

# 制冷设备维修工

## 技能鉴定培训

(理论部分)

获取更多资料

微信搜索 领星球

# 技能鉴定考核方式

- 理论考核

**100**分试卷，国家题库随机抽题，闭卷答题。

考核时间：**2011.5.21**下午

- 实操考核

根据要求进行实际操作，考核操作正确性、规范性等。 **50**分

实操笔答，写出某种故障的检测、检修方法、步骤等， **50**分。

# 理论考试主要内容

- 专业基础知识
- 蒸汽压缩制冷循环
- 制冷剂及其性质特点
- 制冷循环设备
- 空调设备知识
- 制冷装置常见故障
- 故障维修常用工具及制冷剂充注方法



# 第一部分

## 专业基础知识

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 一、工程热力学

- **热力学第一定律：** 能量转换和守恒定律
- **热力学第二定律：** 能量贬值原理（热力过程的方向性和不可逆性）
- **两种循环：** 正循环、逆循环

热机：将热能变成机械能的同时，必然伴有热量损失

制冷：消耗外部能量，把热量从低温物转移到高温物

## 二、传热学

### 1. 热传导

傅立叶定律： $Q = A \cdot \Delta t \cdot \frac{\lambda}{\delta}$

保温材料：导热系数小的材料

常用：玻璃棉、聚氨酯泡沫塑料、橡塑等

# 二、传热学

## 2. 对流换热

- 概念：依靠流体的流动和固体壁面接触交换热量
- 牛顿冷却定律： $Q = A \cdot \Delta t \cdot \alpha$  对流换热系数
- 分：强制对流、自然对流

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 二、传热学

### 3. 热辐射

- 物体温度越高、表面越黑，越粗糙，发射和吸收辐射的能量越强；
- 表面越白、越平滑，其接收和向外辐射的能力越差。

★ 电冰箱的外表面一般用光滑的浅色甚至白色，而冷凝器多加工成黑色。

## 二、传热学

### 4. 减弱换热的方法:

- 选择导热系数小的保温材料做保温层，尽量加大保温层厚度；
- 尽量减少换热面积；
- 环境上尽量远离热源，靠近冷源，减少日晒。

## 二、传热学

### 5. 增强换热的方法:

- 尽量选择导热系数大的材料（如铜、铝）；
- 加大换热面积（如散热器的翅片结构）；
- 使热交换器内外温差变大；
- 用强制对流取代自然对流；用紊流取代层流。

★肋片或翅片要加在对流换热系数小的一侧，如暖气片的肋片加在了和空气接触的一侧。

# 三、流体力学

- **流体**是气体和液体的总称，二者的共性是都具有流动性。
- **层流和紊流**：如家用空气器冷凝器表面换热空气的流态是紊流。
- **流体连续性原理**：同一流管中，对不可压缩流体，流速和流管截面积的乘积为一恒量。
- **流体流动时的阻力**：

内摩擦造成的粘滞阻力.....沿程阻力损失

流动状态变化引起的压差阻力.....局部阻力损失

★当流体流经弯管、阀门、变径管时，会产生局部阻力损失。

# 四、湿空气

## 1. 组成

- 自然界的空气由干空气和水蒸汽组成，称为湿空气，简称为空气。
- 自然界空气的压力就是大气压力，为干空气压力和水蒸气压力之和。
  - ◆ 饱和空气：由干空气和干饱和蒸汽组成
  - ◆ 未饱和空气：由干空气和过热蒸汽组成

# 四、湿空气

## 2. 状态参数

- 相对湿度 $\phi$ ：反映空气干燥或潮湿的程度。
- 含湿量 $d$ ：反映空气中水蒸气含量多少、判断加湿、除湿
- （干球）温度：
- 湿球温度：
- 露点温度：
- 比焓：

空调器的蒸发温度一般**5~7°C**，肯定低于夏季空气的露点温度，因而空调器在工作时，表面出现结露是必然的，没有结露现象是不正常的。空调器中的排水装置和排水管，是为处理露水而设置的。

获取更多资料

微信搜索 蓝领星球

# 五、空气调节

- 分为：舒适性空调和工艺性空调

- 空气调节内容：

- ◆ 温度调节：居室夏季 $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，冬季 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ （老弱可高 $1、2^{\circ}\text{C}$ ）；生产环境则根据具体工艺要求确定空气温度值。

