}$ ； $\lambda$ —壁的导热系数， $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{k})$ 。



## 提高换热器传热效率措施

套在铜管外的翅片，可以增加空气侧的换热面积，在翅片形状上改进（冲波纹或条缝）可以提高空气侧换热系数换热面积；



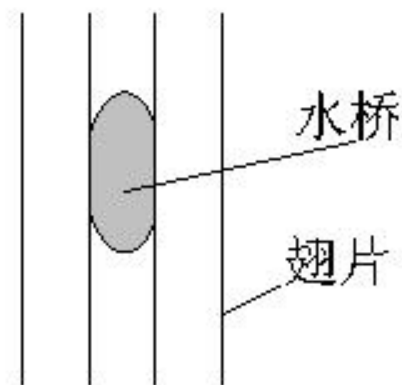
铝翅片材料选用含AL99%、Cu0.1%的铝材料，然后在翅片表面进行涂覆亲水处理(如图)，亲水处理有三种类型，  
（1）二氧化硅处理：亲水性来自二氧化硅的亲水性和吸水性，无异味，对模具损伤大，适用于室内机；（2）水玻璃处理：亲水性来自水玻璃的亲水性，亲水性好，有异味，适用于室外机组；（3）有机树脂处理：亲水性来自树脂中的亲水官能团，无异味，耐腐蚀性强，适用于室内外机组。

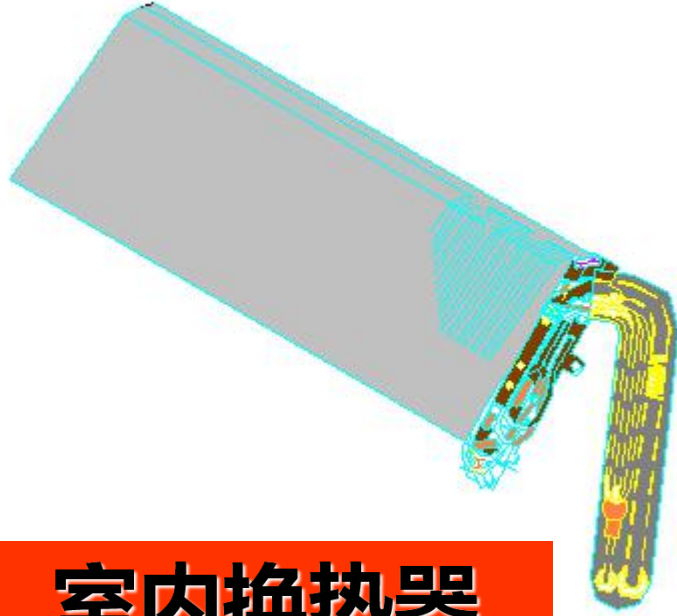


对亲水涂层的选择应考虑：（1）亲水性（判断亲水角度，除霜时保水量，干湿风阻比）；（2）耐腐蚀能力；（3）加工性能（连续成型能力，对模具的损伤，对冲压油的包容性）；（4）价格。

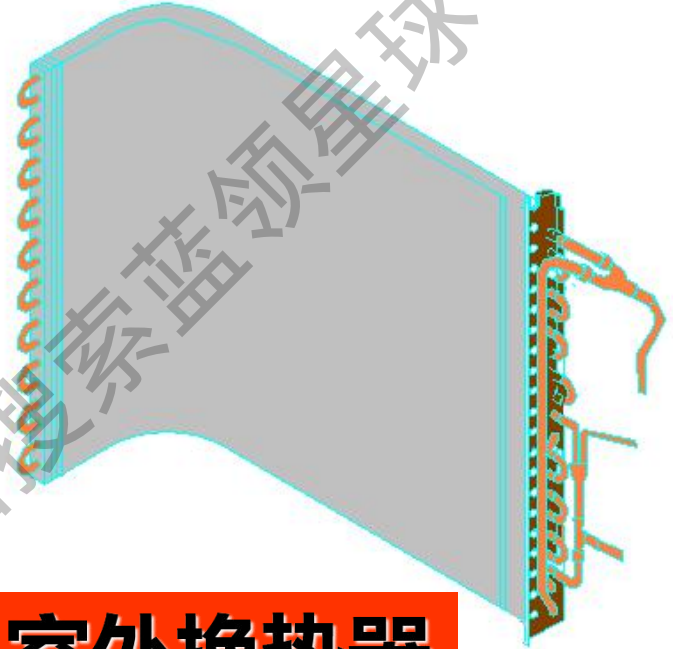
亲水性好可以防止在翅片间形成水桥（如右下图），影响风量，并且制冷量不过分消耗在冷凝水中（冷量随水排出）。

空气侧的热阻在整个换热器热阻中占主要地位。

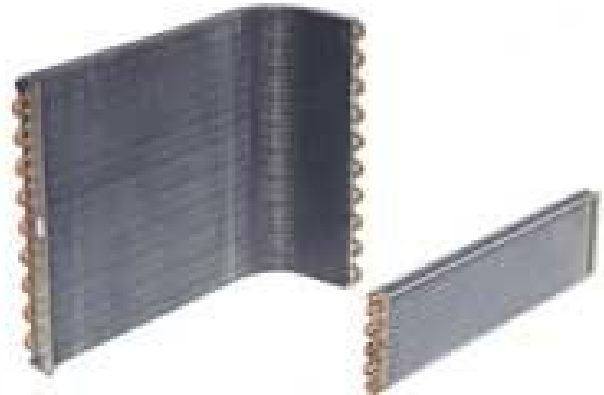
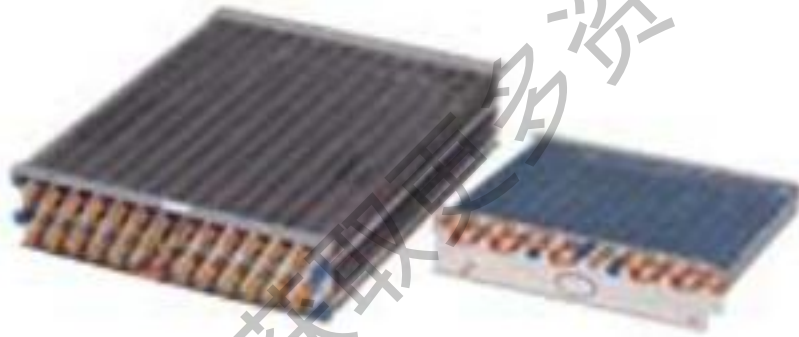




**室内换热器**



**室外换热器**



# 四通阀工作原理

空调四通阀的工作原理

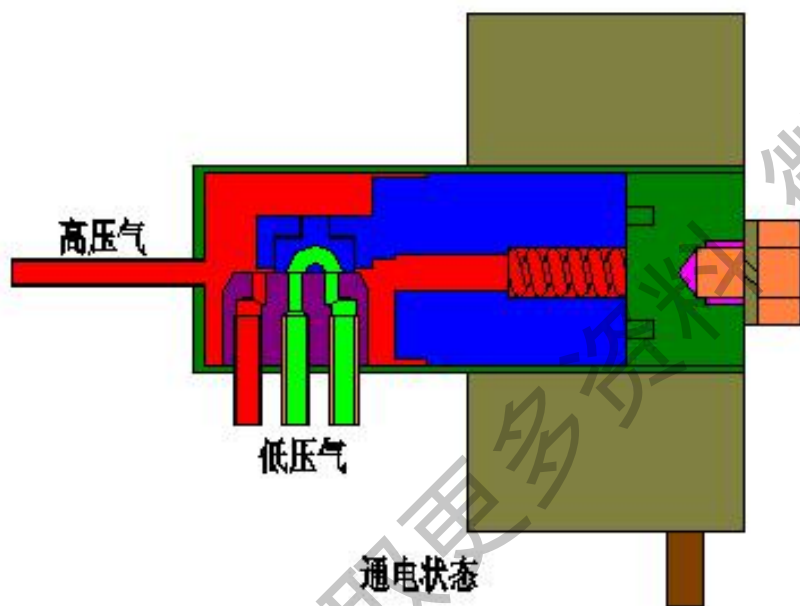
热泵型

热泵型空调器是在冷风型空调器的基础上加一只电磁换向阀（又称四通阀）换向阀的作用是使制冷剂流动方向改变，使原来冷却进行运行时的蒸发器变为冷凝器，制冷剂在冷凝器中放热，热量由风机吹风带进室内，达到供热目的。热泵型冷热两用空调是一种比较实用和完善的室内空调设备。它可以在夏季向房间内送冷风，冬季向房间内送热风，一机两用。

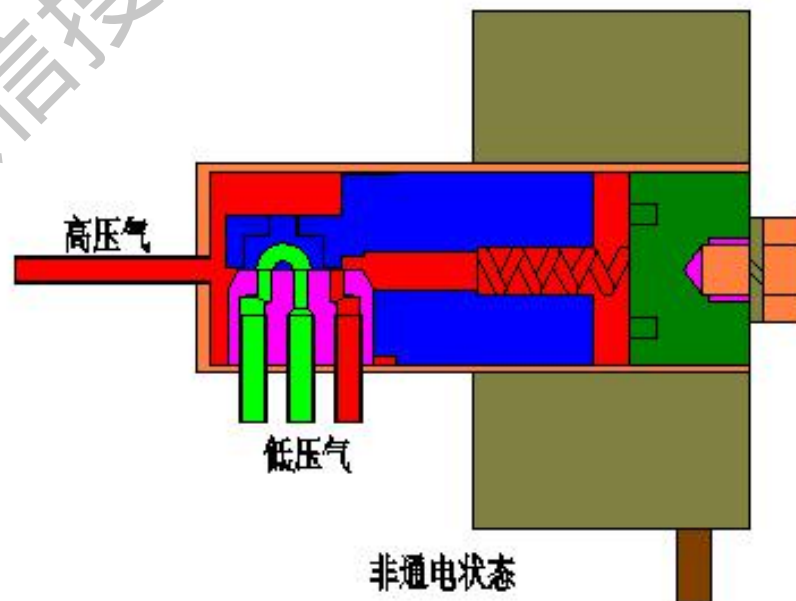
工作原理

制冷剂系统供热运行，此时冷热开关与触点（“热”）接通，电磁换向阀线圈通电激励，制冷剂先通室内换热器，放出热量后变成液体，在向室外换热器流动，在蒸发器那里放热。制冷剂系统冷却运行时，此时冷热开关与触点（“冷”）接通，电磁换向阀不通电，使制冷剂先经过室外换热器放热冷凝，然后流向室内换热器，蒸发制冷。

# 四通阀工作原理



制热

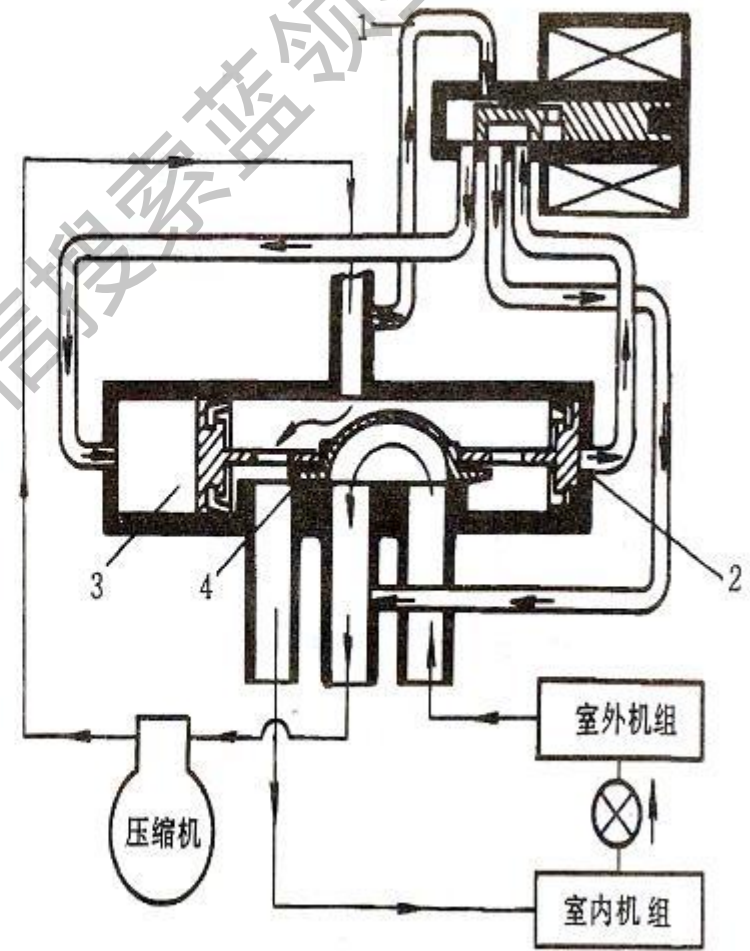
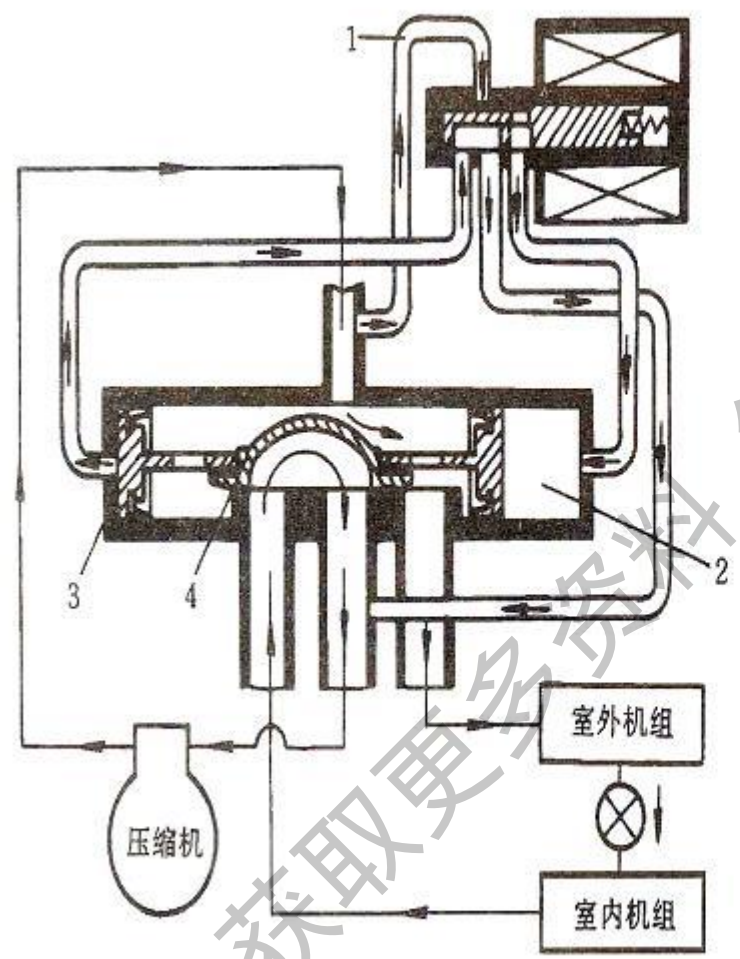


制冷

# 四通阀工作原理

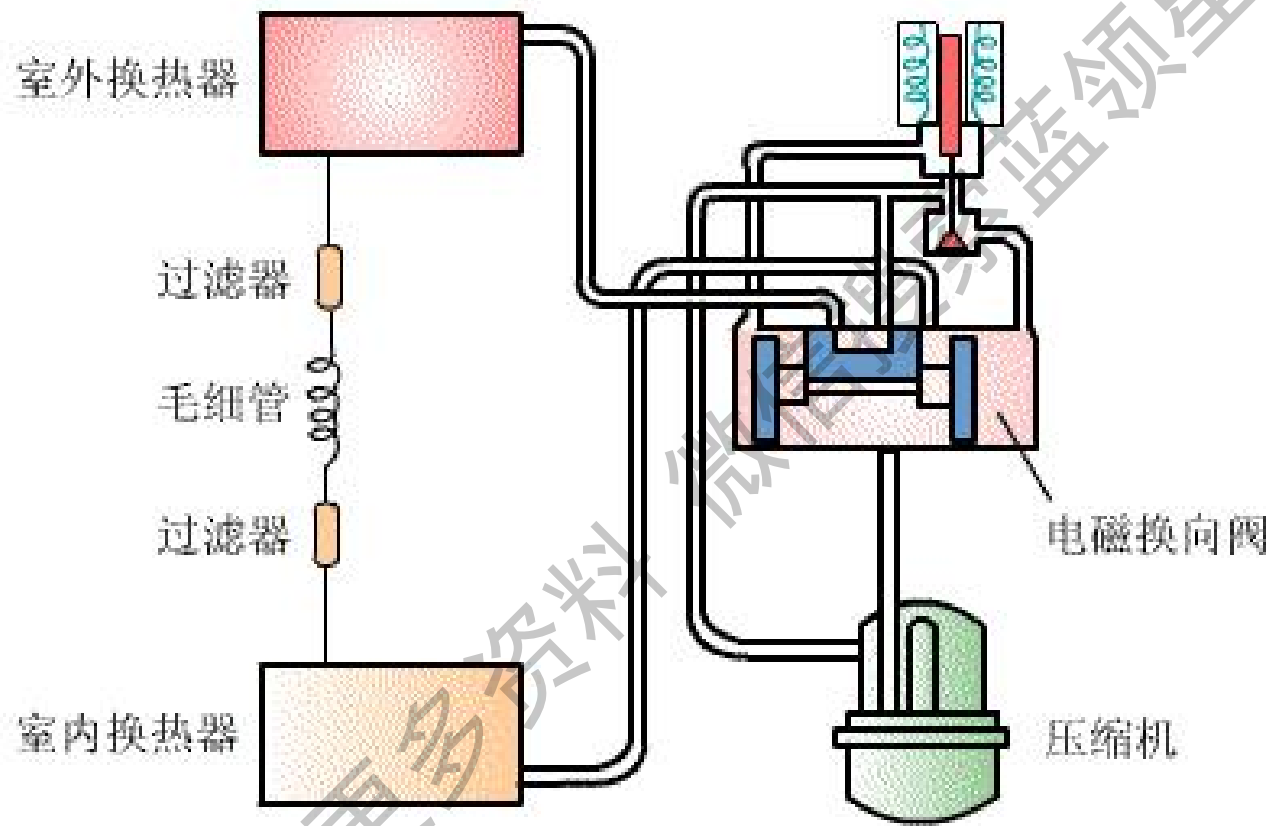
断电状态

通电状态



(a) 制冷循环

(b) 制热循环



热泵型空调器的工作过程





获取更多信息  
索蓝领星球

# 节流的工作原理

节流的工作原理是制冷工质流过阀门时流动截面突然收缩，流体流速加快，压力下降，压力下降的大小取决于流动截面收缩的比例。节流机构的作用：

1、节流降压。当常温高压的制冷剂饱和液体流过节流阀，变成低温低压的制冷剂液体并产生少许闪发气体。进而实现向外界吸热的目的。

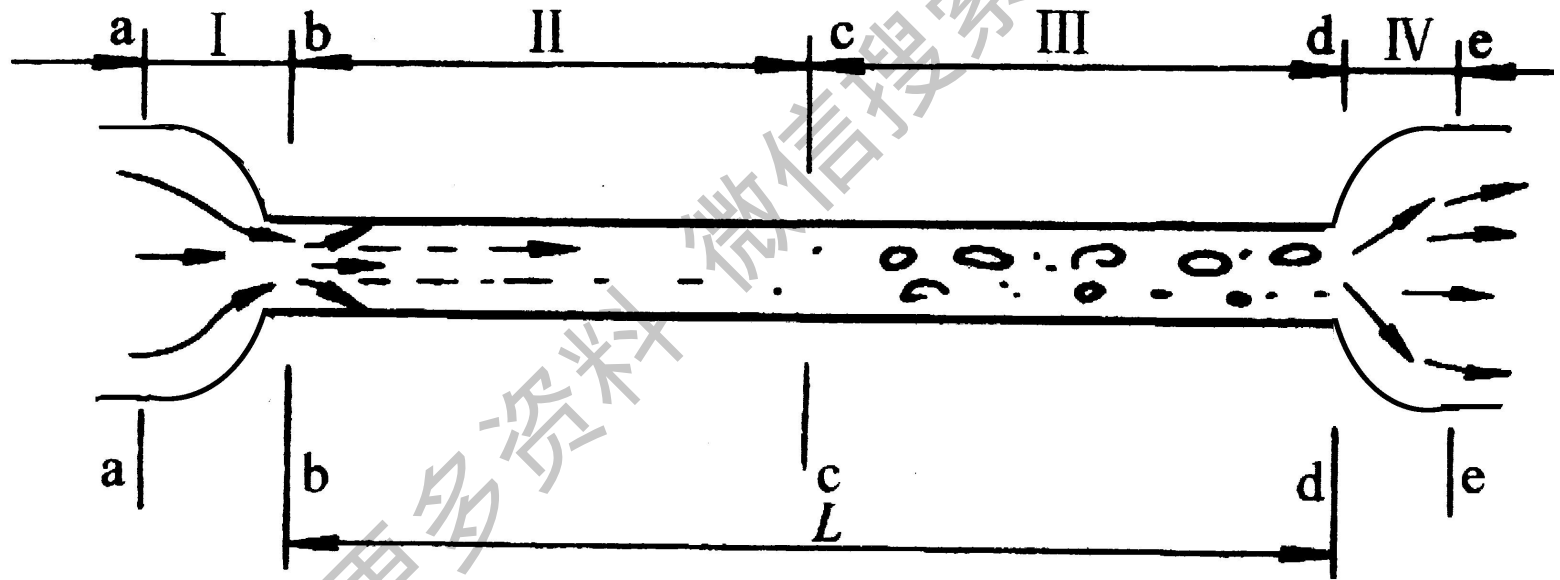
2、调节流量：节流阀通过感温包感受蒸发器出口处制冷剂过热度的变化来控制阀的开度，调节进入蒸发器的制冷剂流量，使其流量与蒸发器的热负荷相匹配。当蒸发器热负荷增加时阀开度也增大，制冷剂流量随之增加，反之，制冷剂流量减少。

3、控制过热度：节流机构具有控制蒸发器出口制冷剂过热度的功能，既保持蒸发器传热面积的充分利用，又防止吸气带液损坏压缩机事故的发生。

4、控制蒸发液位：带液位控制的节流机构具有控制蒸发器液位的功能，既保持蒸发器传热面积的充分利用，又防止吸气带液降低吸气过热度。

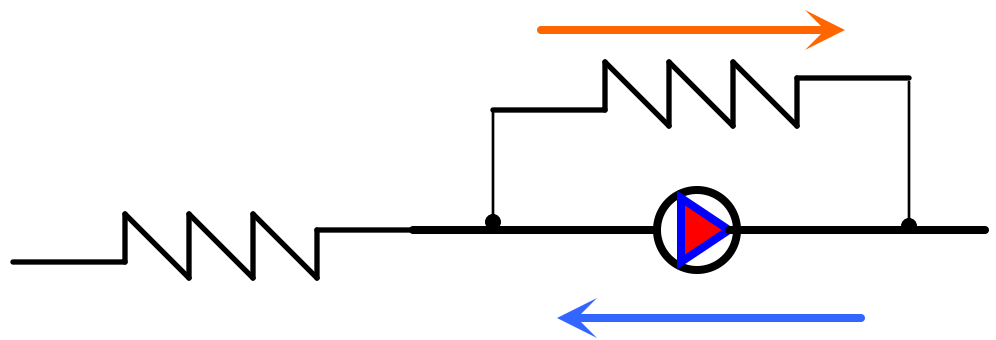


# 毛细管节流原理



## 毛细管与单向阀

一般说，热泵型空调在制热工况的制冷剂流量比制冷工况要小，因此，要使冷、热工况都达到最佳，必须采用不同流量的毛细管，由于制冷系统中制冷、热时制冷剂的流量不同，因此采用单向阀规定制冷、热的制冷剂流动路线，经过不同的毛细管，如图：



毛细管节流装置的特点：（1）毛细管由铜管拉制而成，结构简单，制造方便，价格低廉；（2）没有运动部件，不易产生故障和泄漏；（3）在一定范围内可以进行流量调节；（4）可以在制冷系统停止时，使高低压力迅速平衡。

毛细管的选用：毛细管中流动的是两相流体，计算很复杂，在实际应用中，一般根据经验和资料初选毛细管，然后再由实验最终确定。

## 热力膨胀阀

热力膨胀阀广泛应用于中央空调冷水机组。它既可控制蒸发器供液量，又可节流饱和液态制冷剂。根据热力膨胀阀结构上的不同，分为内平衡式和外平衡式两种。考虑到制冷剂流经蒸发器产生一定的压力损失，为降低开启过热度，提高蒸发器传热面积的利用率，一般自膨胀阀出口至蒸发器出口，制冷剂的压力降所对应的蒸发温度降超过 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，应选用外平衡式热力膨胀阀