- ◆ 湿度调节：相对湿度夏季 $50\sim 60\%$ ，冬季 $40\sim 50\%$ ，实质是增加或减少空气中水蒸气含量（加湿、减湿过程，即改变含湿量的大小）

- ◆ 洁净度调节：过滤空气，除去有害气体和灰尘。符合净化标准要求

- ◆ 空流调节：依靠空气的流动或流量来调节温湿度

设计规范规定，送风风速一般为 $3\sim 5\text{m/s}$ ，按卫生部标准要求，空调房间空气回流速度不大于 $0.25\text{m/s}$ 。

# 五、空气调节

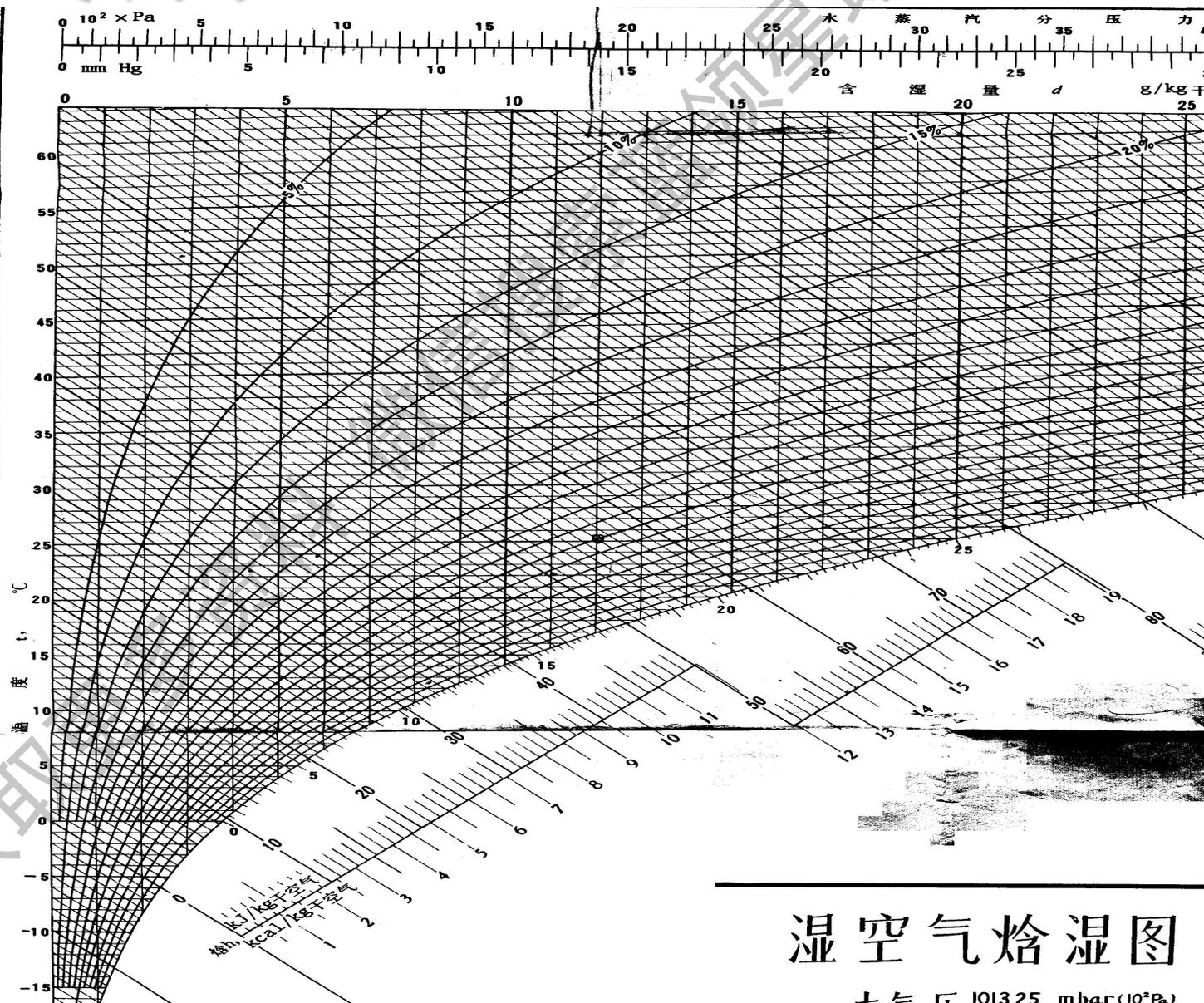
等焓线

等含湿量线

等温线

等相对湿度线

等水蒸气分  
压力线



湿空气焓湿图

大气压 1013.25 mbar ( $10^5 \text{ Pa}$ )