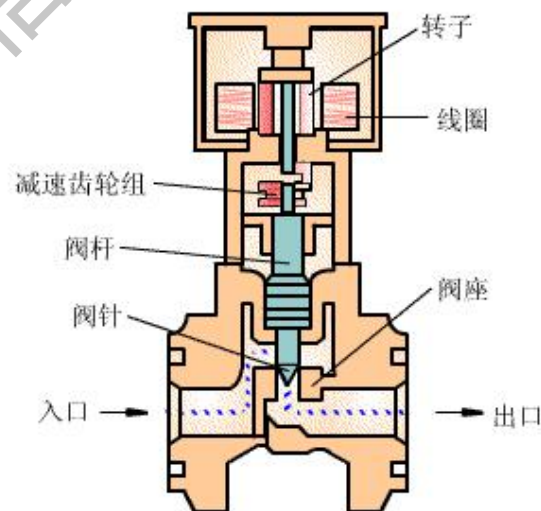
# 电子膨胀阀

电子膨胀阀——吸气过热度控制

吸气过热度控制系统由电子膨胀阀、压力传感器、温度传感器、控制器组成，工作时，压力传感器将蒸发器出口压力 $P_1$ 、温度传感器将压缩机吸气过热度传给控制器，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，将阀开到需要的位置。以保持蒸发器需要的供液量。电子膨胀阀的步进电机是根据蒸发器出口压力 $P_1$ 变化、压缩机吸气过热度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器人为设定，有效的控制过热度。另外，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，开闭特性和速度均可人为设定；电子膨胀阀可在10%--100%的范围内进行精确调节，且调节范围可根据不同产品的特性进行设定。选用电子膨胀阀——吸气过热度控制，机组无论在标准工况下、变工况、满负荷、变负荷运行维持较高的COP值水平。

## 电子膨胀阀

电子膨胀阀采用蒸发器出口温度或压力信号经控制器实现多功能的流量控制和调节。



电动式电子膨胀阀（减速型）

## 制冷系统中的其它制冷部件

**过滤器**：用来收集制冷系统和润滑系统中的固体杂质，防止系统堵塞，一般安装在节流装置前端，压缩机吸入口等位置，过滤网一般用金属丝网制做，网眼数60-100目。

**干燥过滤器**：除过滤器功能外，还具有除水份的功能，它是在过滤器中增加了干燥剂，干燥剂大多为物理吸附型，常用的有：活性氧化铝，硅胶和分子筛。

**贮液器**：安装在冷凝器的下游，使冷凝器的换热效果充分发挥作用，并且可以在制冷容量发生变化时起调节作用，小型空调一般不用。

**气液分离器**：防止制冷剂液体直接进入压缩机的一种装置，安装在压缩机吸气口之前，气液分离器容积一般为制冷剂充注量的50-60%，底部还具有回流制冷剂液体和润滑油的管道。





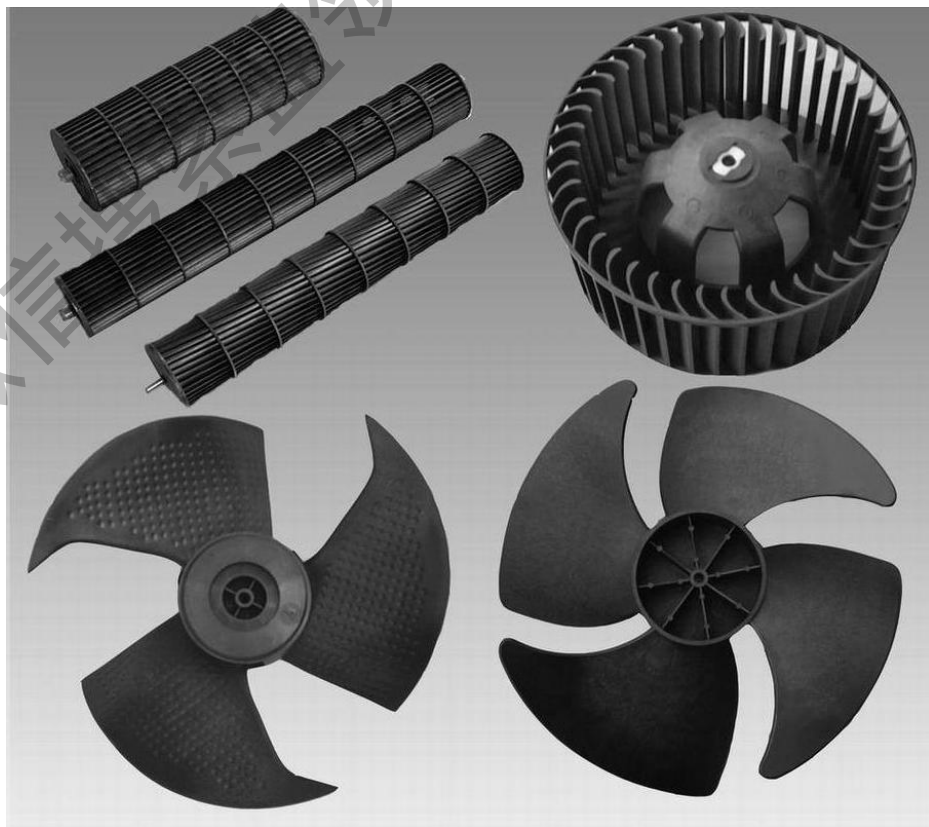
**截止阀**：用于切断或开通气、液制冷剂通路，为安装或维修而设立，家用空调一般采用二通直角截止阀，其中气阀上还有维修口，用于制冷剂充注、抽真空、接压力表等。



## 空调器中的送风装置

空调器送风主要由风扇完成，一般有三种形式：离心式风扇，轴流式风扇，贯流式风扇，挂壁式空调室内机采用贯流式风扇，整体式窗机和分体式落地式室内侧采用离心式风扇，室外侧一般采用轴流式风扇。

如图：



# 空调器的电气部件

空调器的电气控制系统主要控制空调装置正常运行，防止压缩机和风扇电动机因过载而烧毁。其控制系统主要由电动机、起动器、温控器、过载保护器、继电器、风扇电机及电路、步进电机及电路几部分组成，构成空调器基本电路，实现空调器运转控制和保护。它具有如下一些功能：

**(1) 自动控制室温** 根据室温传感器检测到房间内的实际温度与设定温度进行比较，由温差的大小来控制空调器的开、停，从而将室温控制在一个理想的范围内。

**(2) 风速控制** 空调装置室内风扇电机的调速一般采用三速或无级调速方式，在高风速时可以快速制冷、制热；在低风速时可以降低噪声。

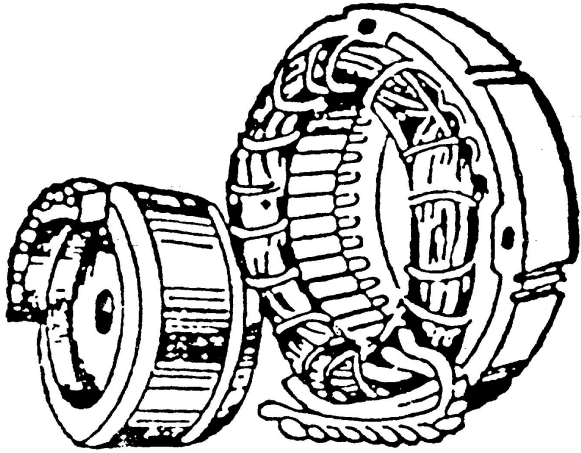
**(3) 自动摆叶** 空调器的出风栅都有左右导风叶片和水平导风叶片。导风叶片就是在步进电机的驱动下使风叶自动摆动，使空调装置的出风可以吹向房间的各个方向，保证房间温度均匀。

**(4) 过载保护** 空调装置正常运转时，随着环境温度等因素的变化，运转电流及温度会升高，如果过大可能会导致压缩机损坏。过载保护装置可以根据运转电流的大小和温度的高低控制压缩机的开停。

**(5) 延时电路** 如果压缩机停止运转后马上重新启动，在空调制冷系统中，高、低压压力没有来得及平衡，使压缩机启动困难，甚至因过载而烧坏压缩机。延时起动功能就是保证压缩机停机后，如果再起动，必须经过一段时间来平衡系统中的压力，所以压缩机停机后要延时3~5分钟才能启动。

# 一、电动机

## 1、单相电动机

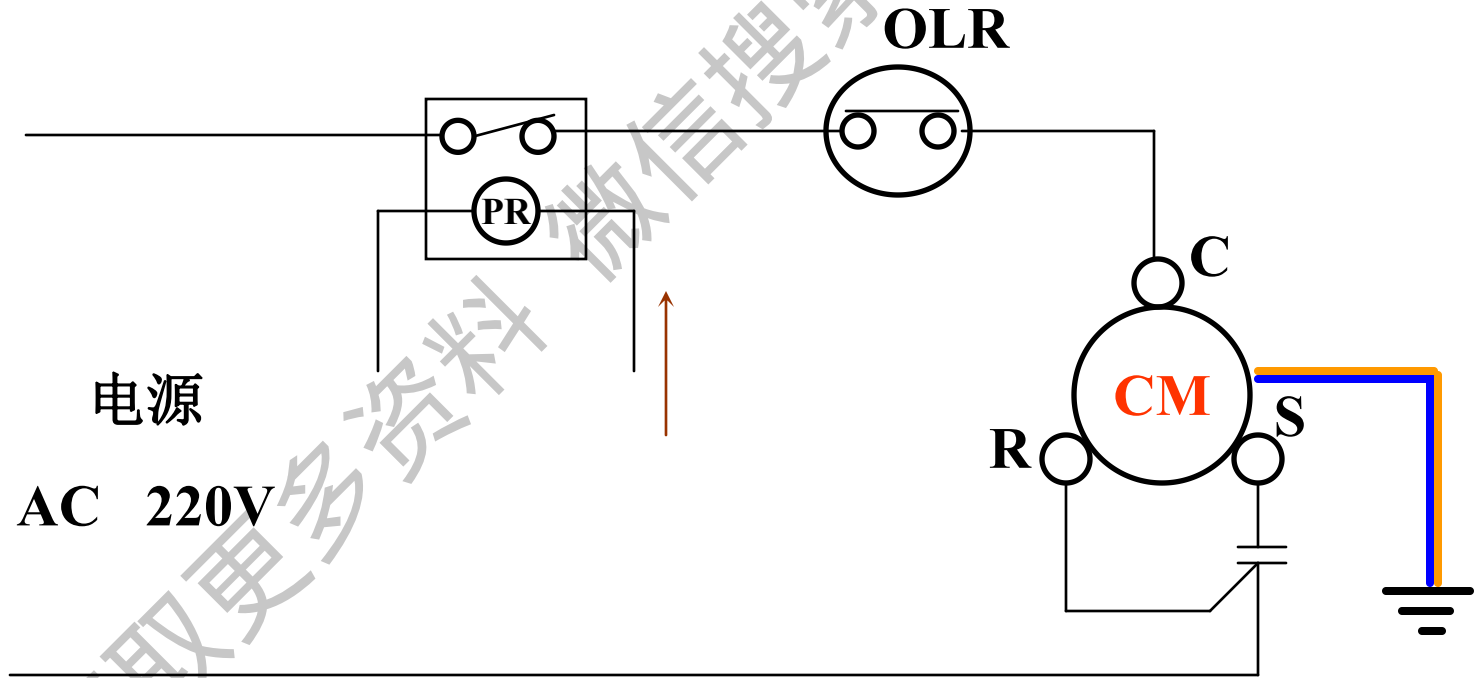


绕组有两个，一个是起动绕组，也称付绕组，导线较细，电阻较大；另一个是运行绕组，也称主绕组，导线较粗，电阻较小。

由于单相感应电动机不能产生旋转磁场而获得起动转矩，为了获得起动转矩，人们采用多种办法，并形成不同类型的单相感应电动机，如阻抗分相起动式（RSIR）、电容起动式（CSIR）、电容运转式（PSC）和电容起动运转式（CSR）。