## 第二部分

# 蒸汽压缩式制冷循环

获取更多资料

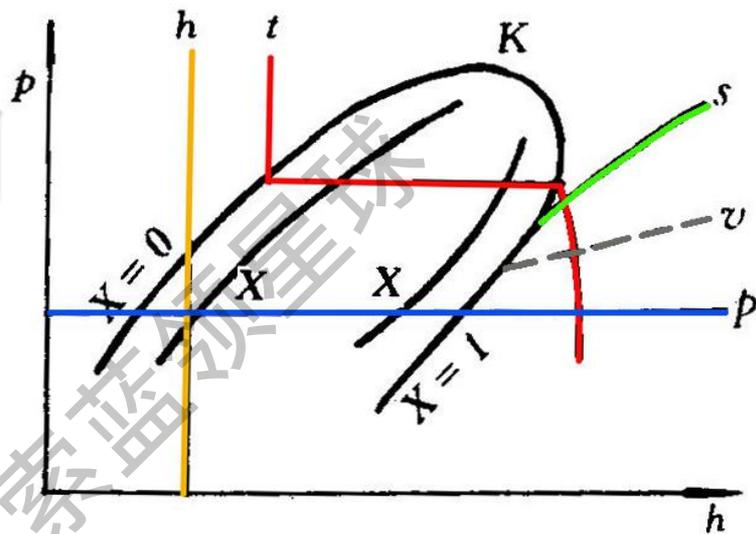
微信搜索 领星球



## 二、制冷剂状态参数和术语

- ◆ **压力和温度：** 蒸发温度（压力）、冷凝温度（压力）、吸气温度、排气温度
- ◆ **湿蒸汽：** 压缩机湿压缩、“液击”
- ◆ **干度：** 湿蒸汽中蒸汽质量和湿蒸汽总质量之比。  $x=0\sim 1$ .
- ◆ **干饱和蒸汽、过热蒸汽**（过热温度、过热度）
- ◆ **饱和液体、过冷液体**（过冷温度、过冷度）
- ◆ **比容：** 压缩机吸入制冷剂蒸汽比容大小，直接影响设备制冷量
- ◆ **焓：** 制冷剂获得或失去能量的多少都可以用焓差来表示

# 三、 $p-h$ 图及应用

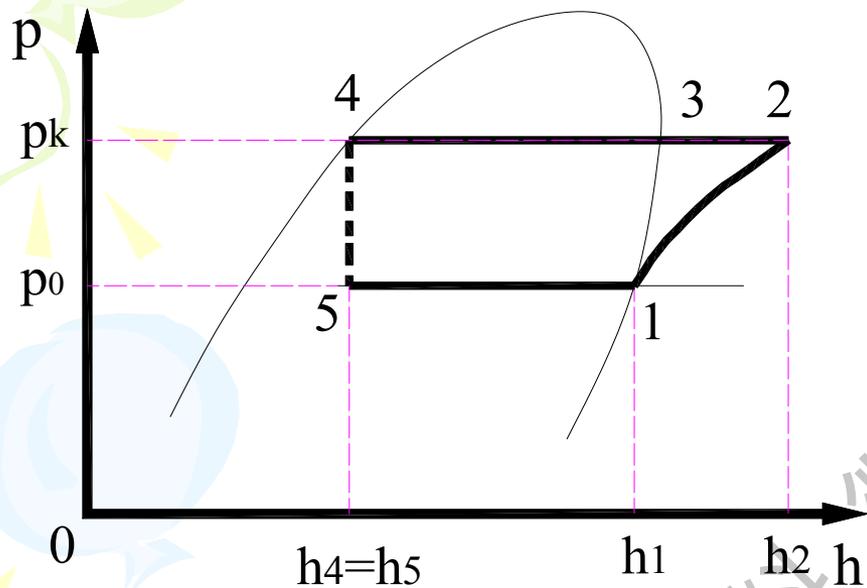


压焓图

- 等压线 — 水平线
- 等焓线 — 垂直线
- 等干度线 — 湿蒸汽区域内
- 等熵线 — 向右上方倾斜，自左向右递增；
- 等容线 — 向右上方倾斜，但比等熵线平坦，自上向下递增；
- 等温线 — 垂直线（未）→水平线（湿）→向右下方弯曲（过）

◆作用：确定状态参数，表示热力过程，分析能量变化。

# 四、理论循环的压焓图



蒸汽压缩制冷理论循环p-h图

单位质量制冷量:  $q_0 = h_1 - h_5$

单位冷凝负荷:  $q_k = h_2 - h_4$

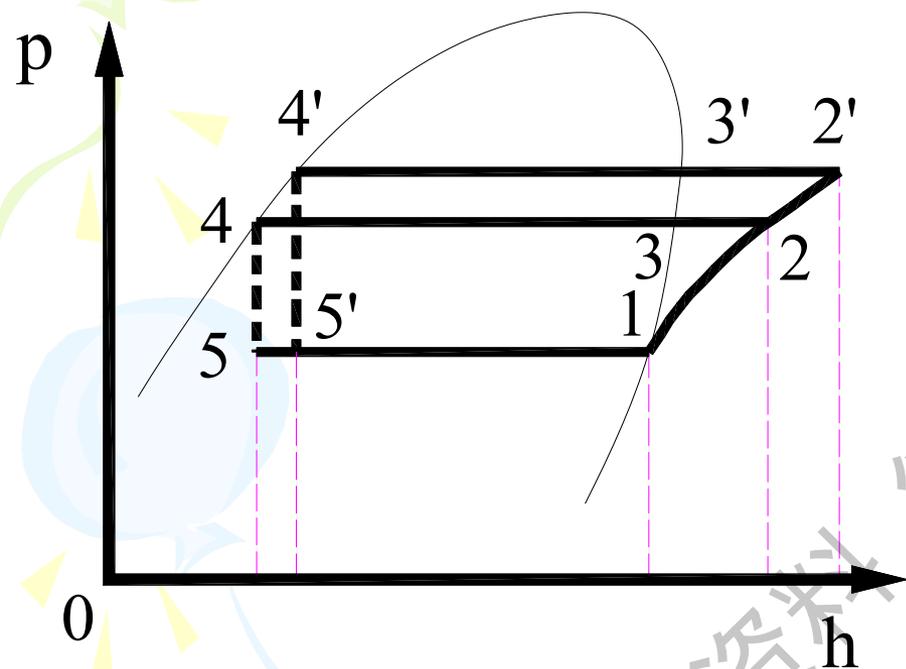
单位理论压缩功:  $w_0 = h_2 - h_1$

制冷系数:  $\varepsilon_0 = \frac{q_0}{w_0} = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1}$