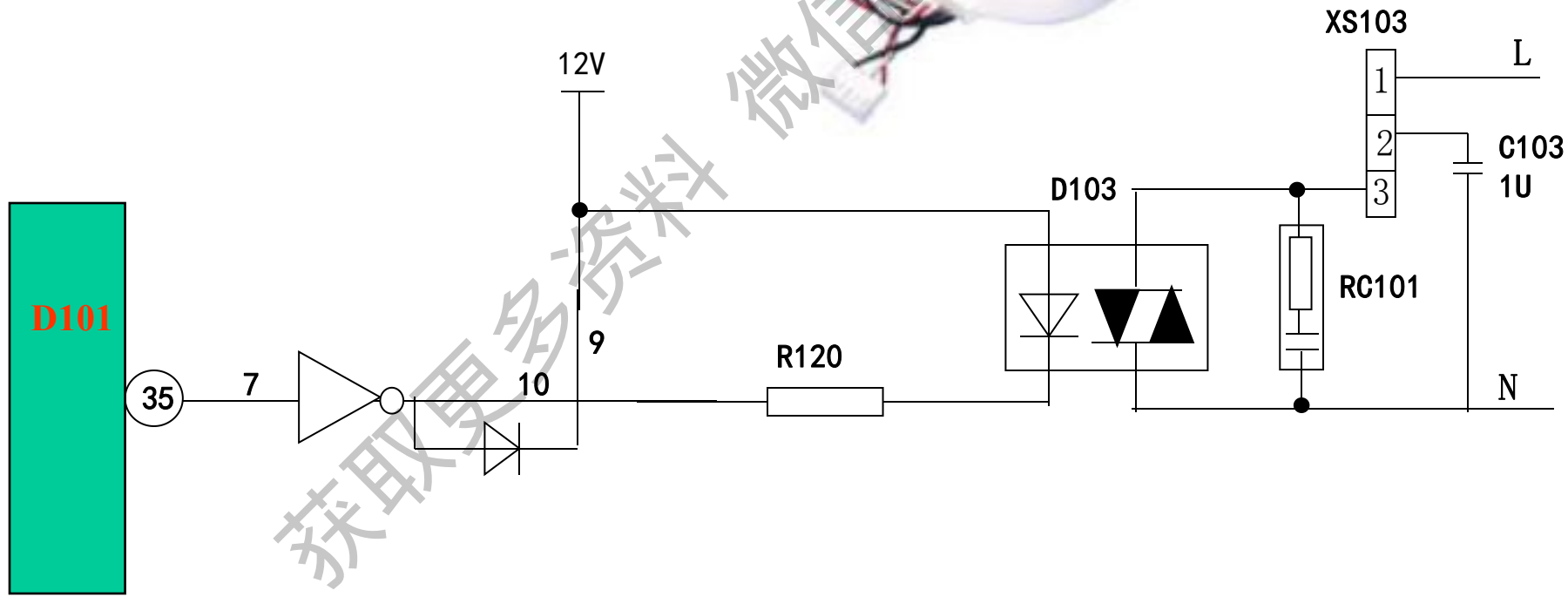
## 2、三相电动机

### 二、空调器启动与保护电路



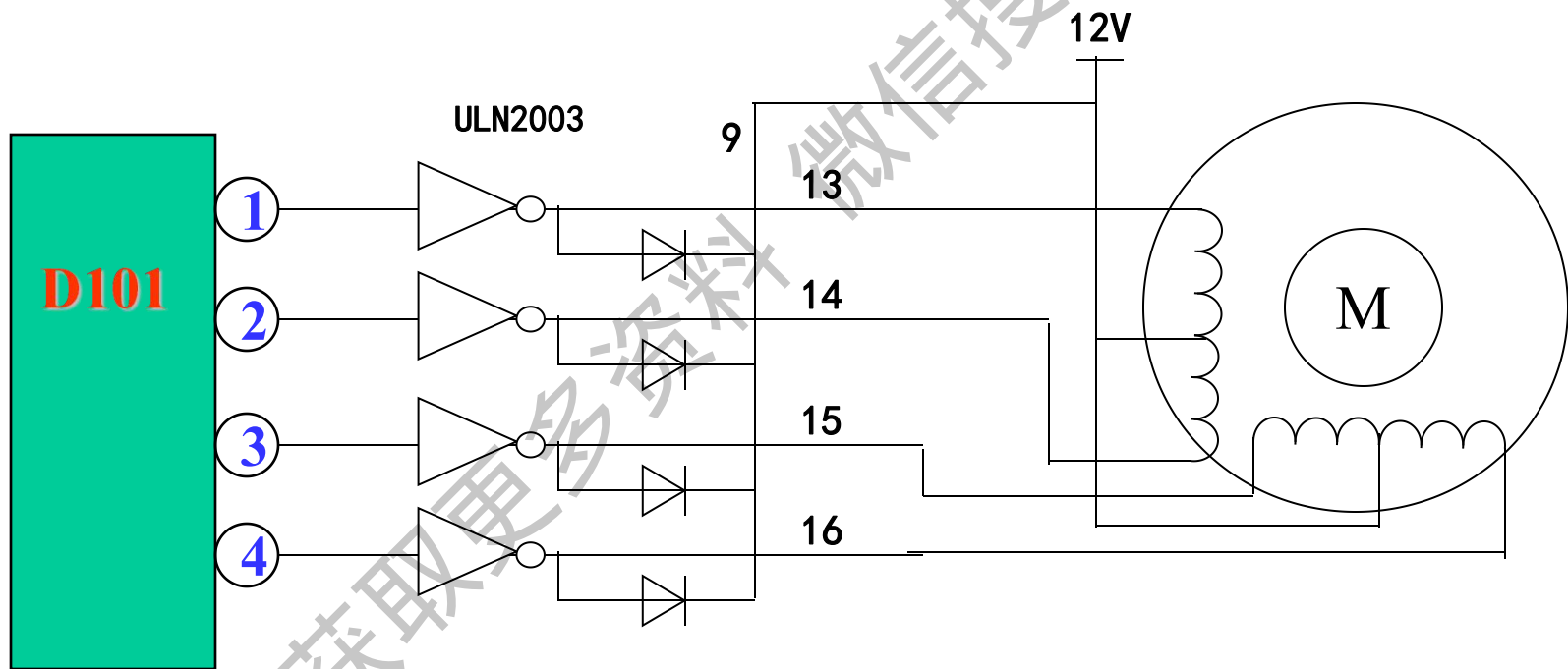


# 三、风扇电机及电路



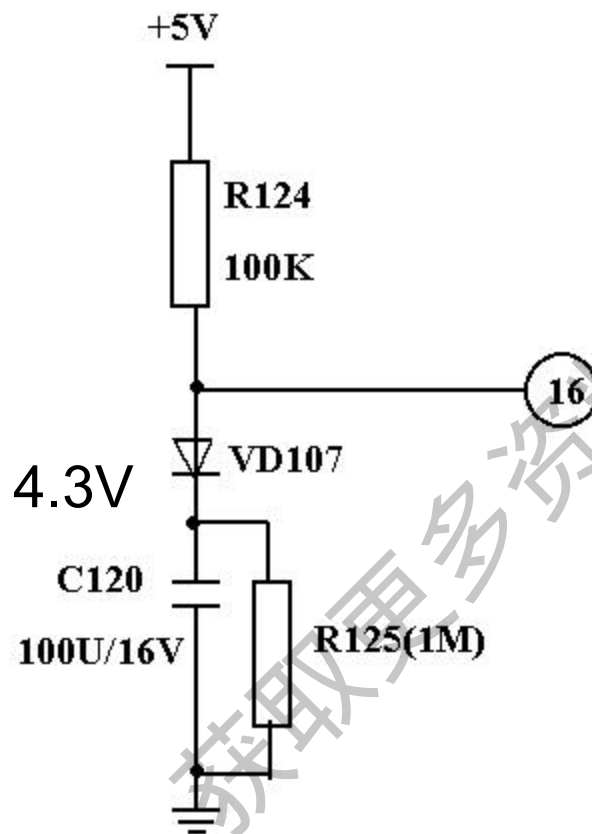


# 四、步进电机及电路



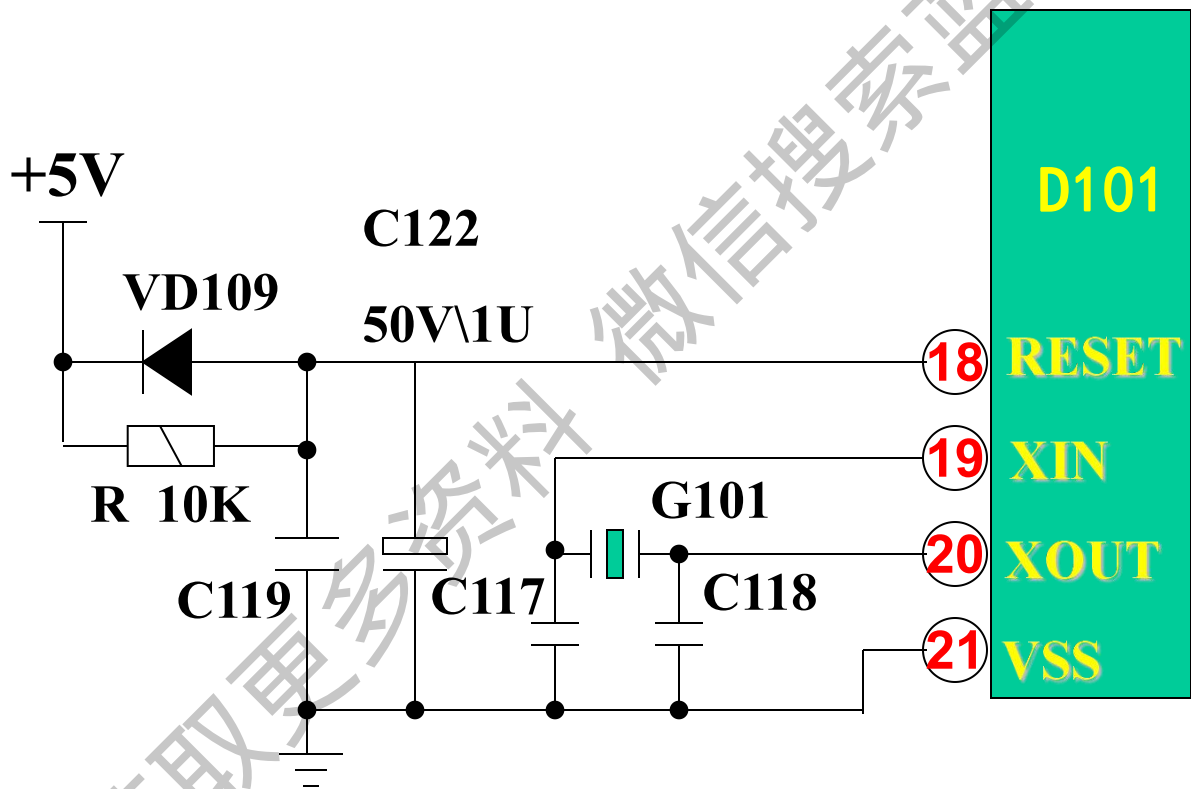
## 五、微控制器外围基本电路

### 1、三分钟延时电路



三分钟延时用于控制空调器交流断电后再启动时为了保护压缩机而设置的延时功能，主要防止空调制冷系统高、低压侧压力未平衡时，压缩机启动而引起的过载，导致压缩机损坏。

## 2、复位及时钟电路

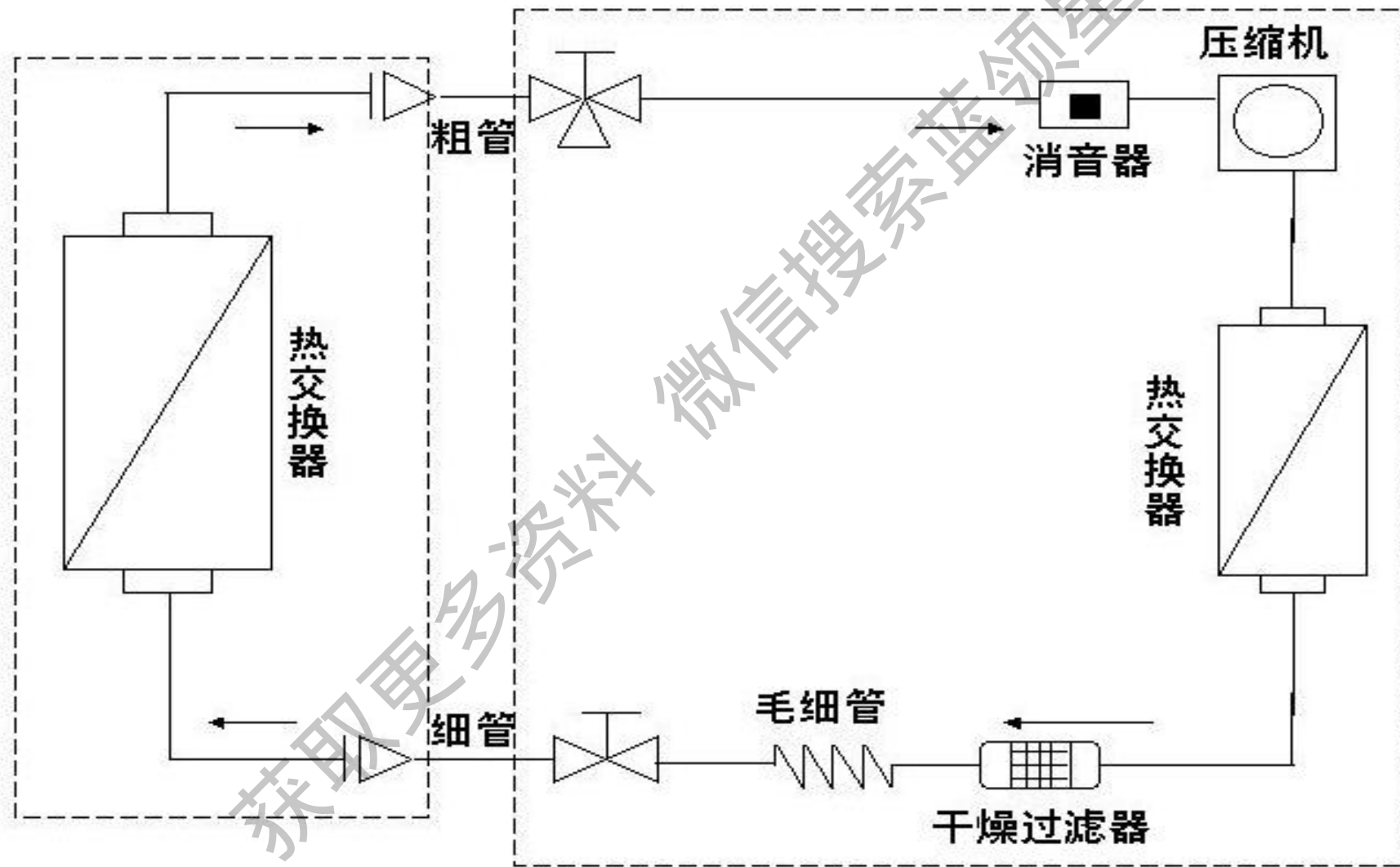


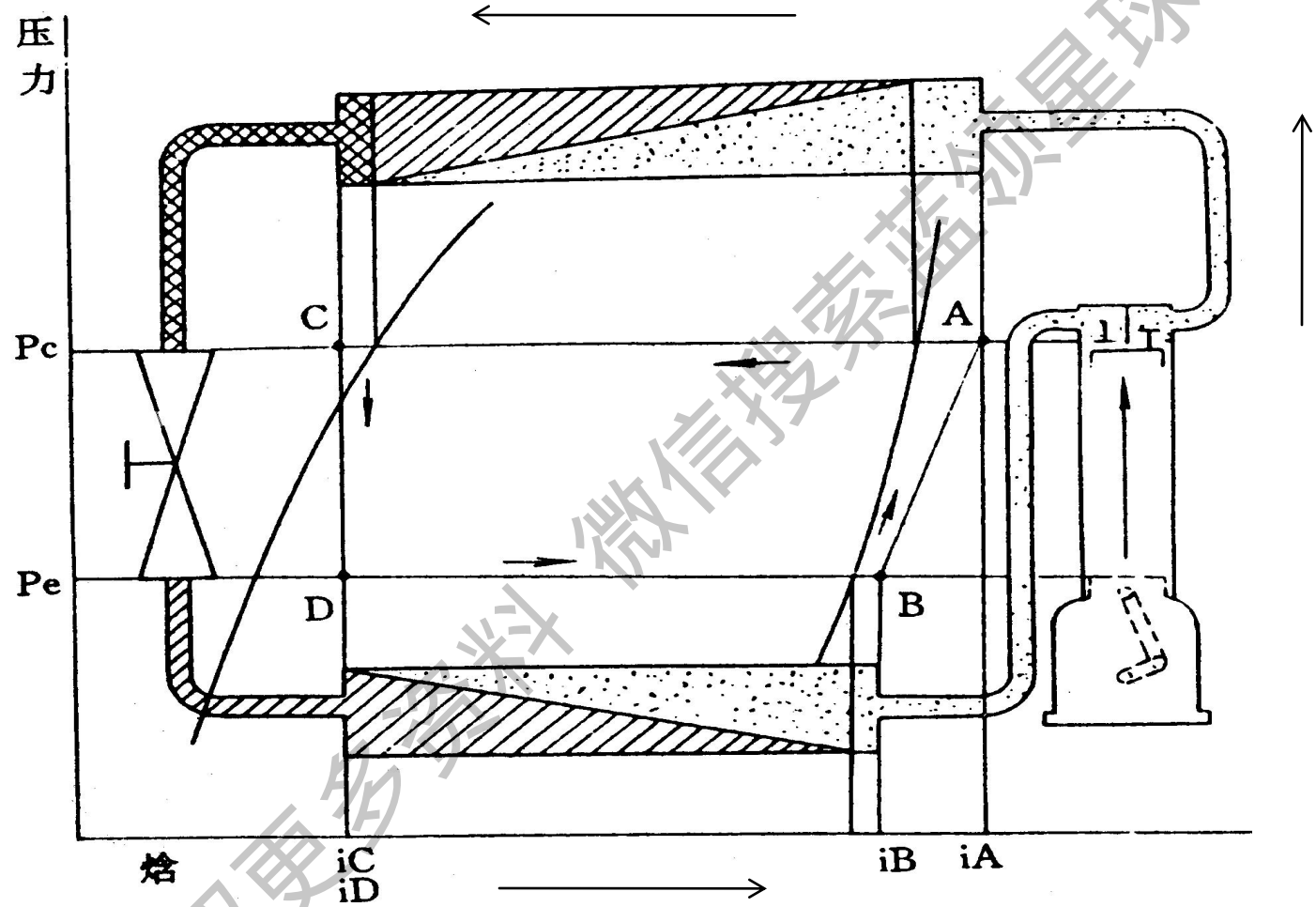
# 第五章

# 家用空调器的基本原理

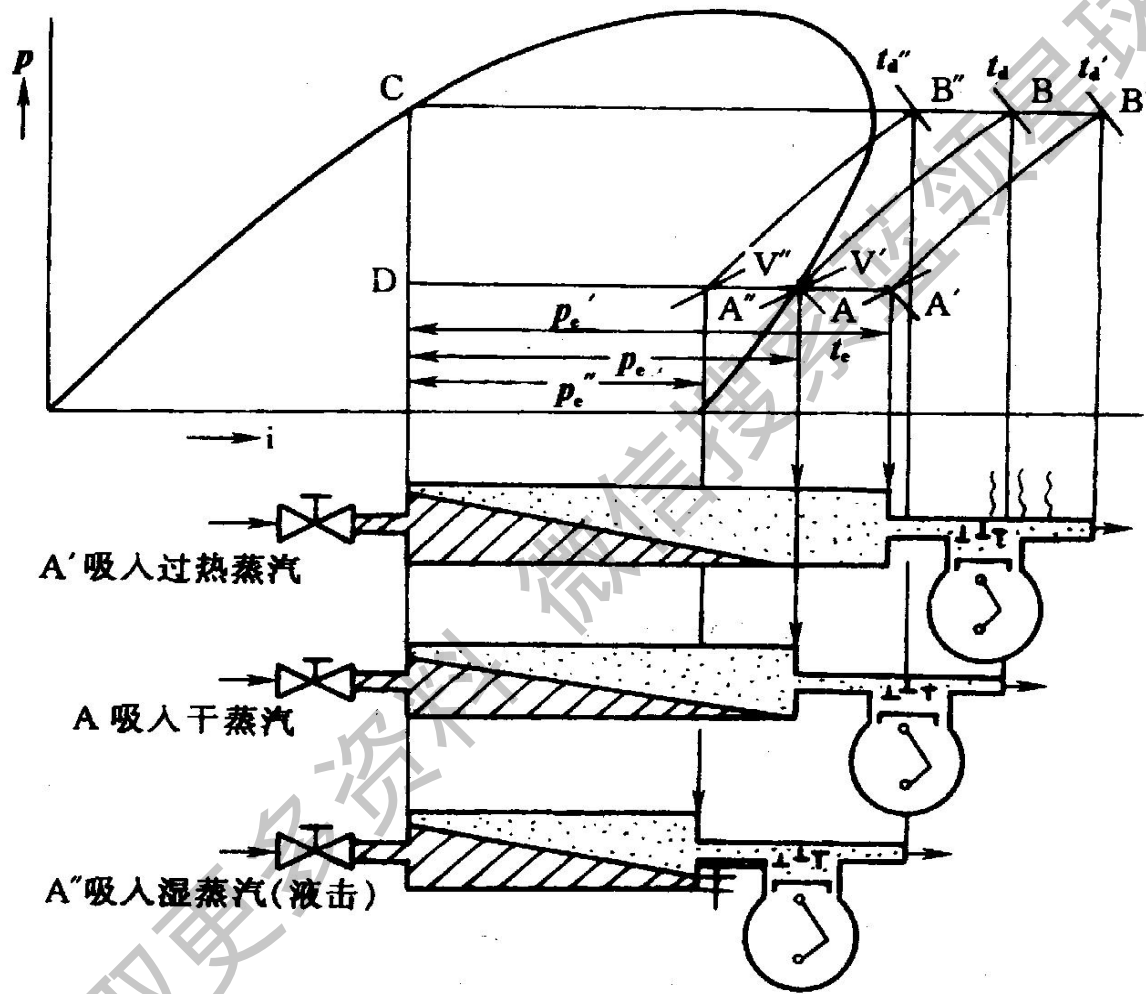
获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 一、制冷原理





单级压缩制冷循环

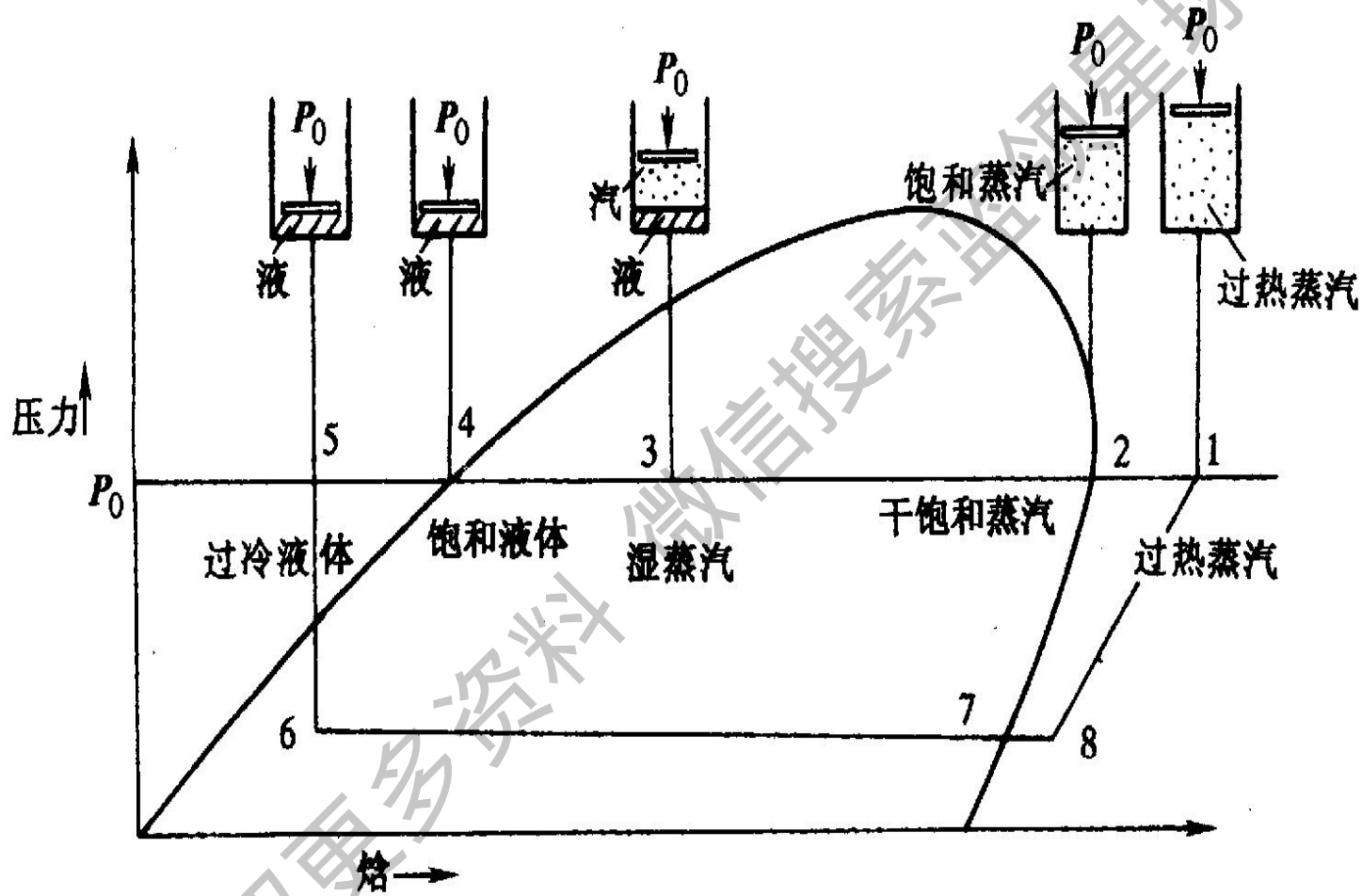


A' 吸入过热蒸汽

A 吸入干蒸汽

A'' 吸入湿蒸汽(液击)

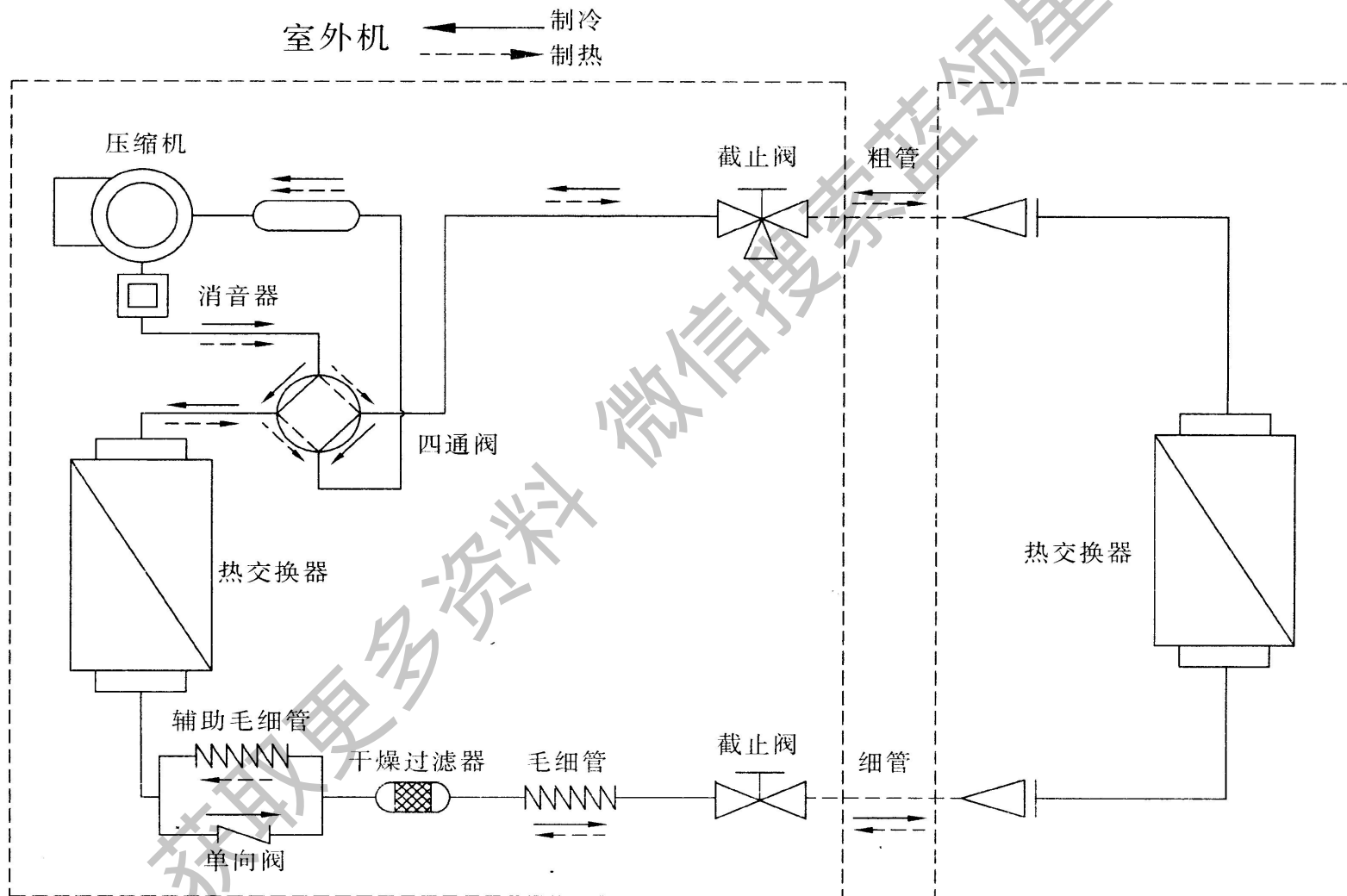
吸气状态

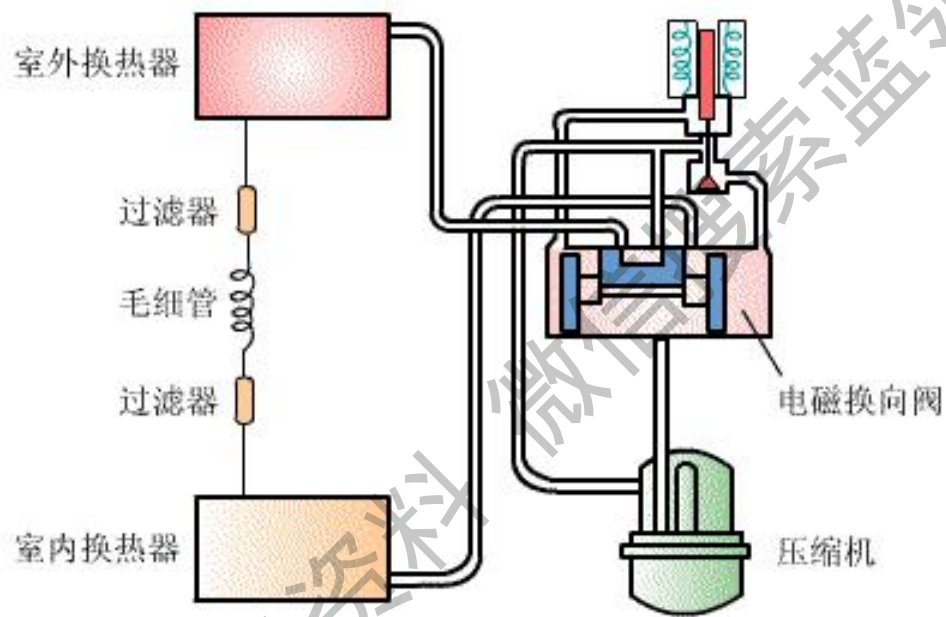


冷凝过程



## 二、制热原理





热泵型空调器的工作过程

## 三、制霜原理

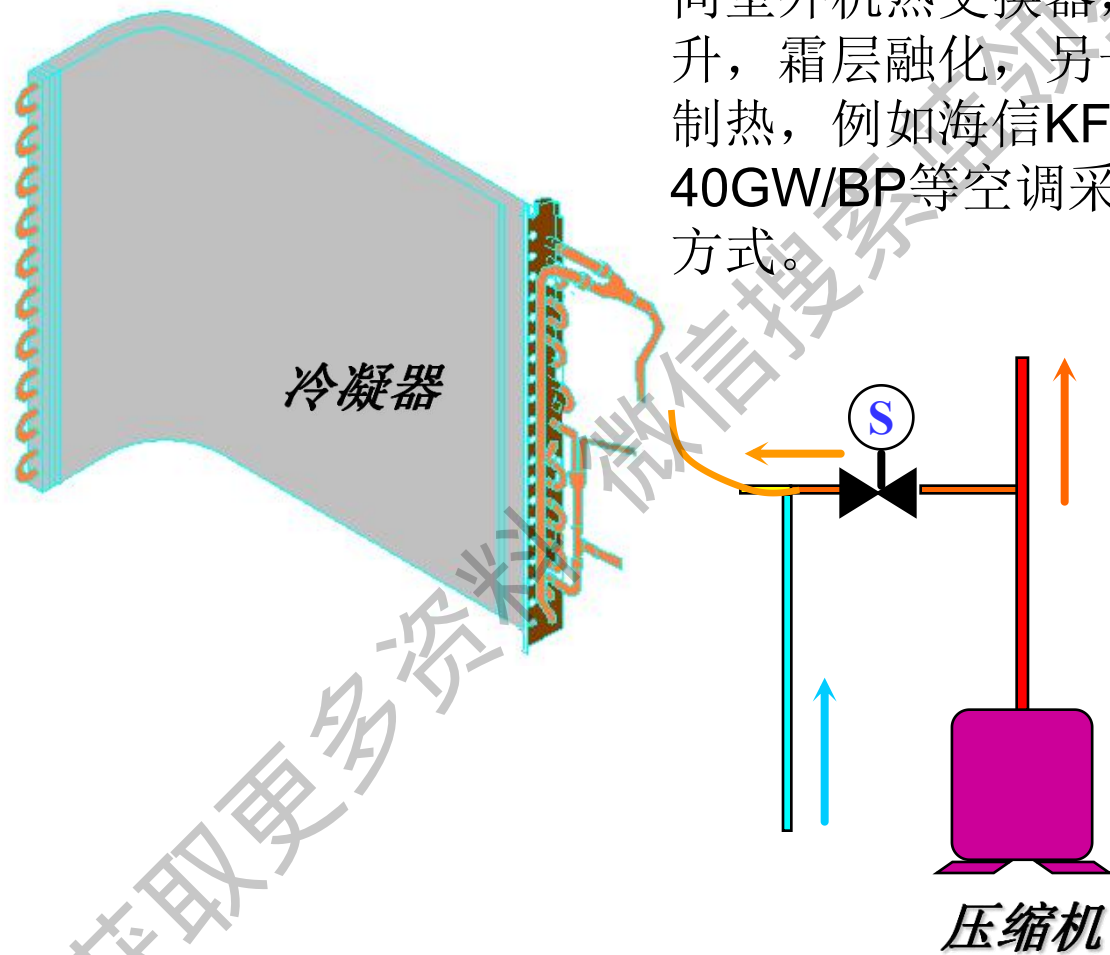
### 除霜的必要性

在热泵式空调器制热过程中，由于要从室外侧获取热量，而室外侧的空气温度较低，通常室外换热器的表面温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，在潮湿的环境下，空气中的水分就会以“霜”的形式在换热器表面出现，如果不及时除去，将会越来越厚，影响到换热系数和空调的制热效果（室内温度低），甚至会损坏空调器。

## 除霜的方式

**(1) 停机除霜：**最常用的除霜方式，在除霜时四通阀转换制冷剂流向，将压缩机产生的高温气体排入室外侧换热器中进行除霜，此时需要停止向室内提供暖气，并且室外机的风扇也停止工作。

## (2) 不停机除霜:



不停机就是继续制热运转，从压机出来的高温高压的制冷剂气体一部分流向室外机热交换器，使热交换器温度上升，霜层融化，另一部分继续流向内机制热，例如海信KFR-35GW/BP KFR-40GW/BP等空调采用不停机的除霜的方式。

获取更多资料

## 进入除霜的判断方法

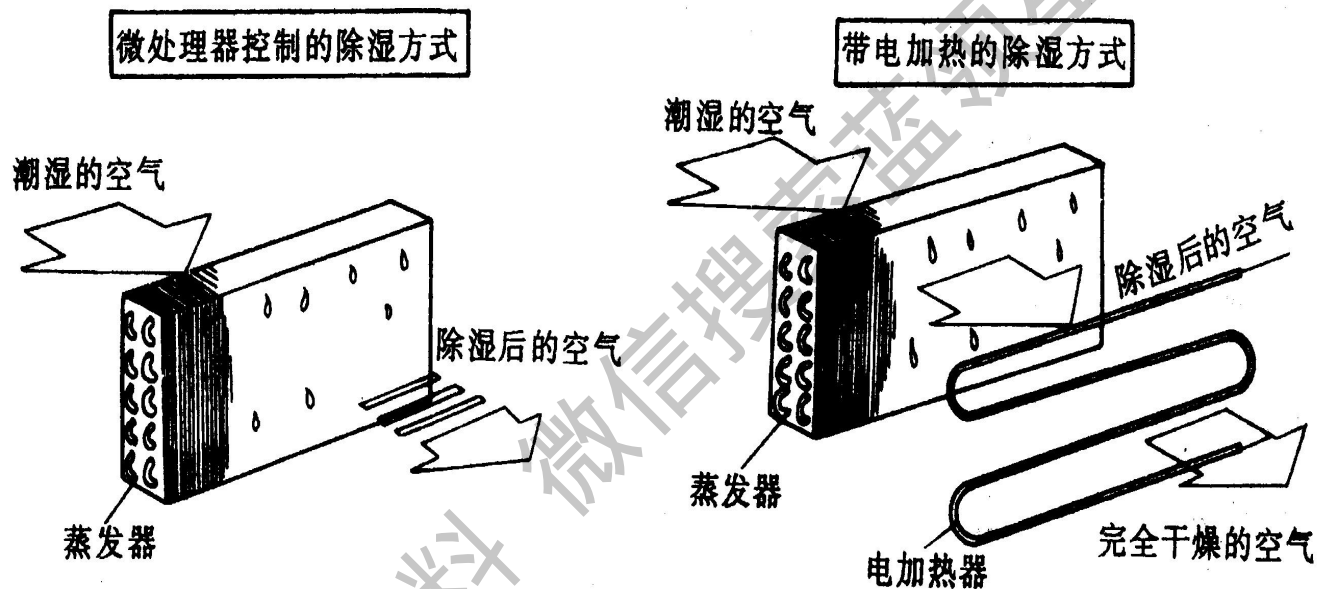
- (1) **定时除霜**：当空调器控制热模式运转一段时间（1小时）后除霜，可能引起误除霜；
- (2) **智能除霜**：通过对各种条件的综合判断，决定是否除霜，即室外盘管温度 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ；室外环境温度-室外盘管温度 $\geq$ 设定值；室内盘管温度下降幅度 $\geq$ 设定值；
- (3) **退出条件**：室外盘管温度 $\geq$ 设定值；除霜时间 $\geq$ 设定值。

## 除霜过程

(1) **不停机除霜**：室外风扇停，压缩机高频运转，电磁阀打开。除霜完成后，关闭电磁阀，压缩机按控制要求频率运转；

(2) **停机除霜**：停压缩机、风扇，关四通阀，开压缩机，除霜完成后，停压缩机，开室外风扇和四通阀，开压缩机，室内风扇按防冷风条件运转。

## 四、除湿原理



当环境温度在 $15^{\circ}\text{C}$ 以上，空气较为潮湿时，可以利用空调器的除湿功能。对于有除湿功能的空调器，可以直接应用除湿键进行除湿运行；对于没有除湿功能的空调器，可让空调器处于制冷运行状态，让风机在低风速下运转。

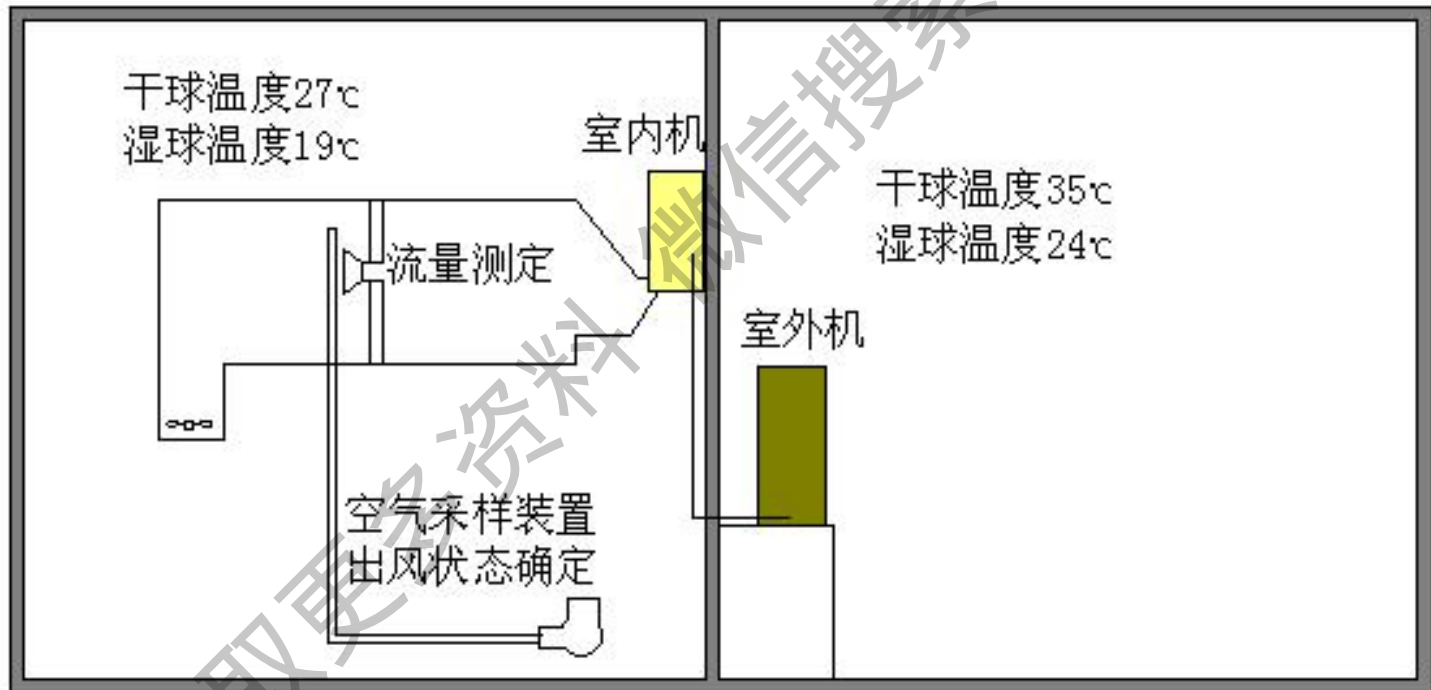


## 空调器性能实验方法简介

空调器的性能测试有两种方法：**房间型量热计法**或**空气焓差法**。

(1) **房间型量热计法**：通过测定用于平衡空调器室内侧制冷量和除湿量所输入量热计室内侧的热量和水量来测试空调器室内侧的制冷量；通过测定用于平衡空调冷凝器侧排出的热量和凝结水量的制冷量来测试空调器室外侧的制冷量；所测出室内侧制冷量与室外侧的制冷量两者之间误差小于4%，实验结果即为空调器的有效制冷量；属于间接测试。

(2) 空气焓差法：测定空调器出风口状态参数、流量决定制冷量，属于直接测试。



$$\text{制冷量} = (\text{吸入空气焓值} - \text{排出空气的焓值}) \times \frac{1}{\text{排出空气的比容}} \times \text{风量} \times \frac{1}{860}$$

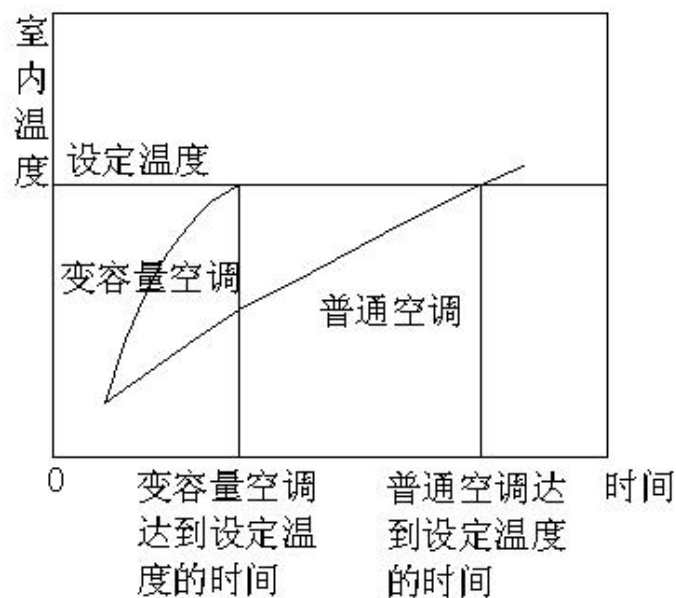
## 五、变容量空调器

### 变容量空调器的概念

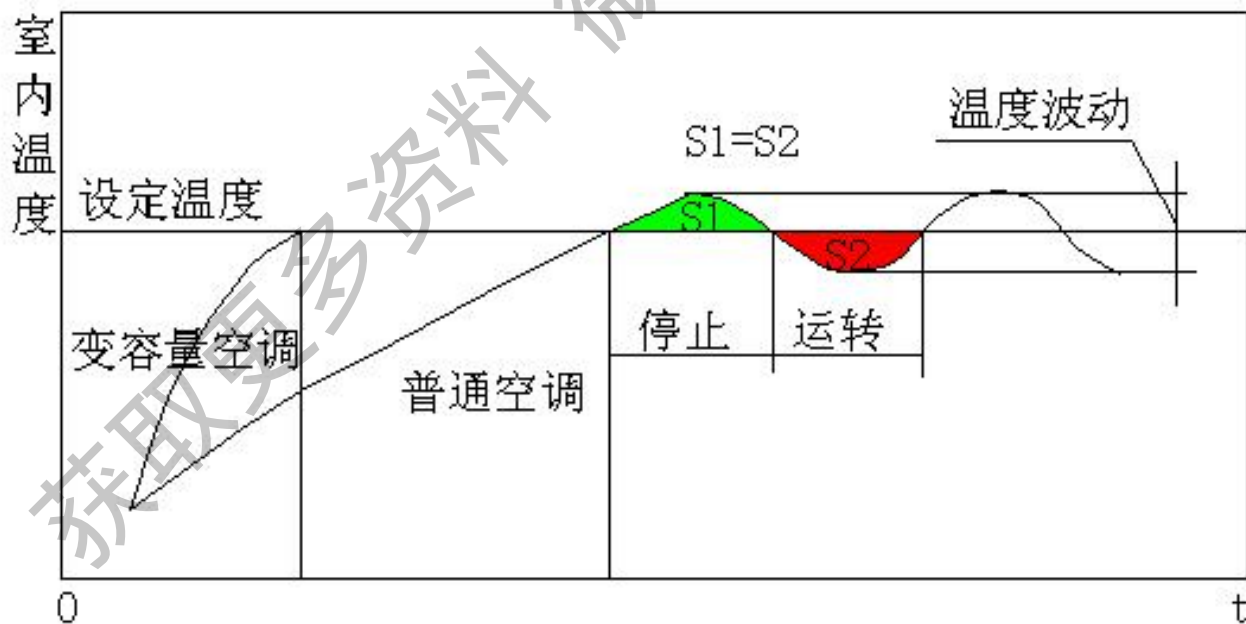
变容量空调器是指制冷量可以根据环境变化而变化的空调器，包括交流变频空调器，直流变转速（频）空调器，**TS**变容量空调器，**ECO-MULTI**变容量空调器，数码涡旋变容量空调器等。

# 变容量空调器的特征

(1) **快速制冷、制热：** 由于空调负荷不是固定不变的，负荷一般随时间不同都不一样，特别是在空调开始时，需要较大的空调量使之迅速达到设定温度，而当接近（达到）设定温度时，空调需求量减少，变频容量空调器可以满足要求，如图



**(2) 舒适（恒定温度）：**普通空调的能力是固定的，对室内温度的调节是通过对压缩机的运转和停止来实现的，而变容量压缩机是通过对压缩机容量的控制实现与外界负荷的匹配，所以室内温度的波动非常小。如图



**(3) 节能运转：**当普通空调停止时，制冷循环中的冷暖能源会白白消失掉；当再次运转时，要重新建立新的冷暖热源。而变容量空调则进行能量调节，通过减少空调的能力，减少压缩机的运转、停止次数，达到节能目的。

**(4) 强劲制热：**普通空调在室外温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 以下时，制热效果较差；变容量空调器可以通过增加能力来进行弥补，所以当室外温度很低时也能发挥能力。

# 变容量压缩机

(1) 交流变频压缩机：与一般压缩机一样以感应电动机作为其驱动源，通过改变电机电源的输入频率改变压缩机转速，达到调节能量的目的。一般有转子式、涡旋式两种交流变频压缩机，由于受电气控制方面（功率因数、变频模块等）的限制，交流变频压缩机的容量一般在**5P**以下；活塞式压缩机由于受密封和润滑等的限制，目前没有变频产品；

**(2) 直流变频（速）压缩机：**采用**DC**电动机作为驱动源，转子采用永磁体材料，不需要二次电流，效率高，但成本相对也高；

**(3) 数码涡旋：**前面已经介绍，优点：控制简单，无电磁干扰，电气成本低；

**(4) TS活塞压缩机：**前面已经介绍，优点：控制最简单，无电磁干扰，电气成本低，但只能进行有级调节；

**(5) ECO-MULTI压缩机：**前面已经介绍，优点：控制简单，无电磁干扰，电气成本低；



# 电子膨胀阀在变容量空调中的应用

在变容量系统中，冷媒的流量相应会发生变化，毛细管只能在很小的范围内调节，为适应大范围的容量变化，一般设置比例膨胀阀（电子膨胀阀），它可以与变容量压缩机流量精确匹配，实现变容量过程。

# 1、AC变频原理

$$N = \frac{60 \times f \times (1 - S)}{P}$$

**N: 压缩机转速**

**F: 压缩机输入频率**

**S: 电机转差率**

**P: 电机极对数**

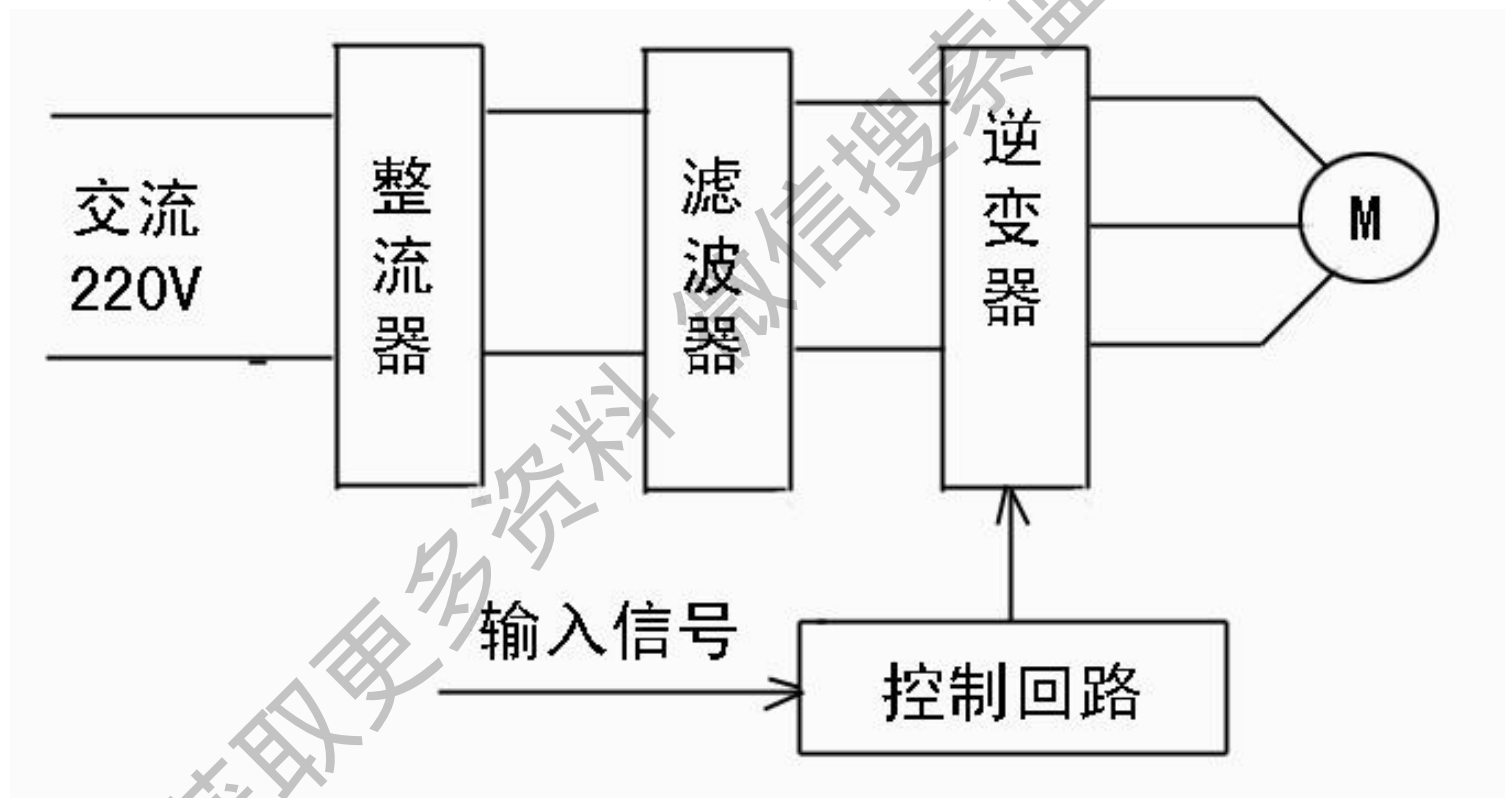
对于异步电动机来说，当负载转速恒定时，其转速与电源频率成正比。当忽略定子绕组阻抗引起的电压降时，异步电动机定子绕组中的磁势（反电动势）E与端电压U之间有如下关系：

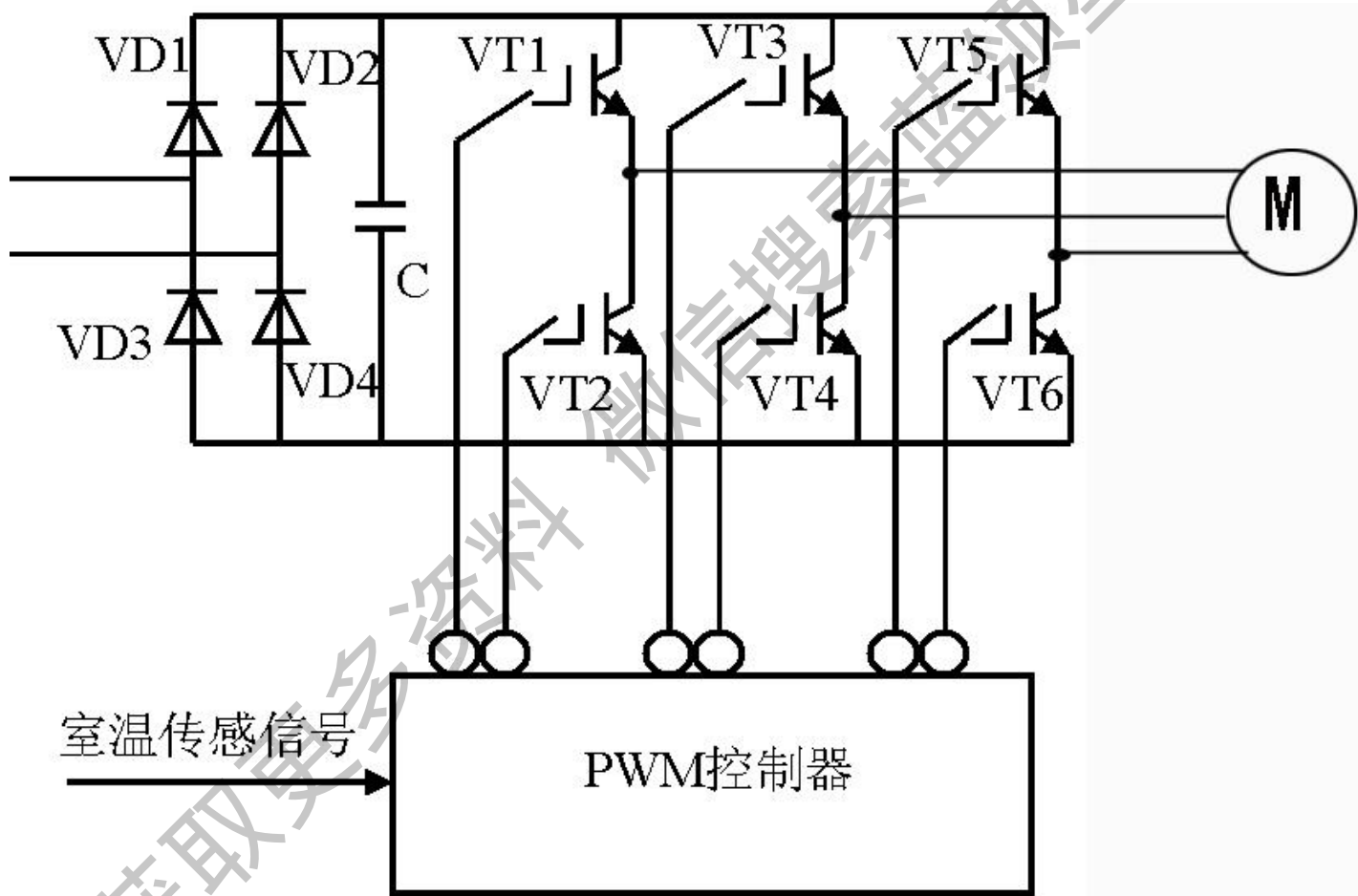
**$U \approx E = 4.44Kf\phi$** ，式中， $\phi$ —气隙磁通；K—为常数。

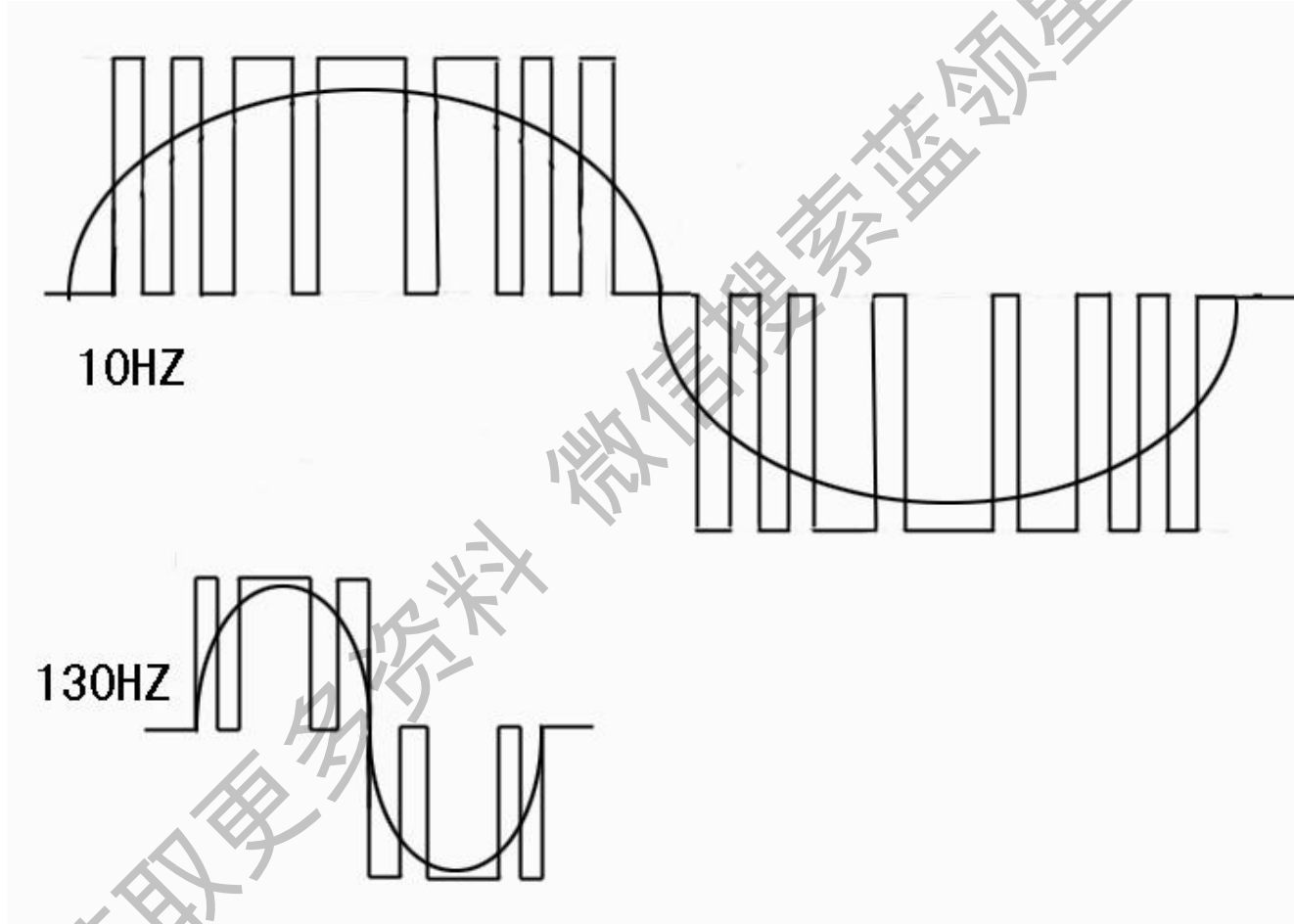
上式中若 $U$ 不变，频率 $f$ 增加，气隙磁通 $\phi$ 将减小，而 $\phi$ 减小将导致电动机输出转矩下降。相反， $U$ 不变，频率 $f$ 减小，气隙磁通 $\phi$ 将增加，电动机输出转矩上升，但 $\phi$ 增加可能使磁路饱和。