单位容积制冷量:  $q_v = q_0 / v_1$

★理论循环中: 单位冷凝负荷 = 单位质量制冷量 + 单位功耗

# 五、冷凝温度的影响



降低冷凝温度：

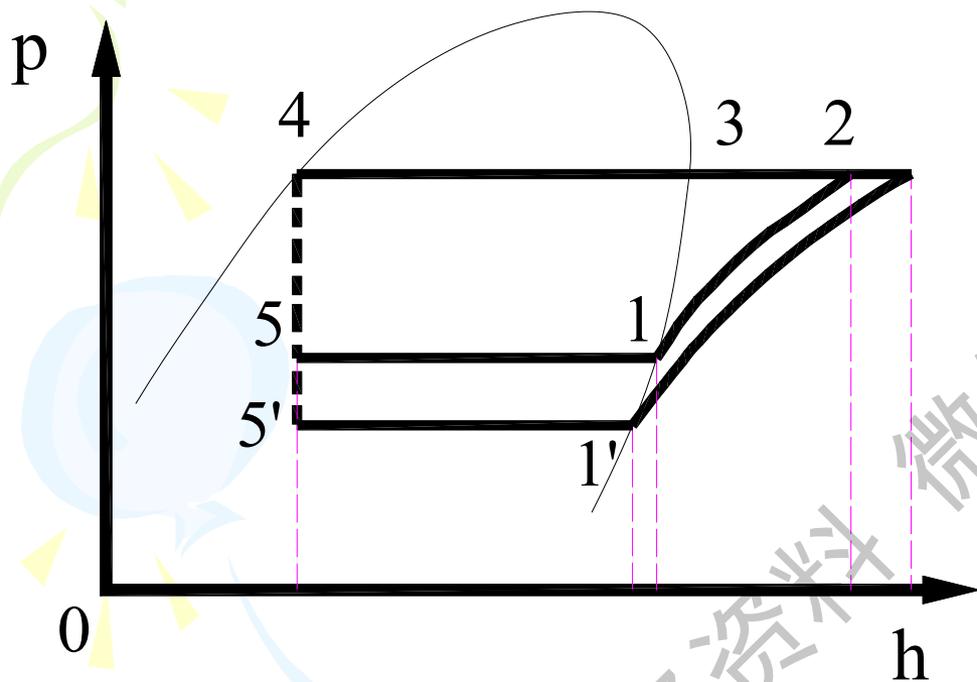
压缩机耗功减少，  
制冷量增加，  
制冷系数提高，  
吸气比容不变

冷凝温度变化p-h图

★冷凝温度的高低完全取决于冷却介质的温度，在制冷装置中，冷却介质的温度不能随意降低，而是受到环境温度的限制。

★空调器等制冷设备运行时，要严格控制冷凝温度（冷凝压力），使它不要过高。在维修制冷设备中，排除冷凝压力过高的故障，是经常遇到的内容之一。

# 六、蒸发温度的影响



提高蒸发温度：

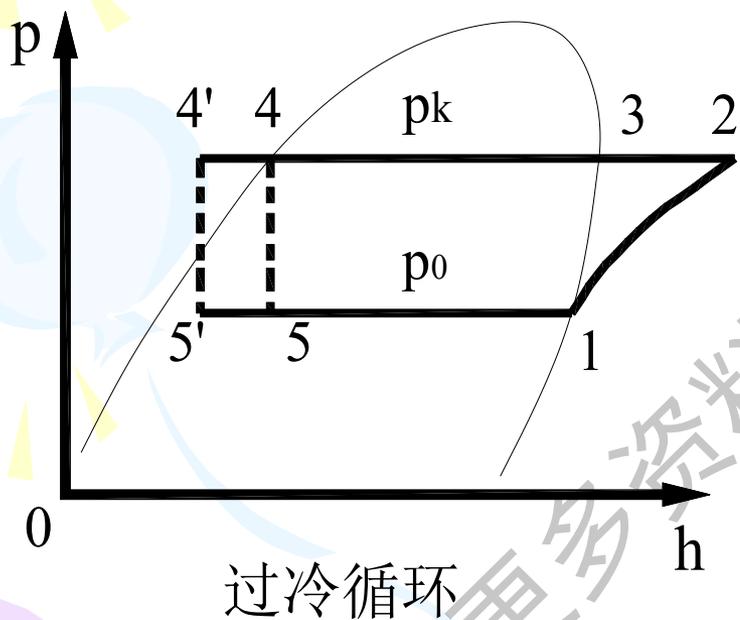
压缩机耗功减少，  
制冷量增加，  
制冷系数提高，  
吸气温度升高，  
吸气比容减小