在实际运用中，为保持电动机调速时的最大转矩 $M$ （ $M=12C_m\phi\cos\theta$ ， $\theta$ 为相位角、 $C_m$ 为常数）不变，为保持恒定的磁通，只要使 $U/f=K$ （常数）即可。也就是说，改变频率调速的同时还改变定子端电压。即VVVF方式。

# 交流变频调速基本原理框图







获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

采用**SPWM**方式进行脉宽调制时，脉冲系列的占空比按正弦规律排列。由**SPWM**方式生成的电压脉冲波形使电流中的高次谐波分量大为增加。高次谐波电流对空调系统主要有以下**3**方面负面影响：

(1)过多的谐波分量将使压缩机产生附加转矩，使电动机轴的输出转矩减小；

(2)谐波电流中的载波频率分量将引起电动机铁芯的振动，产生电磁噪声；

(3)载波频率分量的谐波电流，有较强的电磁辐射能力，会影响其它电子设备的正常工作。

鉴于上述原因，必须改善**SPWM**波形，提高变频器的性能。其具体方法是：

**(1)提高载波频率。**提高载波频率，可减小电流的高次谐波分量，使空调器的噪声频率偏离人体敏感听觉频率范围；但载波频率过高，**IGBT**的开关损耗越大，使用寿命越短，所需散热器尺寸越大。反之亦然。

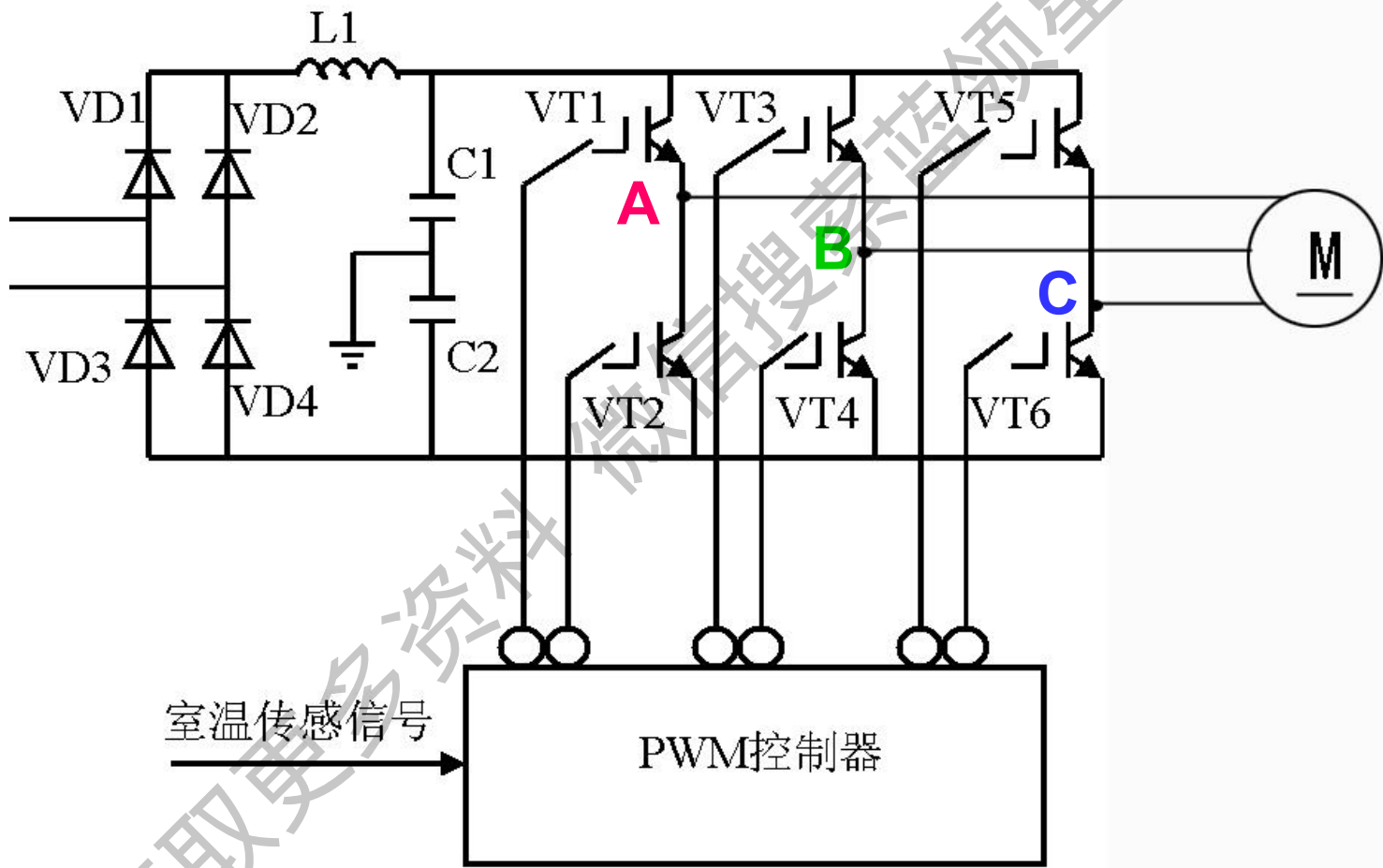
**(2)采用修正型SPWM算法。**对较低载波频率条件下生成的**SPWM**波形进行修正，使负载电流的波形更好地逼近正弦波形，以减小电流的高次谐波分量。

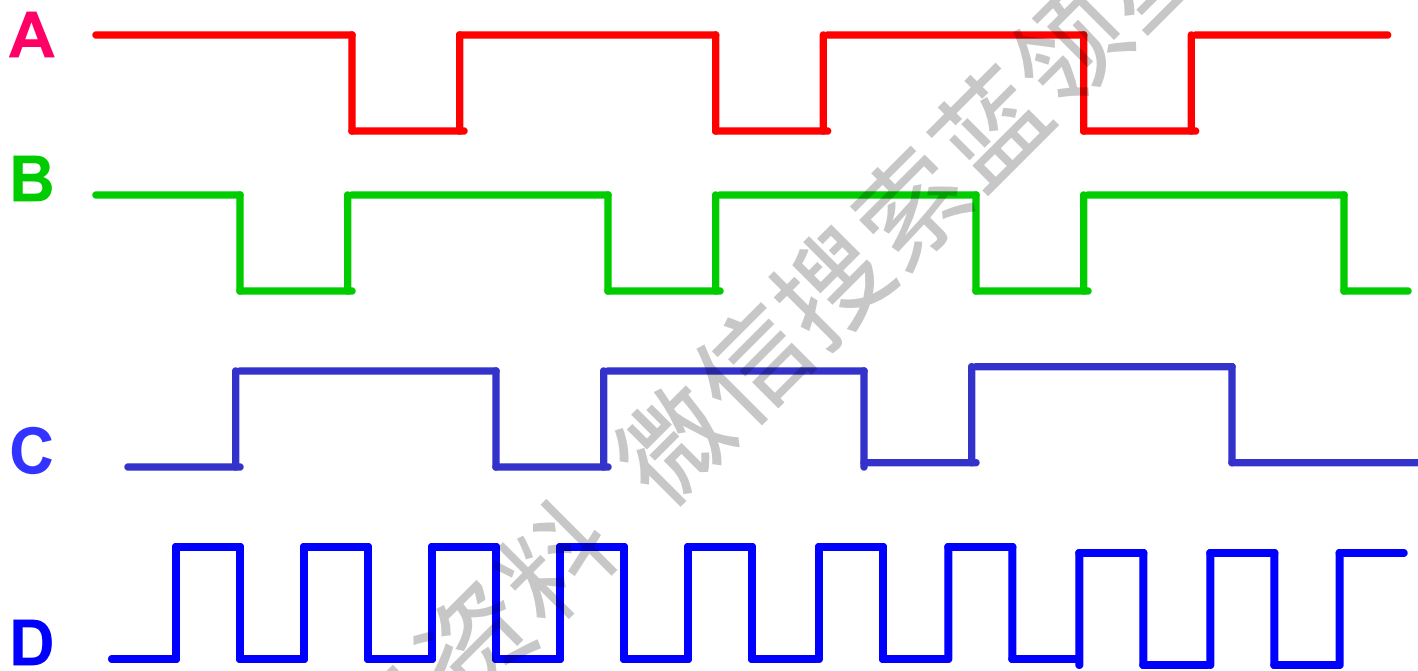


## 2、DC变频原理

传统直流电动机（有刷）具有良好的调速性能，但电机效率低，而且它的电枢（换向器）与炭刷是一对摩擦幅，会产生换向电火花，容易磨损和烧蚀，需定期维修等缺点。直流变频中无刷直流电动机的磁极是定子，电枢是转子。无刷直流电动机电枢绕组与三相交流电动机的定子绕组相同，而转子由永久磁铁制成，磁铁圆周充有若干对磁极，电枢绕组由逆变器供电。

由于电动机绕组采用的是交流绕组，要产生旋转磁场，而永磁转子必须与旋转磁场同步，才能输出转矩。由于永磁转子的磁场旋转时，在定子绕组中会产生反电动势（它与绕组中的电动势方向正好相反），逆变器电流换相时若检测到反电动势为0，说明永磁转子与旋转磁场同步。这时PWM控制器控制逆变器的功率开关器件，使其有序导通，实现换流作用，电枢绕组产生跳动的旋转磁场，跳动的旋转磁场拉着转子连续不断地旋转。





D为位置反馈波形

### 3、数字DC变频空调

数字DC变频空调是在压缩机、传感器的数字化及数字电机的出现后，使变频空调摒弃了原有的“交流电压→直流电压→交流电压→变转速方式交流电机”的循环工作方式，而采用先进的“交流电压→直流电压→变转速方式数字电机”的控制技术，减少电流在工作中转变次数，使电能转化效率大大提高。

# 第七章

## 安装维修用仪器、仪表及设备的使用



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



获取更多信息  
微信搜索蓝领星球





获取更多信息 微信搜索 蓝领星球



4585/1

4585/2

4588

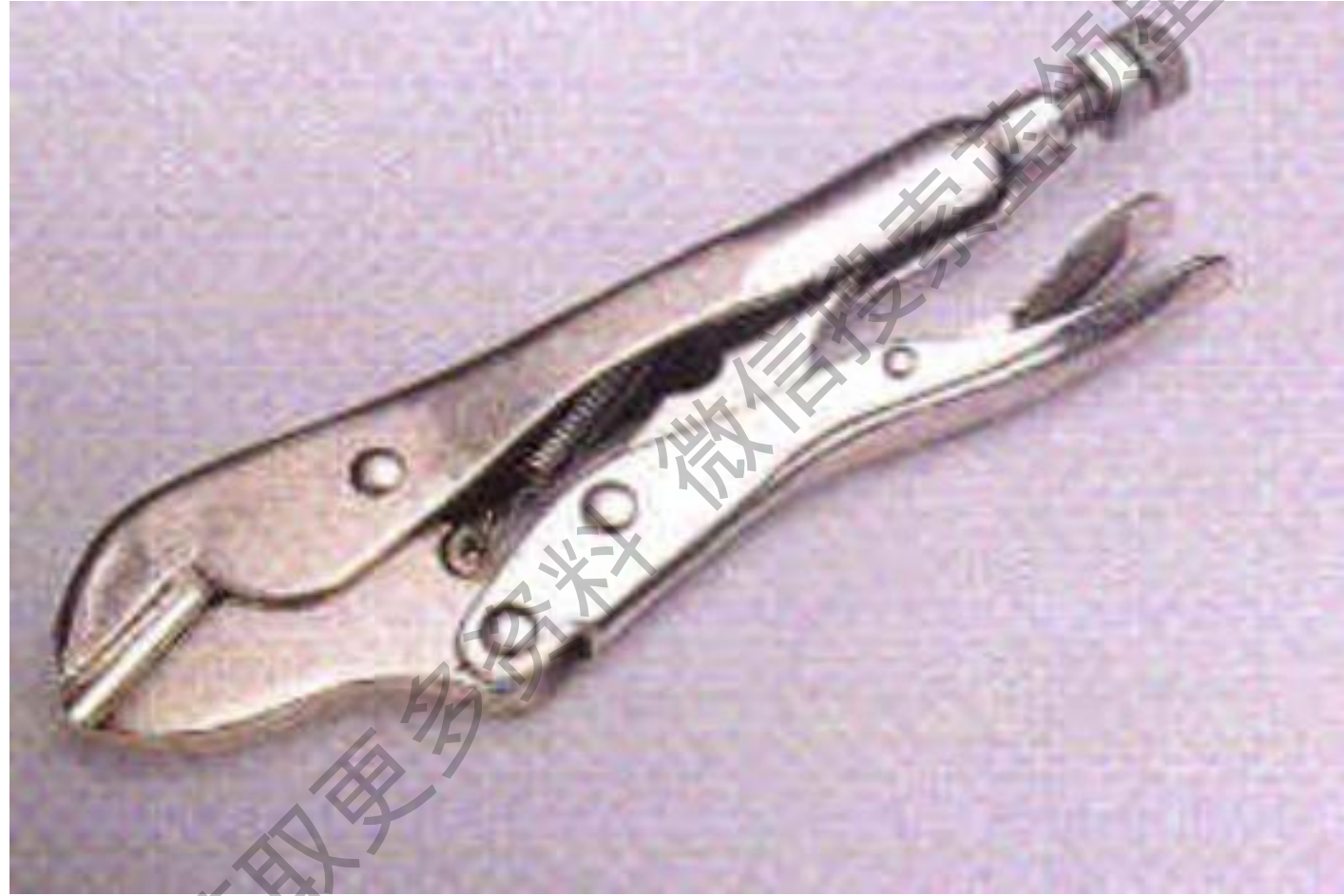
4587



获取更多资料 微信 13140000000 球



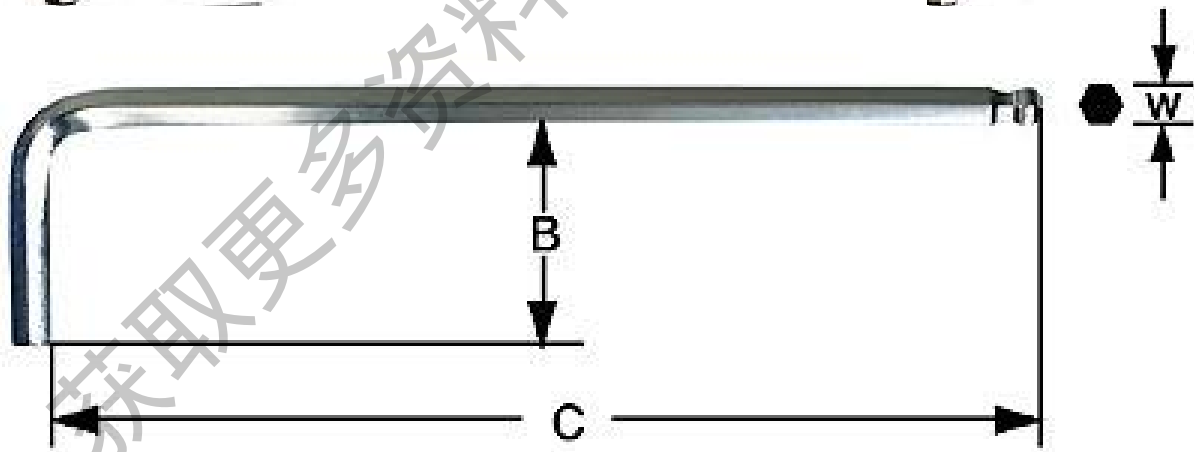
获取更多资料 微信搜索 蓝领星球





获取更多资料

微信搜索蓝领星球





获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



# 第八章

# 家用空调器的安装

获取更多资料

微信搜索蓝领星球

# 选择安装场所

## 一、窗式空调的安装场所

- 选择能充他承受空调的重量且噪音、振动等不会增大的场所。吸风口和出风口的周围充分通畅的地方。

## 二、分体式室内机（壁挂式）的安装场所

- 壁挂式的安装是采用安装板进行安装的方式，需注意以下事项：
  - 1、选择的位置要能充分承受室内机的重量。
  - 2、安装在冷暖气体易于循环的地方。
  - 3、为使室内机稳定正常的工作，请不要将其安装在离地面低于1.7米的位置，一般高度应在2m左右。

- 4、安装位置要易于排水排水管通过室内的部分要尽量短些，并注意排放出的水不要影响邻居。
- 5、选择操作维修容易方便的位置进行安装。
- 6、安装位置能够避开直射阳光的照射。
- 7、选择室内机的吸气口和出风口附近无障碍物的地方进行安装。
- 8、远离热源、蒸气源、有易燃气体泄漏及有烟雾的地方。
- 9、距离无线电设备（如电视机、音响、影碟机等）大于1m以上。
- 10、预留足够的维修空间，上、左、右至少是5 cm。

### • 三、分体式室内机（柜式）安装场所

- 1、不能将室内机置于室外空气能直接进入室内的地方，因为可能会导致出风口结露、飞溅或滴落水滴。
- 2、预留足够的维修空间。
- 3、安装时一定要保证水平。

### • 四、分体式室外机安装场所的选择

- 1、选择的位置应避免易燃气体或有强烈腐蚀性气体存在的地方。
- 2、选择的位置应避免油烟、高温和阳光直射。
- 3、选择冷热风吹不到邻居家的场所。

- 4、在道路两旁的建筑物上安装的空调排放出的冷凝水不得妨碍他人的生活，也不宜将水排放到墙面或路面上，应采取措施（用塑料胶管）将水引到地下水沟里。
- 5、安装位置要考虑是否防噪音。
- 6、室外机底部离地面的高度应在**2.5m**以上。否则必须给室外机加装防护网。
- 7、在多雪地区，室外机必须提供有坚固、加高的机座和防雪通风口。
- 8、请尽可能安装在易于维修检查和通风合理的地方。

- 9、室外机的安装空间（间隔距离）
- 10、制冷剂配管若比允许值长、高低差太大，则制冷（热）能力下降，导致压缩机故障，所以请尽量选择在能缩短连接配管长度的场所。
- 11、建筑物的过道、楼梯出口、公共用地不宜安装室外机。
- 12、室外机选择安装的位置与门窗的距离不得小于3m。

## • 室内机的安装

### • 一、安装板定位（壁挂式）

- 1、必须确认墙壁（或柱子）是否有足够强度以承受机组的重量。
- 2、必须确认定装板与墙壁（或柱子）间是否贴合，如果有缝隙将会产生振动和噪音。
- 3、在墙壁（或柱子）上选择一个理想位置，用卷尺和水平仪确定一条水平线，然后用自攻螺钉、塑料胀管或水泥钉把安装板固定上。注意一定要使安装板保持水平。
- 4、用卷尺或水平仪再次检查是否水平，这对于确保空调器正常工作很重要。

- **二、配管的取出方法和排水软管的布置**
- 1、壁挂机室内机配管有**5**种出管方向，柜机室内机配管只有**4**种出管方向，即左、右、后、下四种方向，可根据需要进行选择，并且要求精美、配管尽可能短。
- 2、对于壁挂机，根据出管方向是否需要割掉室内机中框角部的切槽部，一般是在左、右或下出管的场合下，需要割掉切槽部。具体切割方法是：用锯条等工具沿着切槽部边缘切割可将其去掉。



- 3、对于壁挂机，在左、左下、左后出管的情况下，必须把左部的排水堵帽用钳子等工具取下后，再将左部的排水管取下后安装左部处，另外再将取下的排水堵帽堵住右部的排水管接口。
- 4、排水管必须有向下斜度且不能弄弯。当排水软管需要横向长拉时，则使用硬乙烯管，同时要对管进行绝热处理。

### • 三、墙上开孔

- 1、根据选择的室内机安装位置和室外机安装位置确定穿墙孔的位置。
- 2、由于室内机有5个（或4个）接管方向，开孔时请考虑好。
- 3、注意开孔时要避开电线或水（气）管的埋设位置。
- 4、使用电钻、凿子等工具，室内室外各开一半，且孔（孔直径约为70mm）应向室外下降2度；或用空心钻头由室内向室外一次成型穿墙孔。
- 5、为避免束表层划伤而影响绝热效果，穿墙孔内必须使用穿墙管。

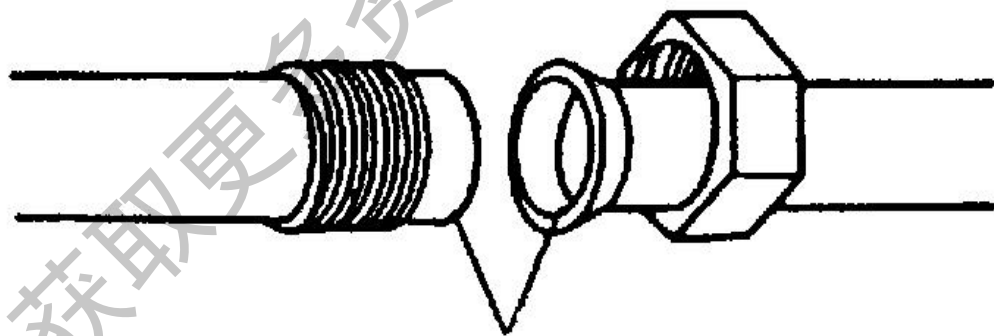
- 四、室内机配线的连接
- 五、室内机的固定

## 室外机的安装

- 一、固定安装支架
- 二、固定室外机
- 三、安装接水盘、排水管和雨棚
- 四、连接室外机配线

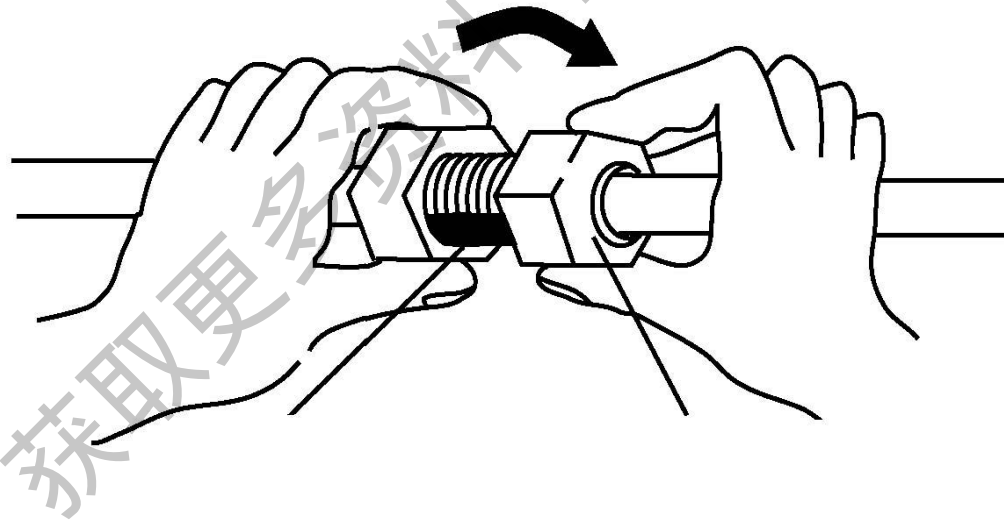
## 连接配管

- 一、配管连接原则
  - 1、干燥：不让雨水、潮湿空气等进入管内。
  - 2、清洁：不让灰尘、杂物等进入管内。
  - 3、气密封：不让制冷剂从连接处泄漏。



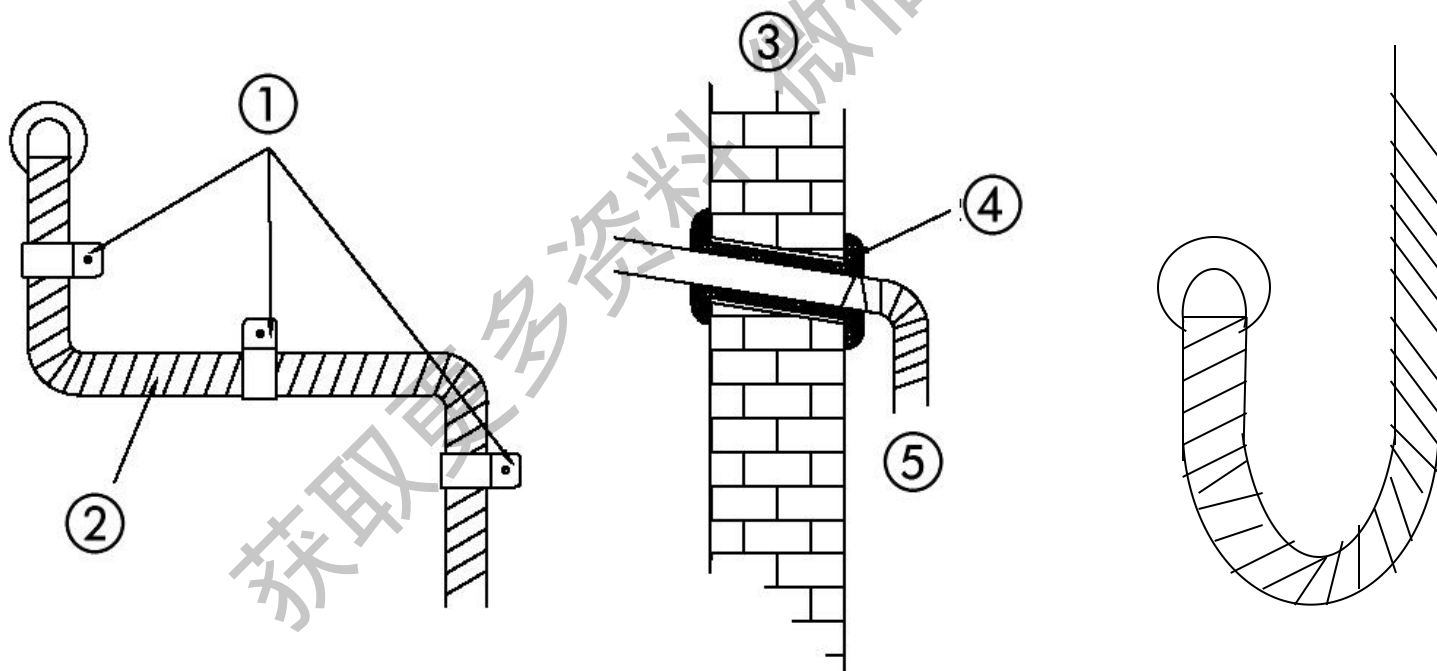
## • 二、配管连接方法

- 1、在连接之前，标准配管应逐段缓慢地进行展开，不得猛拉配管，以免造成损坏。
- 2、按“先连接粗管，再连接细管”的顺序进行连接，这样连接起来比较顺利。



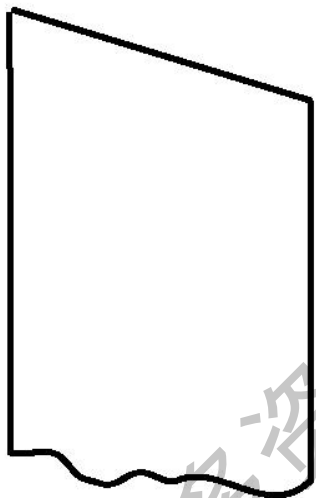
## • 四、断雨弯管

- 室外机安装位置比室内机高时，雨水会通过管道而打湿墙壁，并且可能浸入室内，另外，在此情况下压缩机有可能不正常回油。为防止类问题而设计了U形弯管。



- 五、连接管的加工

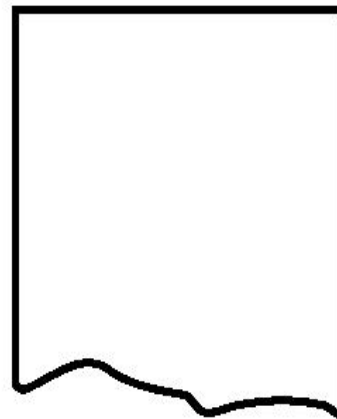
× 斜边



× 毛刺

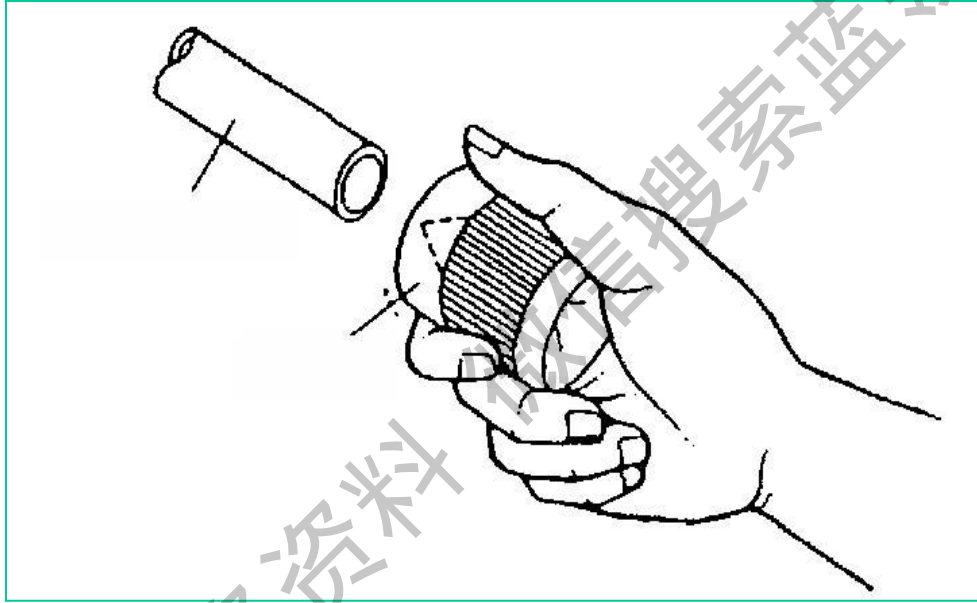


✓



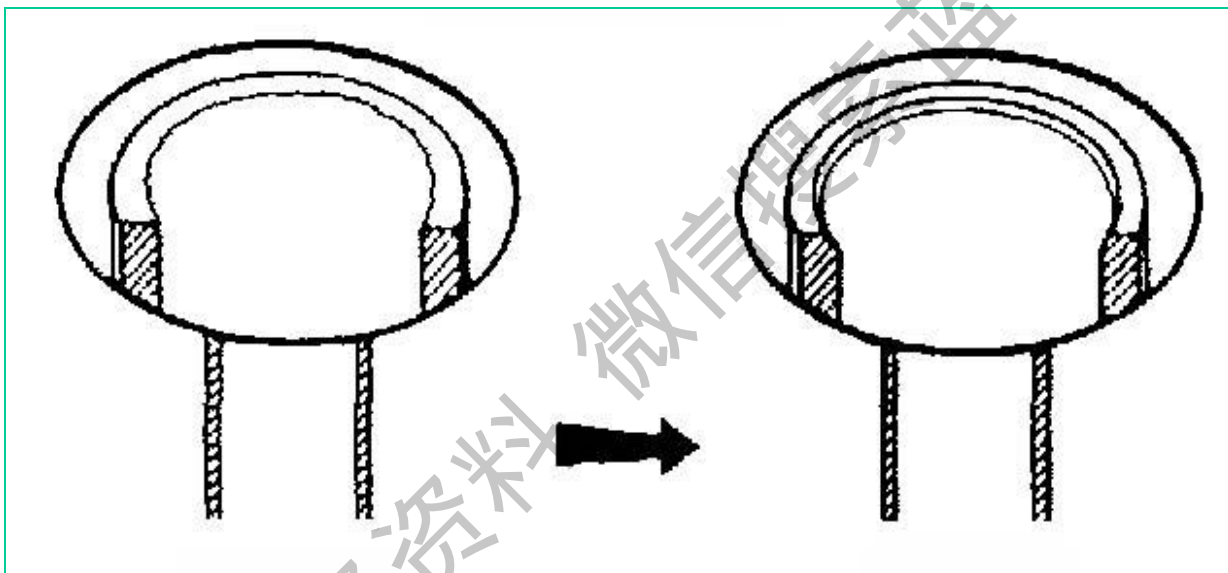
铜管的切割

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



去除毛刺



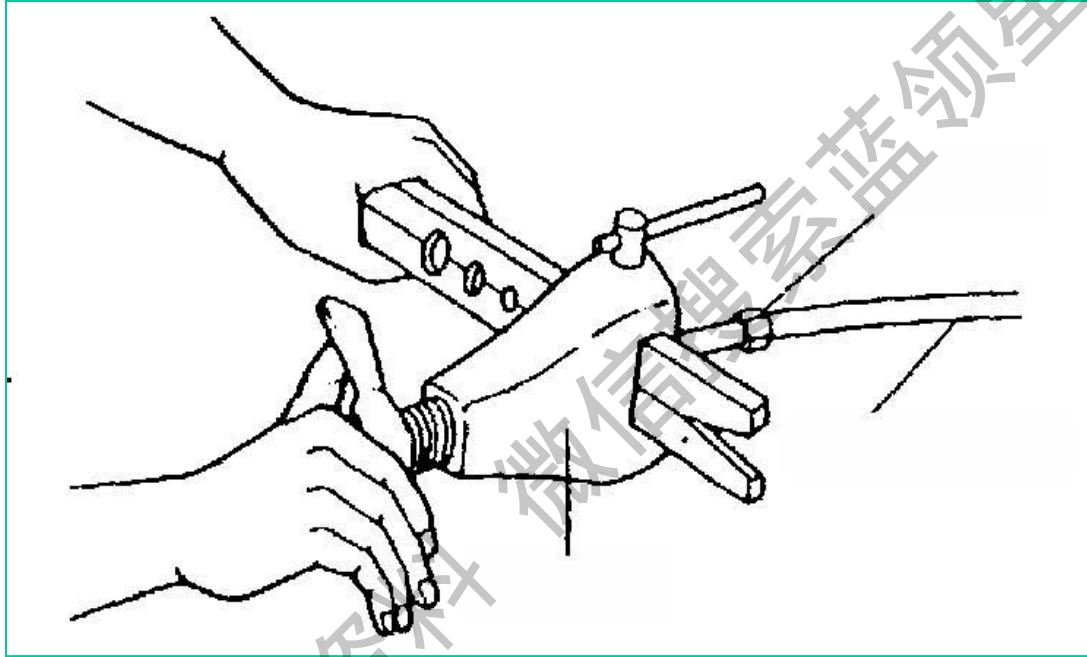


去除毛刺前的铜管

去除毛刺后的铜管

获取更多资料

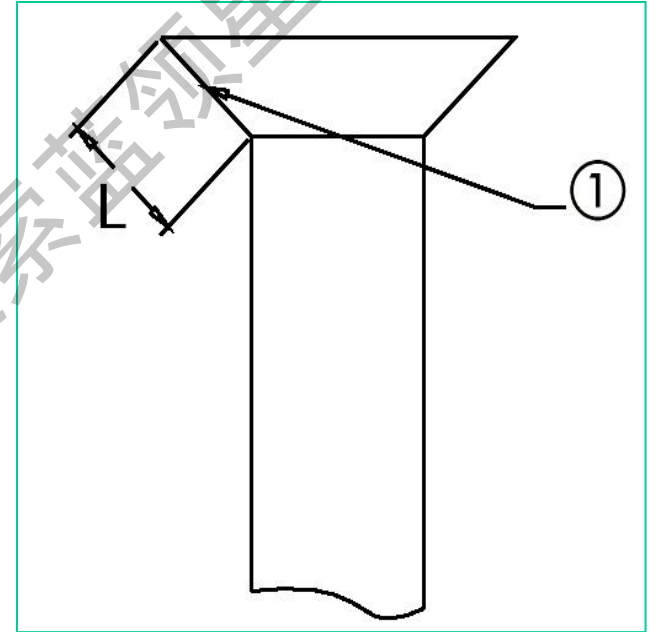
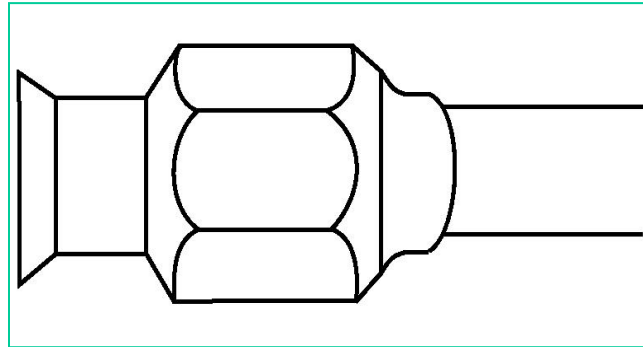
微信: 铜管蓝领星球



铜管的扩口

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

## 标准喇叭口



## L的尺寸

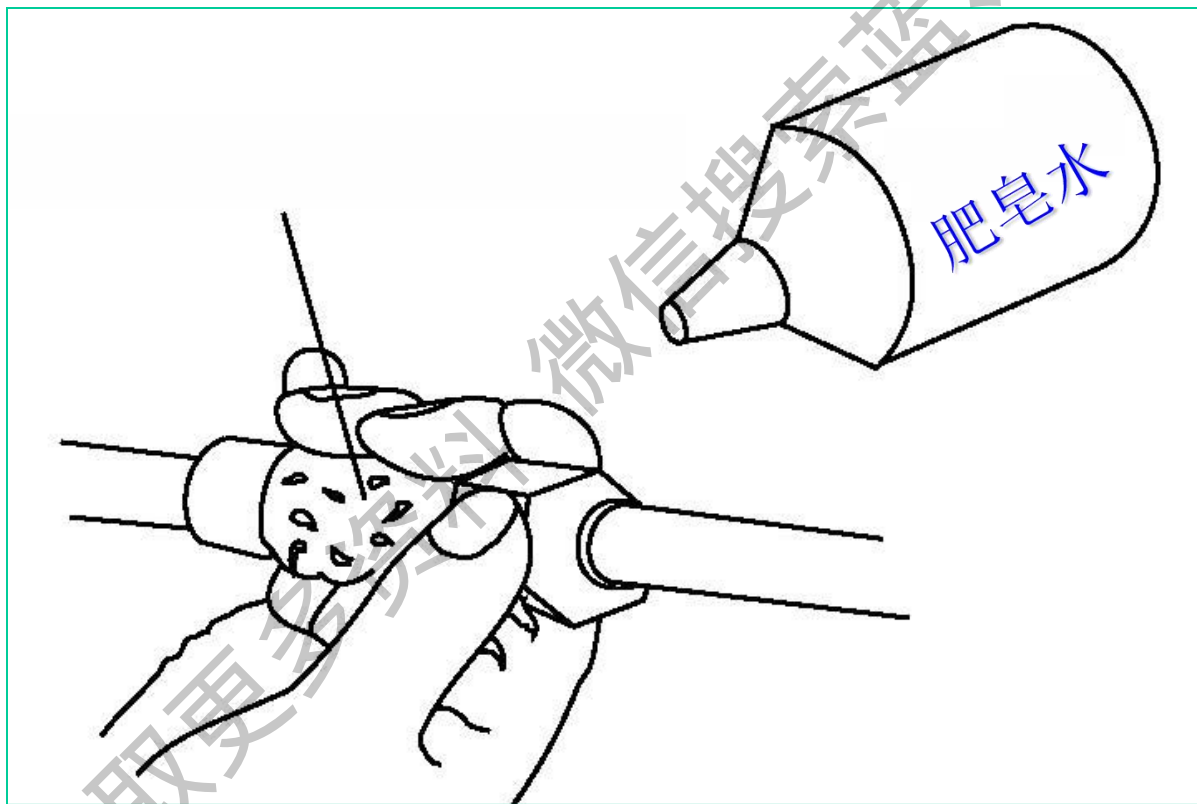
1.4-1.7mm( $\phi$ 6.35mm)

1.8-2.0mm( $\phi$ 9.53mm)

1.9-2.2mm( $\phi$ 12.7mm)

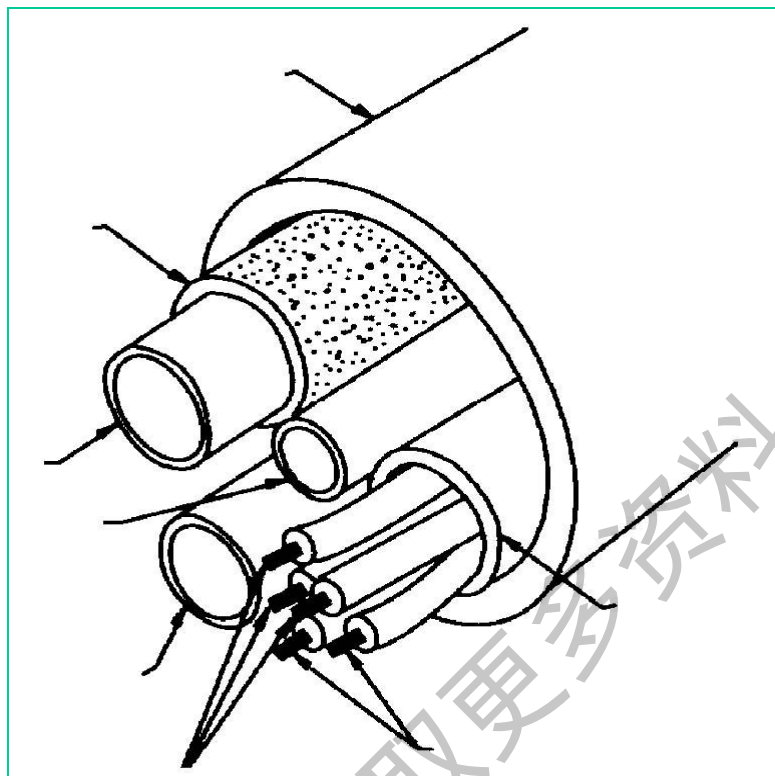
2.1-2.4mm( $\phi$ 15.88mm)

# 排空与检漏



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 管束的包扎



- 1、管束的内部排布。
- 2、对于室内机部分，从室内机出管处开始进行包扎。对于配管连接部要使绝热材料将其完全包住。
- 3、室外部分管束的包扎应遵循“从下到上”的原则

# 第九章

# 家用空调器的基本操作

获取更多资讯 数字搜索 领星球

# 家用空调器抽真空

## • 一、概述

- 1、空气相对于制冷剂来说属于不凝性气体，不容易通过毛细管，而且空气要比制冷剂轻得多，所以大部分空气会存留在冷凝器的上部（空调器运转时），使制冷剂的冷却换热面积减小，造成冷凝温度升高、冷凝压力升高，制冷量减小、功耗增加，随着压力、温度和耗功的增加，有可能发生压缩机过载而停机。

- 2、由于空气中含有水分，水与氟里昂制冷剂不溶，故游离状态的水经过毛细管时会造成冰堵，影响制冷剂的正常流动，使制冷量下降。
- 3、制冷系统中的水使氟里昂分解为氯化氢、氟化氢，进而与铜反应生成氯化铜，并会在毛细管、压缩机吸气口产生“镀铜现象”，影响正常的节流、吸排气和密封。
- 4、水分的存在同样会腐蚀电机线圈，造成压缩机绝缘强度下降，功耗增加。



## • 二、制冷系统抽真空操作

### • 1) 抽真空操作要领

• (1) 认清三通截止阀的结构。

• 三通阀阀体上的维修口和通往室内机的锥管接口的周线在同一平面上，维修口为气门芯，则抽真空时要将三通阀的阀芯逆时针旋到底；若不在同一平面上，维修口不为气门芯，则抽真空时要将三通阀的阀芯调至中间状态。

• (2) 抽真空时间。

• (3) 真空度要求。

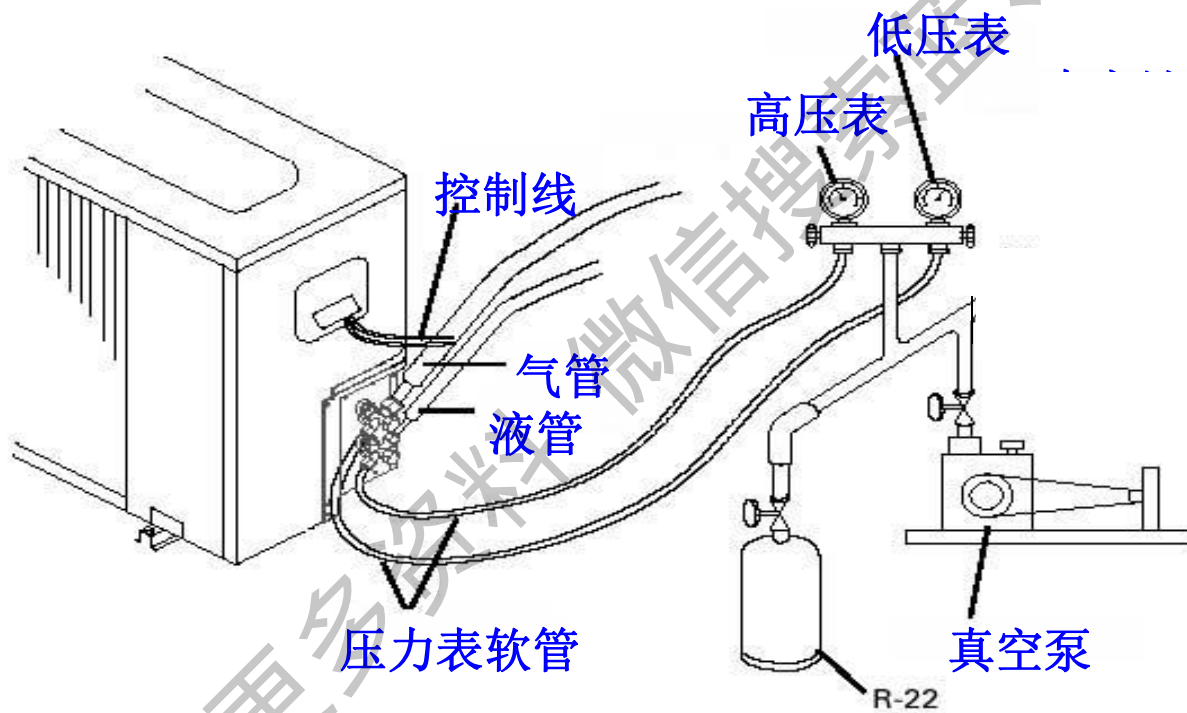
• (4) 防止空气渗入。

## • 2) 抽空操作

- 1、全系统抽真空（制冷量小于7100W的，即3匹以下的空调器），其操作步骤如下：
  - （1）复合压力表的中间软管与真空泵相连，低压软管与三通截止阀相连；
  - （2）打开复合压力表的低压“LO”阀门，使室内外机彻底相通；
  - （3）开启真空泵，同时检查各连接点是否足够密封，运转真空泵，使系统真空度在129Pa以下；
  - （4）关闭复合压力表的低压软管阀门，关闭真空泵；
  - （5）将中间软管从真空泵上取出，与小氟瓶相连。

- **2、全系统抽真空（制冷量大于7100W的，即3匹以上），其操作步骤如下：**
- （1）复合压力表的高压软管与高压三通截止阀（液管截止阀）相连，复合压力表的低压软管与低压三通截止阀（气管截止阀）相连，中间软管与真空泵相连；
- （2）打开复合压力表的高压和低压阀门及三通截止阀，使室内外机彻底相通；
- （3）开起真空泵，同时检查各连接点是否足够密封，运转真空泵，使系统真空度在129Pa以下；
- （4）关闭复合压力表的高压和低压阀门，关闭真空泵；
- （5）将中间软管从真空泵上取出，与小氟瓶相连。

# 机组的抽真空、充注



- **3、室外机抽真空（制冷量小于7100W的，即3匹以下的空调器），操作步骤如下：**
- （1）关闭复合压力表的高压阀，让复合压力表的低压软管与三通截止阀相连，中间软管与真空泵相连；
- （2）打开复合压力表的低压阀门，打开三通阀，使维修口和室外机彻底相通，同时把三通阀与室内机连接口堵住；
- （3）开起真空泵，同时检查各连接点是否足够密封，运转真空泵，使系统真空度在129Pa以下；
- （4）关闭复合压力表的低压阀门，关闭真空泵；
- （5）将中间软管从真空泵上取出，与小氟瓶相连。

- **4、室外机抽真空（制冷量大于7100W的，即3匹以上空调器），操作步骤如下：**
- （1）复合压力表的高压软管与高压三通截止阀（液管截止阀）相连，复合压力表的低压软管与低压三通截止阀（气管截止阀）相连，中间软管与真空泵相连；
- （2）打开复合压力表的高压和低压阀门，打开三通阀，使维修口和室外机彻底相通，同时使高、低压三通阀与室内机接口堵住；
- （3）开起真空泵，同时检查各连接点是否足够密封，运转真空泵，使系统真空度在129Pa以下；
- （4）关闭复合压力表的高压和低压阀门，关闭真空泵；
- （5）将中间软管从真空泵上取出，与小氟瓶相连。

## 制冷系统检漏

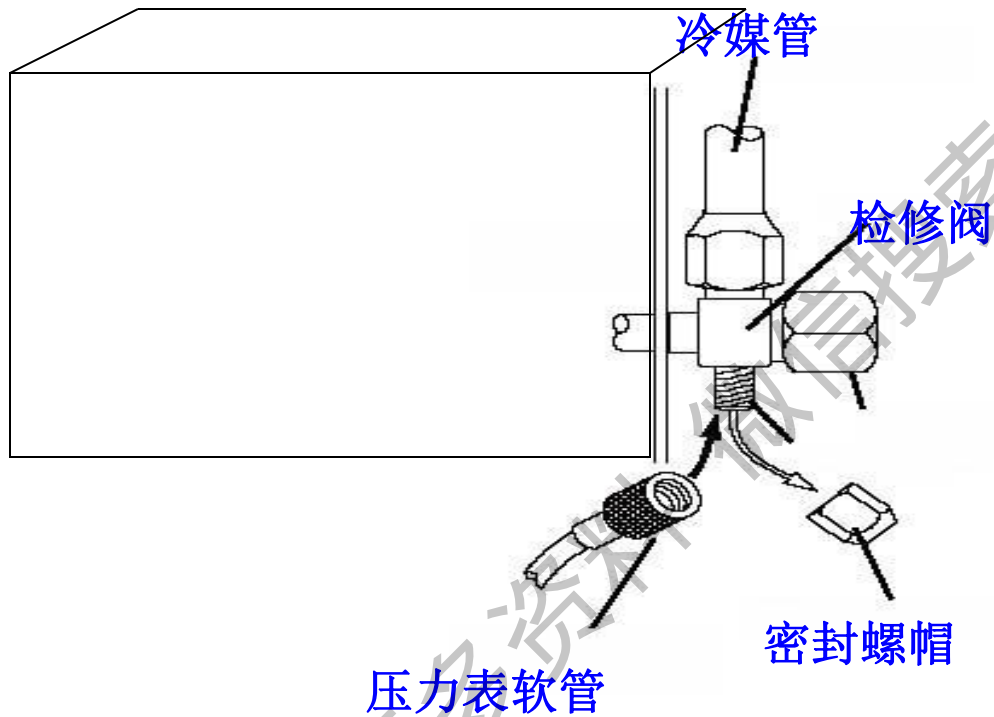
- 在空调器的生产和维修中常用的检漏方法有：外观检漏、压力检漏、仪器检漏、真空检漏等。
- 1、外观检漏（目测检漏）
- 2、压力检漏
- 3、仪器检漏
- 4、真空检漏

# 制冷剂的充注

## • 一、充注制冷剂的方法

- 在制冷系统经抽空、检漏合格后便可冲入制冷剂，中小型空调器采用的氟里昂制冷剂主要是R22，空调器的铭牌上标明空调器所用制冷剂，千万不可弄错。
- 制冷剂的充注方法有气体充注、液体充注、加压充注三种。





获取更多资料 索蓝领星球

## • 二、制冷剂充注量的确定

- 目前，家用空调器大都使用R22制冷剂，也有使用R410a和R407c等制冷剂，根据制冷剂的热力特性，在空调工况条件下，制冷剂的充注量可由以下方法确定。
- 1、观察霜的变化
- 2、测压力
- 3、测电流
- 4、称重量

# 制冷剂的回收

## 一、制冷剂回收室外机

• 操作步骤如下：

- （1）取下二通截止阀和三通截止阀的螺帽；
- （2）用内六角扳手顺时针旋转二通截止阀，完全关闭该截止阀；
- （3）开启空调器，让空调器处于制冷运行状态；
- （4）空调器运行30~60秒左右后，立即并闭三通截止阀，并关闭空调器；
- （5）拆管，装上螺帽。

## • 二、回收到容器中

- 将制冷剂回收到容器中是利用空调器（压缩机完好无损的条件下）压缩机将低温低压的制冷剂气体吸入，经过压缩机压缩后成为高温高压的制冷剂气体排入冷凝器中，冷却为常温高压的制冷剂液体，经毛细管节流减压后成为低温低压的制冷剂液体，再排入到制冷剂钢瓶中（钢瓶在回收制冷剂之前必须进行抽真空和检漏操作）。若压缩机损坏，则应采用制冷剂回收机进行收氟操作。

# 第十章

## 家用空调器系统部件 常见故障

# • 一、制冷系统故障分析与维修

## • 1、压缩机常出现的故障有：

- (1) 制冷效率低（制冷效率低是指压缩机的实际排气量下降，达不到产品标定的名义制冷量）。
- ①若压缩机活塞与汽缸配合间隙太大，则中间油膜将断开，造成气体泄漏；若配合间隙太小，则产生烧熔或启动困难。
- ②若压缩机排气口阀片与阀板上阀线配合不严时，使一部分气体从间隙中泄漏出去，使压缩机排气量受到损坏。
- (2) 压缩机不能运转
- 接通压缩机电源时，只听到压缩机内有“嗡、嗡”的声音，但不运转，约3~5秒，热保护器动作，切断电源。主要原因有卡轴、卡缸和阀板损坏。
- (3) 压缩机电动机损坏（压缩机电动机出现的故障主要是绕组匝间短路、绝缘破损、绕组烧毁）。

## • 2、空调器热交换器的维修

### • (一) 冷凝器的故障维修

#### • 1) 冷凝器泄漏的维修

• 冷凝器泄漏常发生在管道接头焊接处，其修复较简单，可用气焊将其漏点焊好，充氮检漏即可。

#### • 2) 冷凝效果不好故障维修

• (1) 冷凝器内存在空气。主要是由充注制冷剂时抽真空不彻底，部分空气存留在制冷系统中造成。

• 修理方法是将制冷系统重新抽真空，达到标准要求后，充注制冷剂。

• (2) 油垢、灰垢太厚。冷凝器工作时，处在高温状态下，制冷剂和部分润滑油流经冷凝器时，在管道内壁上就会形成油垢。室外热交换器由于安装在户外，在长期工作时，室外热交换器上就会产生灰垢，影响热交换器的散热效果，从而导致冷凝效果不好。

## • (二) 蒸发器的故障维修

- 蒸发器常发生的故障主要有泄漏、积灰过多。
- 1、 蒸发器泄漏故障维修
- 蒸发器泄漏故障与冷凝器一样，冷凝器泄漏常发生在管道接头焊接处，其修复较简单，可用气焊将其漏点焊好，充氮检漏即可。
- 2、 蒸发器积灰过多故障维修
- 蒸发器积灰过多时将造成空气循环量不足，制冷量减小。



### • 3、空调器节流阀的维修

#### • (一) 毛细管的故障维修

• 毛细管常见的故障是脏堵和冰堵。

• 1、冰堵故障维修

• 2、脏堵故障维修 脏堵是由于充入制冷系统内的制冷剂不干净、过滤器变质或安装时系统进入灰尘或杂质所致，干燥剂进入毛细管造成堵塞，一般在毛细管的进口处。排除脏堵故障时，先要找出堵塞部位，观察何处结霜或结露或用手触摸何处最凉，表明堵塞处就在此处前端。

#### • (二) 电子膨胀阀的维修

• 注意：无论是脏堵还是冰堵，更换毛细管时应同时更换干燥过滤器。

## • 4、空调器电磁四通阀的维修

### • 常见故障现象：

- （1）换向阀上的毛细管堵塞，使换向阀不能换向。
- （2）换向阀上毛细管被压扁，造成通路不畅，使换向阀不能完全换向。更换毛细管。
- （3）换向阀上毛细管断裂。采用比毛细管稍粗的铜管将毛细管插入进行套焊。
- （4）换向阀内部泄漏，造成高压制冷剂气体向低压侧泄漏，不能使换向阀活塞两端建立起正常的压力。更换换向阀。

- (5) 换向阀活塞上泄气孔堵塞。拆下换向阀重新清洗。
- (6) 换向阀上的电磁线圈断路。重新更换电磁线圈。
- (7) 制冷系统压差过小，不能使换向阀换向。应检查制冷剂是否不足和制冷系统是否存在泄漏。
- (8) 换向阀活塞卡死。拆下修理或更换新阀。

## • 二、电气控制系统

### • 1、电源线路的检测

#### • (1) 对电源线路的要求

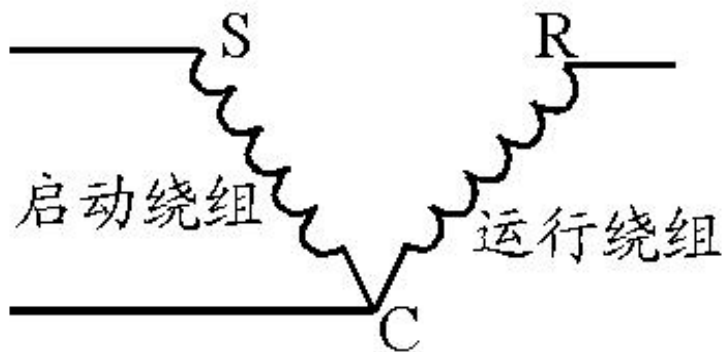
- 空调器电源线一般选用铜芯线或铝芯线，但截面积大小由空调器额定电流值选取。电源保险丝一般按空调器额定工作电流的1.5~2.5倍选取，几台空调器并联应由总的额定电流决定。

额定电流 (A)	6-10	11-20	21-30	31-45	46-65	66-90
截面 (mm <sup>2</sup> )	1.5	2.5	4.0	6.0	10.0	16.0

## (2) 对电压的要求

### • 2、压缩机电动机故障维修

- 空调器用压缩机电动机有单相和三相两种。单相电动机有两个绕组，即起动绕组和运行绕组。起动绕组导线细，电阻大；运行绕组导线粗，电阻小。在全封闭式压缩机的外壳接线盒内有三个接线柱，三个接线端子分别用C（公共端）、R（运行绕组端）、S（起动绕组端）表示，且 $R_{SR} = R_{CR} + R_{CS}$ ， $R_{CS} > R_{CR}$ 。单相电动机常见故障有绕组短路、断路或碰壳通电三种。



单相绕组连接



特殊接线方式

- (1) 电动机绕组短路检查
- 绕组短路是由于绕组的绝缘变坏而产生短路。它包括绕组匝间短路、绕组烧毁、绕组与绕组短路、极间绕组短路及相间短路。
- (2) 电动机绕组断路检查
- (3) 电动机绕组通地检查

### • 3、温度控制器故障维修

- 空调器中用的温度控制器有机械式和电子式两种，现普遍采用的是电子式温控器，而电子温控器中最常用的是电阻式温控器，以热敏电阻为感温元件。常见故障有：热敏电阻损坏或失灵、电路脱焊、元器件损坏。

获取更多资料

维修技术领星球

## • 4、过载保护器故障维修

- 空调器中用的过载保护器大都是双金属片式，它主要由电加热丝、双金属片、外壳等组成。
- 常见故障有：内部断裂、触点不良、脱焊等。过载保护器损坏应更换一只新的过载保护器。

## • 5、电加热管故障维修

## • 6、电容器故障维修

获取更多资料



# 电容器的规格

电机输出功率KW	电容量UF	容量KVA	电机输出功率KW	电容量UF	容量KVA
0.2	15	0.19	3.7	75	0.94
0.4	20	0.25	4	75	0.94
0.75	30	0.38	5	100	1.26
1.0	30	0.38	5.5	100	1.26
1.5	40	0.50	7.5	150	1.88
2.0	50	0.63	10	200	2.51
2.2	50	0.63	11	200	2.51
3.0	50	0.63	15	200	3.14

# 第十一章

## 家用空调器的常见故障及维修实例

## • 一、常见故障现象

- 1、漏：制冷剂泄漏；电气（线路、机体）绝缘破损引起的漏电等。
- 2、堵：指制冷系统的脏堵与冰堵；空气过滤器堵塞；进风口、出风口被障碍物堵塞等。
- 3、断：指电气线路断线；熔断器熔断；由于过热或电流过大引起过载保护器的触点断开；由于制冷系统压力不正常引起压力继电器的触点断开等。
- 4、烧：指压缩机电动机的绕组、风扇电动机的绕组、电磁阀线圈、继电器线圈和触点等被烧毁。
- 5、卡：指压缩机卡住、风扇卡住、运动部件的轴承卡住等。
- 6、破损：指压缩机阀片破损、活塞拉毛、风扇叶片断裂以及各种部件破损等。

## • 二、常见故障

### • 1、制冷运行时，风扇运转，压缩机不运转的故障原因是什么？

• 答：主要原因有：

- （1）室温设定过高，使压缩机不能工作。调到较低温度。
- （2）压缩机的过载保护器处于断开状态。冷却恢复。
- （3）压缩机运转电容坏，测量其阻值不为无穷大或被击穿。更换电容。
- （4）压缩机电动机坏，万用表测量其绕阻阻值为无穷大或为零。更换。
- （5）压缩机起动继电器损坏。更换。

## • 2、压缩机开停频繁的原因是什么？

• 答：主要原因有：

- （1）室温传感器安放位置与蒸发器接触或与蒸发器表面太近，使室温传感器很容易受到蒸发器温度波动的影响，使压缩机频繁开停。重新调整室温传感器的位置。
- （2）电源电压不稳定，时高时低，运转时保护停机。
- （3）过载保护器失效，造成运转电流过大，产生过流保护，时开时停。
- （4）冷凝器脏堵，造成通风不畅，散热性能下降。
- （5）轴流风扇卡住或打滑，造成冷凝器温度过高，热量散发不出去。清除污垢、杂物或上紧螺钉。

### • 3、空调器制冷效果差的原因是什么？

• 答：主要原因有：

- （1）过滤网灰尘太多，导致制冷效果差。清洗过滤网。
- （2）热交换器太脏。清洗。
- （3）毛细管堵塞。更换毛细管，重新充注制冷剂。
- （4）制冷剂不足。补充制冷剂到规定值。
- （5）压缩机制冷效率下降。检查压缩机吸排气压力，更换压缩机。

## • 4、压缩机运转但不制冷的故障原因是什么？

• 答：主要原因有：

- （1）制冷剂不足。检漏并补充制冷剂。
- （2）电磁四通阀失灵、毛细管堵、线圈烧坏等。修复或更换。
- （3）空气过滤网积灰太多。清除积灰。
- （4）热交换器积灰太多。清洗热交换器。
- （5）系统内有空气。排出空气。

## • 5、制冷运行时，高压压力过高的原因有哪些？

• 答：主要原因有：

- （1）室外热交换器（冷凝器）太脏（包括灰尘、污物等），使热交换能力下降，冷凝温度上升，故高压压力上升。
- （2）制冷剂充注量超过标准充注量，整个冷凝器管道的制冷剂液体所占比例上升，使有效换热面积减小，换热效果降低，冷凝温度升高且压力升高。
- （3）冷凝器中混入了大量不凝缩气体，占据了冷凝器管路空间，从而降低了有效的换热面积，并使压力升高。



- （4）环境温度太高（室外机组附近有热源、气流短路等），使冷凝温度和压力相应提高。
- （5）室外风扇电机转速太慢，风量小，风阻大等。使热交换器上的热量散发不出去，从而使冷凝温度。冷凝压力升高。
- （6）高压管路堵塞（干燥过滤器、毛细管、分配器等）造成高压压力升高。

获取更多

• 6、空调器模式开关在“冷”或“暖”的位置，压缩机运转，但室外风机不运转的原因是什么？

• 答：主要原因有：

• （1）室外风机控制继电器开路、接线端子松动或接触不良，用万用表测量两端的阻值为无穷大。更换继电器或紧固接线端子。

• （2）室外风机电动机绕组断路，用万用表测量阻值为无穷大。更换风扇电机。

• （3）室外风机电动机绕组匝间短路或绝缘被击穿，用万用表测其电阻为零。更换风扇电机。

• （4）风扇电机起动电容被击穿，测其电阻为零。更换电容。

• （5）风扇电机过载保护器坏。

• （6）风扇叶片或电机轴卡死导致电机不转动。

## • 7、空调器运转时噪声过大的原因是什么？

• 答：主要原因有：

- (1) 室外机底座固定螺栓松动。紧固底座螺栓。
- (2) 室内机组风扇或室外机组风扇扇叶与壳体相碰。调整风扇叶片位置。
- (3) 室内或室外风扇轴承破损。更换轴承。
- (4) 室内机组风扇松动。紧固室内外机组风扇。
- (5) 室内风扇叶片的定位锁紧螺钉松动或定位偏移。
- (6) 压缩机底脚螺钉松动或压缩机内有异常声音。

## • 8、空调器在制冷或除湿时室内机漏水的原因是什么？

• 答：主要原因有：

• （1）安装不当。

• （2）脏堵。

• （3）制冷剂不足。安装人员进行排空操作时，制冷剂排放过量或制冷剂充注量不足，均可引起室内机漏水。



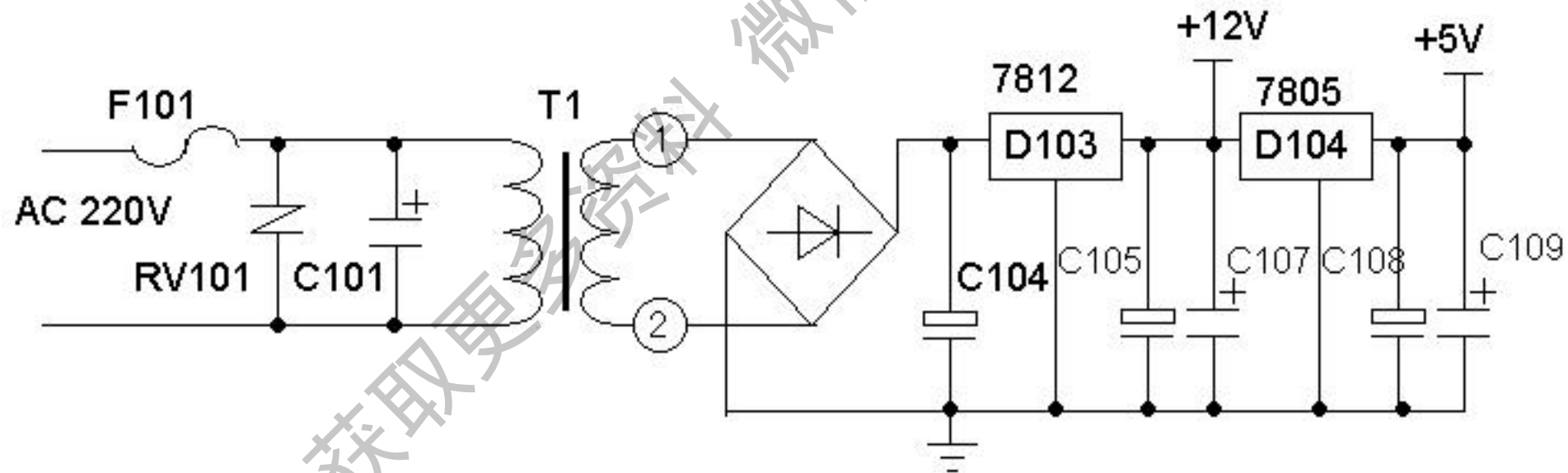
谢谢！

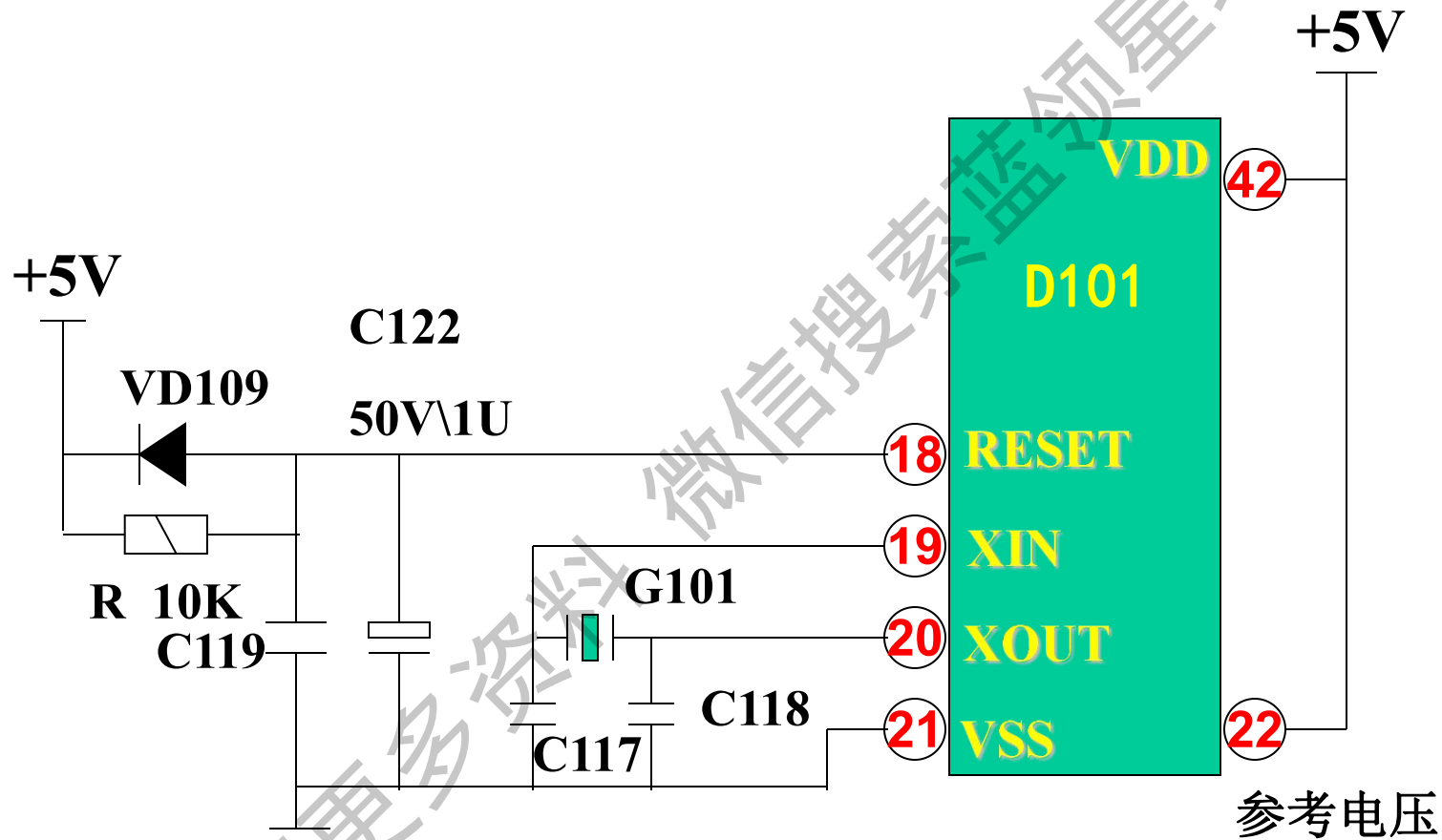
获取更多资料 篮球领星球

### 三、维修实例

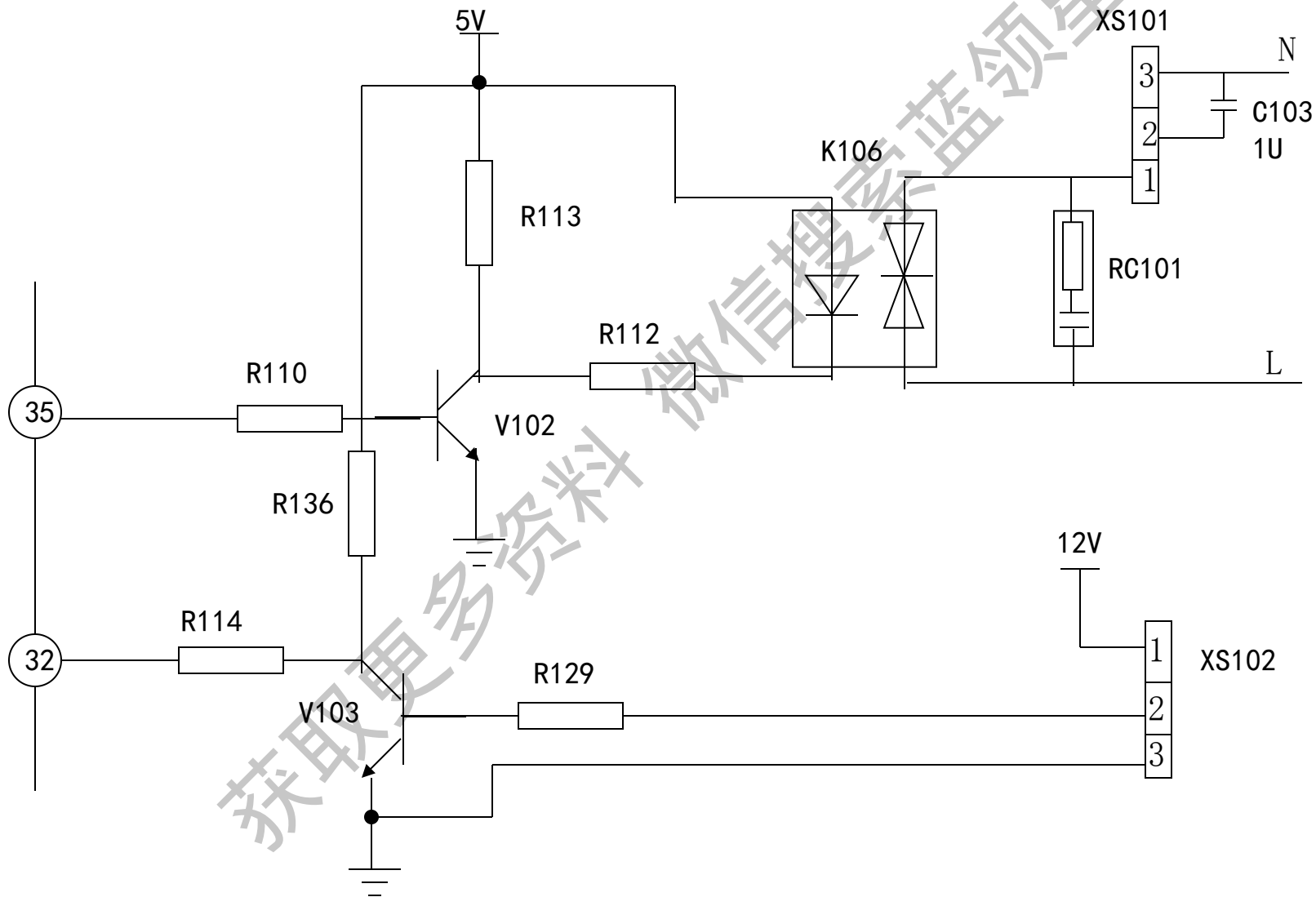
#### 1、空调器上电后整机不工作（以DC3空调器为例）

故障现象：通电后蜂鸣器不响，待机灯不亮



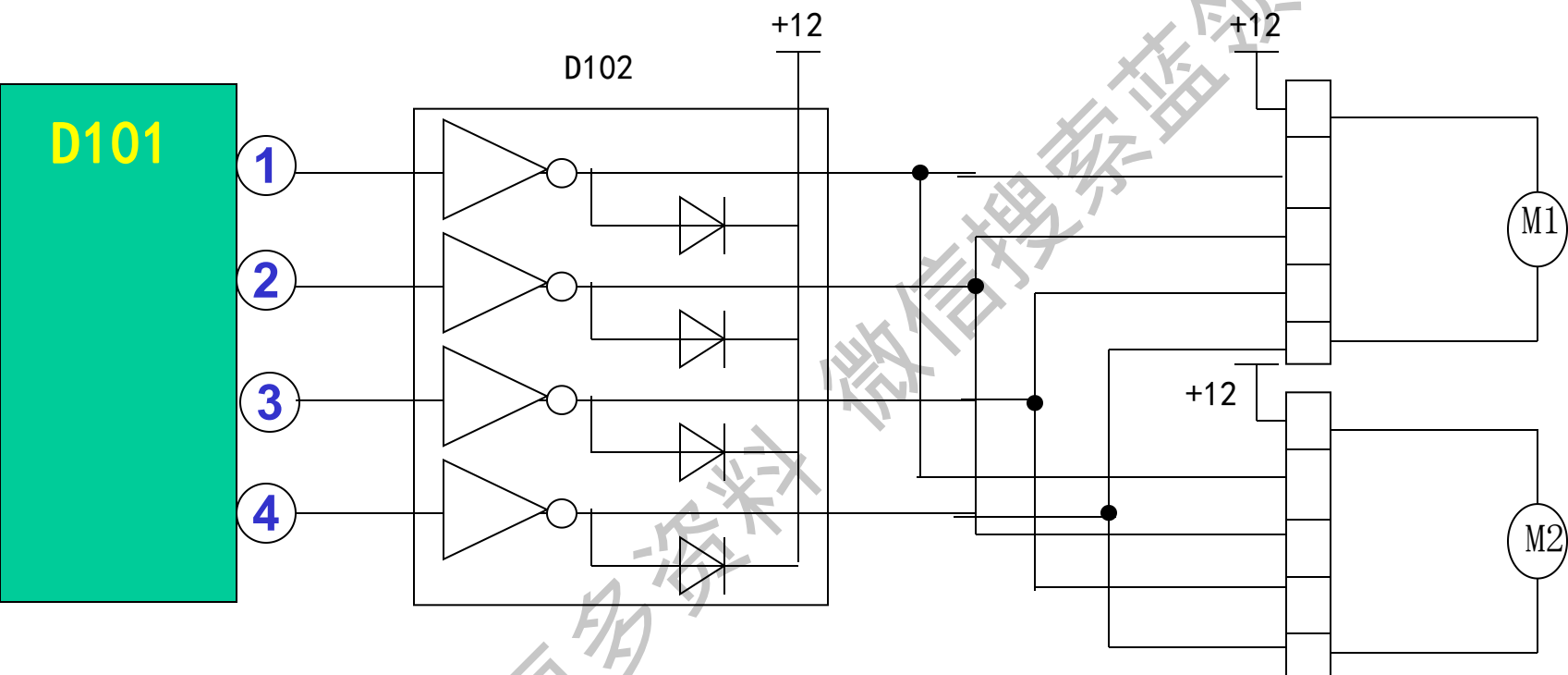


## 2、室内、外风机及压缩机启动1分钟后停机





### 3、空调器工作，但导风叶片不动作



获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

4、故障现象：主控板电源灯亮，控制面板显示正常，按键时主控板无反应（以DFS空调器为例）

## 5、长虹KF-26/34GW空调器不制冷

开启压缩机运行一段时间后自动停机，且高压管不热，低压管不冷，电流较大。出现此故障的原因是堵。可以判定是脏堵，用扳手轻敲过滤器，有气流声。更换干燥过滤器后系统正常。

## 6、长虹KF-26/34GW空调器压缩机不工作

空调器上电后，压缩机不工作，且有“嗡、嗡”的声音。出现此种现象，说明压缩机启动转矩不够，可能原因有：启动电容坏、压缩机引线接插不良。

## 7、长虹KFR-25GW空调器安装好后能运行，但制冷、制热效果不好，且断续性停机

由于制冷、制热效果不好，且有断续停机现象，初步判断为系统有堵的情况，经检查系统没有堵；后检查制冷剂没有泄漏的现象，空气过滤网也没有堵。出现此种问题大多是空调器在安装时截止阀没有打开所致，同时压缩机的吸气管路上会结霜。

- 8、长虹KFR-120LW/M空调器室内机正常，室外机不工作
- 检查室内、外机电源正常，信号线正常，查交流接触器输入电压正常无输出电压，判断是线圈无电压导致室外机电控板继电器不吸合。检查继电器线圈供电相关电路。
- 9、长虹KFR-120LW/M空调器安装完毕合一合闸，漏电保护器就断开
- 出现此种现象大多是接线错误所致，电源系统为三相五线制，三相相线，一根零线，一根地线，当零线与地线接错时，通电时，地线上有电流通过，漏电保护便动作。

- 10、长虹KFR-120LW/M空调器安装完毕排不出空气
- 安装完毕后，利用空调器自身氟里昂排空，排不出空气来；采用外加氟里昂也无法进行排空操作，换一台空调器（内机）还是不能。
- 由于该机采用的是电子膨胀阀进行节流控制，当膨胀阀处于关闭状态时，无法进行排空操作。
- 排出此种故障时可以让空调器通电2分钟后便可进行排空操作。

- 11、长虹KFR-120LW/M空调器显示“P5”
- 开机两三秒后，室内机停机，显示“P5”，P5为逆相保护，将室外机的自动档打到制冷档，结果室外机开机即启动，室内机不启动，这种故障为三相电源相序接错，将三相电源中的任意两根相线互换即可；如果还不能启动，且必须再交换相序才工作的话，此时多是室外机控制板的故障。

## • **12、空调器开机跳闸**

- 可能原因：
- 电源线接错
- 整机绝缘电阻小于2兆欧
- 压敏电阻坏
- 变压器短路、内外风机(柜机)及启动电容短路
- 压缩机卡缸、短路及启动电容（单相）短路
- 四通阀线圈、曲轴箱加热带、电加热管、防凝露加热带短路
- 检查电源（线径小、空气开关容量小等）

# 空调知识培训



获取更多资料



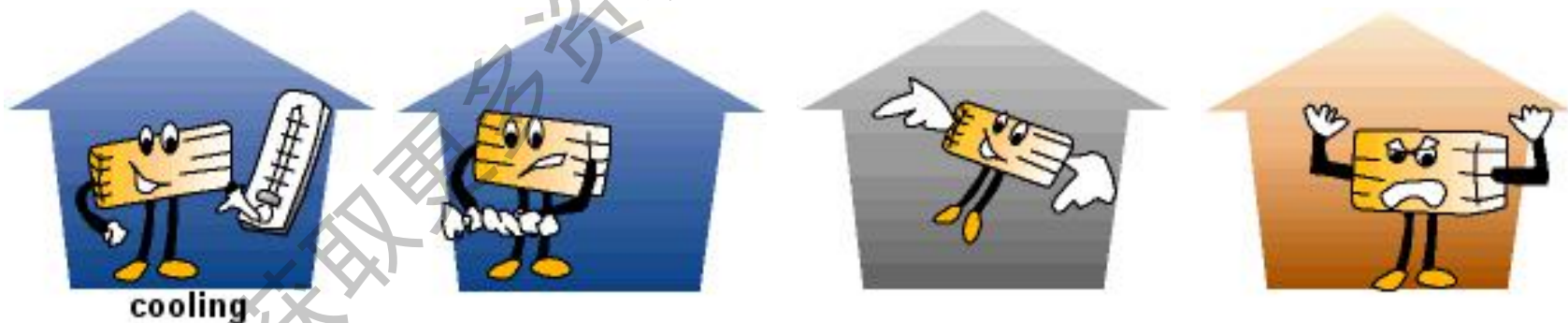
# 第一章

# 空调基本概念

获取更多信息  
微信搜索 蓝领星球

## 空调的基本概念

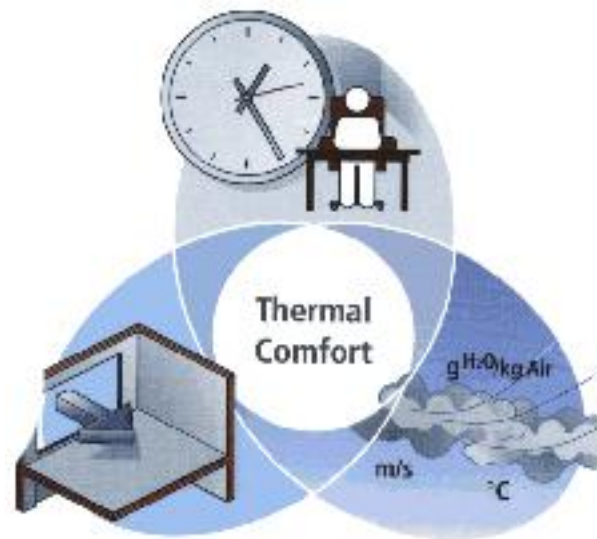
空调 (Air Conditioning) 是空气调节的简称, 它是通过空气调节器对某一特定空间 (或房间) 内空气的**温度**、**湿度**、**气流速度**及**清洁度**进行人工调节, 以满足人体舒适和工艺生产过程的要求。



## 一、影响空气环境的主要因素

★来自空间内部生产过程、设备及人体所产生的热、湿和其它有害物体的干扰。

★来自空间外部气候变化、太阳辐射及外部空气中的有害物质的干扰。



## 二、空调的技术手段

- ★采用冷（热）、湿交换的方法保证内部环境的温、湿度；
- ★采用净化（多级过滤）的方法保证空气的清洁度；
- ★采用换气或吸附的方法保证内部环境的空气的新鲜度。

## 空调的分类

★工艺性空调：应用于工业及科学实验过程

恒温恒湿机：精密机械及仪器制造业，空调性能实验室

高度净化空调：集成电路制造业

★舒适性空调：应用于以人为主的空气环境调节

中央（商用）空调：大型楼宇

家用房间空调器：用于家庭及类似用途

\*：最近随人们住房条件改善和生活质量提高而发展的介于中央空调和房间空调器之间的系统，一般称为家用中央空调或户式中央空调或户用中央空调。

## 一、房间空调器的定义

**房间空调器**：一种向密闭空间、房间或区域直接提供经过处理的空气的设备。它主要包括一个制冷和除湿用的**制冷系统**以及**空气循环和净化装置**，还可包括加热和通风装置（可被组装在一个箱壳或被设计成一起使用的组件系统），简称空调器。

**家用房间空调器**：是指制冷量在14000W以下，采用全封闭型压缩机，风冷式冷凝器，不带风道，以创造室内舒适环境为目的，用于家用及类似用途，简称家用空调。

## 二、家用空调器的分类

整体式空调：窗式空调器（用C表示）、移动式空调器





分体式空调（用F表示）：挂壁式（G）、落地式（L）、嵌入式（Q）、吊顶式（D）



挂壁式内机



分体式外机





嵌入式内机



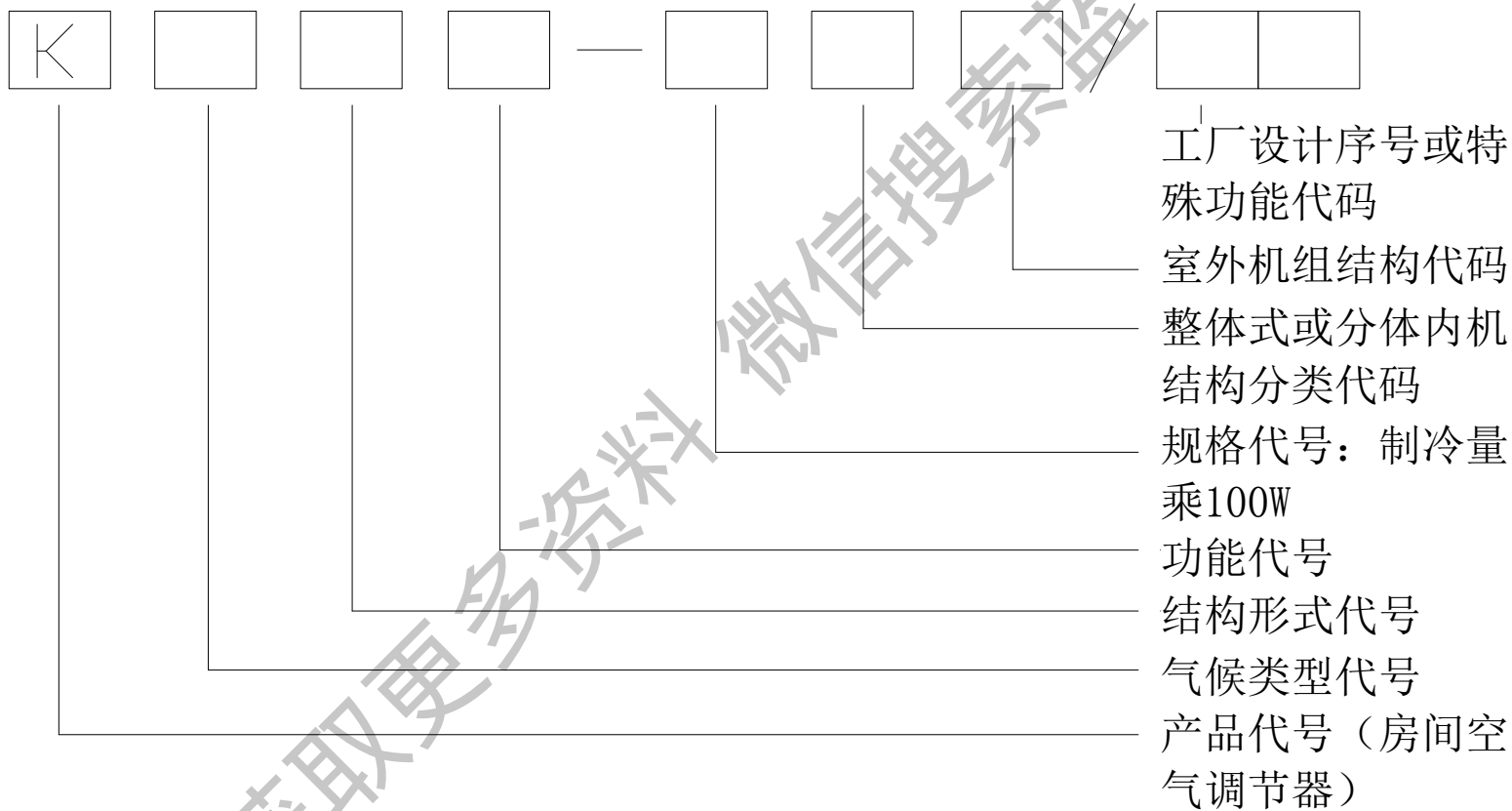
落地式内机



吊顶式内机

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

### 三、家用空调器型号命名方法



获取更多资料

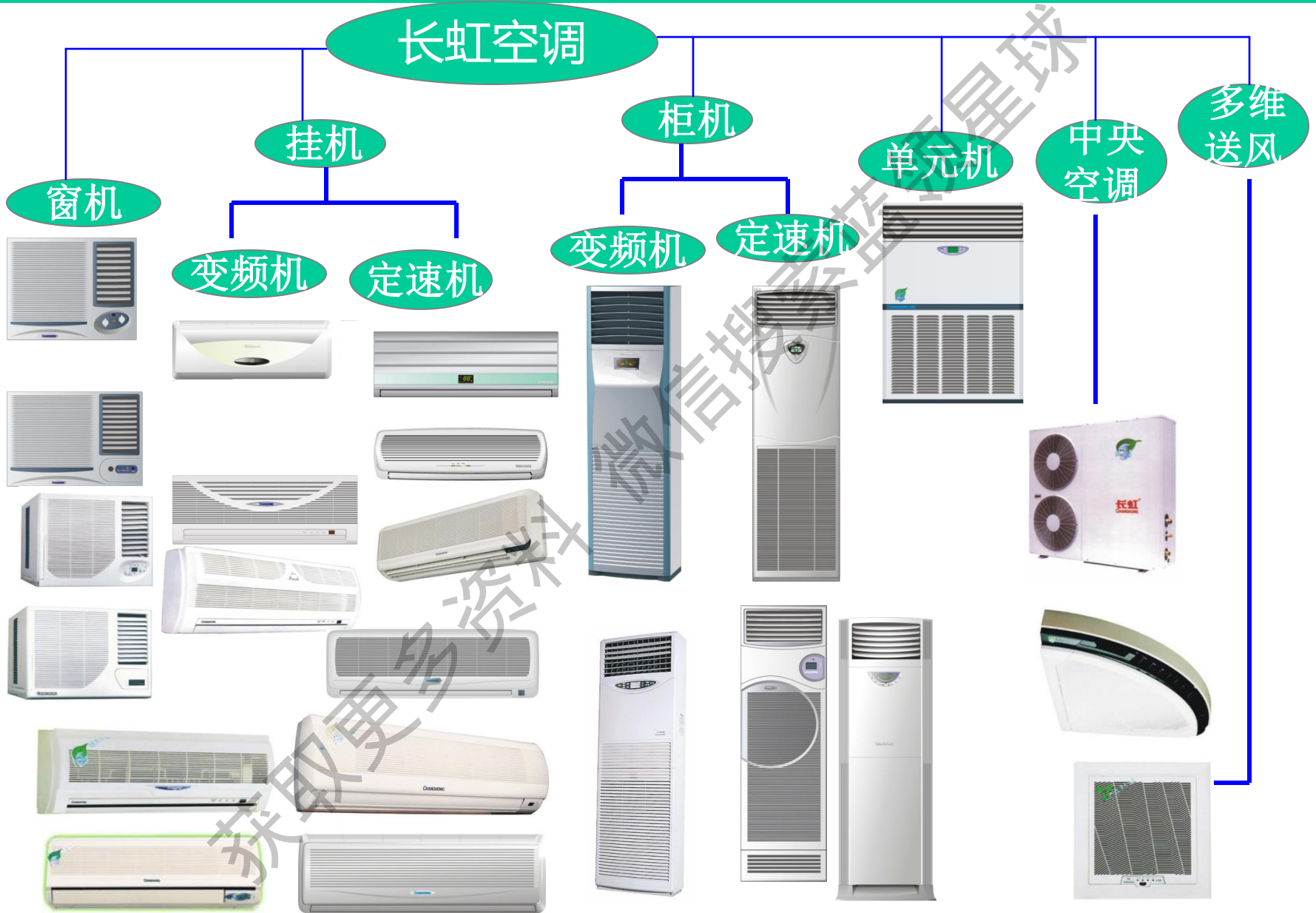
微信搜索 蓝领星球

- KC-22 表示T1气候类型、整体型（C）窗式房间空调器（K），额定制冷量2200W。
- KFR-28GW 表示T1气候类型、分体式（F）热泵型（R）挂壁式（G）房间空调器（k）（包括室内机组和室外机组），额定制冷量2800W。
- KFR-71LW/DG 表示T1气候类型、分体体式（F）热泵型（R）落地式（L）房间空调器（k）（包括室内机组和室外机组），额定制冷量7100W，带辅助电加热，造型代号G。

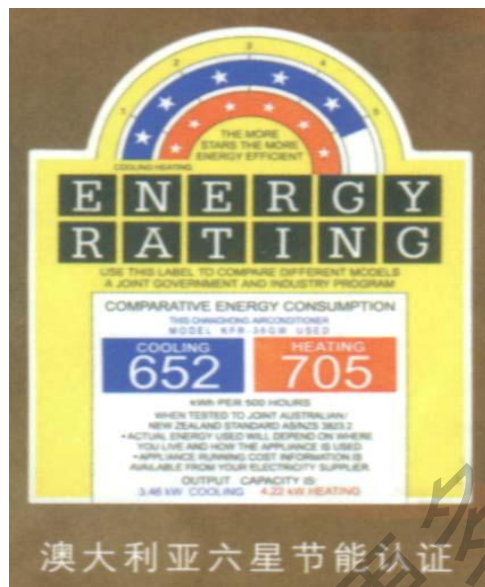
## 家用房间空调器性能测试标准

空调器为一变工况系统，其性能参数等随测试条件不同而不同，因此需在相同条件下说参数（比如制冷量）才具有意义，我国的标准为GB/T7725-1996《房间空气调节器》。

工况条件		室内侧空气状态 $^{\circ}\text{C}$		室外侧空气状态 $^{\circ}\text{C}$		
		干球温度	湿球温度	干球温度	湿球温度	
制冷运行	额定制冷	T1	27	19	35	24
		T2	21	15	27	19
		T3	29	19	46	24
制热运行	热泵额定制热	高温	20	15	7	6
		低温	20	15	2	1
		超低温	20	15	-7	-8



# 长虹空调器荣誉



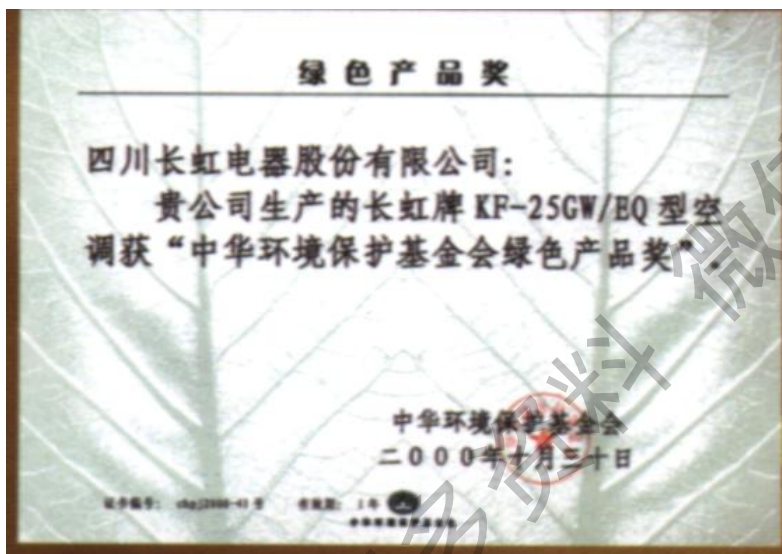
澳大利亚“六星节能认证”



中国节能产品认证中心CECP认证



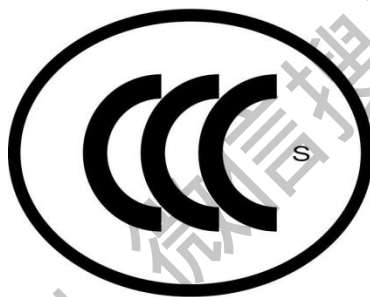
## 中国绿色产品奖



# 长虹空调器国际化认证



欧共体CE认证



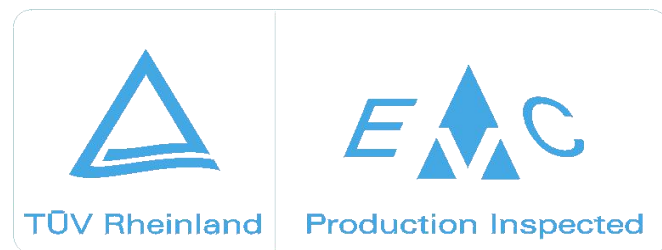
3C认证



美国UL认证



德国GS认证



欧洲EMC认证