蒸发温度变化p-h图

★蒸发温度主要由制冷要求确定，故在能满足需要的条件下，应尽可能采取较高的蒸发温度。

# 七、液体过冷循环（提高制冷量）

实现方法：采用气液热交换器；采用过冷器；增大冷凝器面积



过冷后：

压缩机耗功不变，  
制冷量增加，  
制冷系数提高，  
吸气状态不变

★如电冰箱中毛细管与回气管并联焊接在一起，就是为了使液体过冷而设计的。

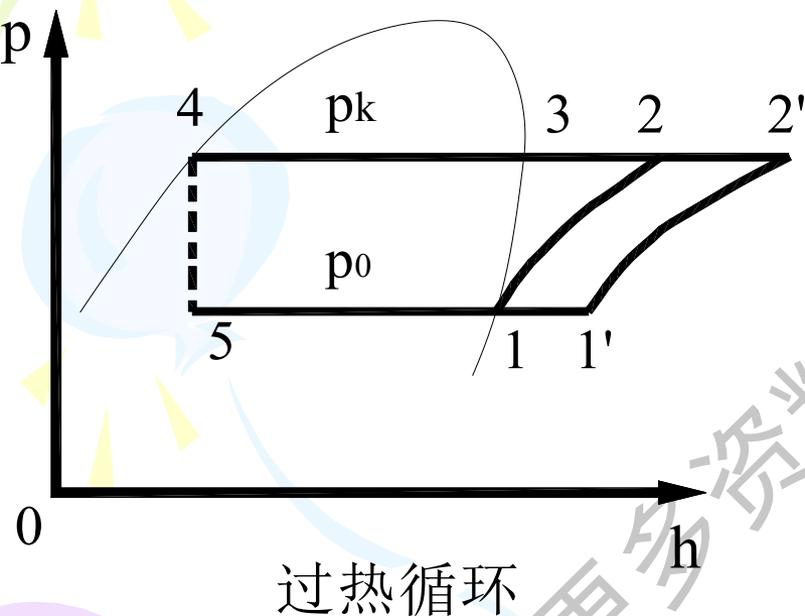
# 八、

## 蒸汽过热循环（避免湿压缩）

**蒸汽过热：**制冷剂蒸汽的温度高于其压力所对应的饱和温度。

**有效过热：**过热吸收热量来自被冷却介质，产生有用的制冷效果。

**有害过热：**过热吸收热量来自被冷却介质以外，无制冷效果。



**有害过热分析：**

单位压缩功增加

单位制冷量不变

单位冷凝负荷增大

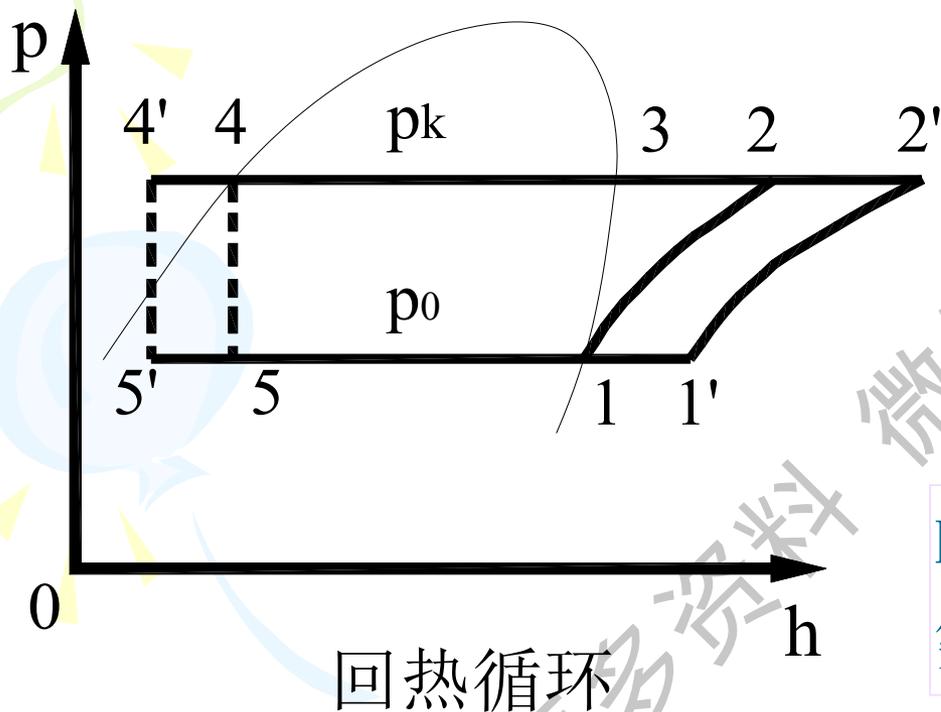
进入压缩机的制冷剂比容增大

压缩机的排气温度升高

**有效过热分析：**对循环是否有益与制冷剂性质有关。

★设备中对回气管道采取保温措施，就是为了消除无效过热。

# 九、回热循环



1. 单位压缩功增加
  2. 单位制冷量增加
- 不一定能提高制冷系数

R12和R502采用回热循环有利；  
氨不采用回热循环。

★如电冰箱中毛细管与回气管并联焊接在一起，就是简单的回热循环。

# 第三部分

## 制冷剂

获取更多资料 微信搜索 领星球

# 一、对制冷剂的要求

1. 环保（对臭氧层无破坏作用、无温室效应）

2. 热力性质好

◆ 蒸发压力和冷凝压力适中

蒸发压力：最好接近且稍高于大气压力；

冷凝压力：不宜过高，一般不超过1.2~1.5Mpa。

◆  $q_0$ 和 $q_v$ 大

◆ 临界温度 $t_c$ 高，凝固温度低

◆ 绝热指数低

可减少耗功率，降低排气温度，利于润滑，利于压缩机安全运行

# 一、对制冷剂的要求

## 3. 物理化学性质好

◆流动性好（粘度小，密度小） ◆传热性好 ◆安全性好

高温下不分解，不燃，不爆炸，无毒，对金属和其他材料不腐蚀。

◆溶油性

有限溶解：制冷剂和润滑油易分离， $t_0$ 稳定；易产生油膜影响传热。

无限溶解：润滑好，不易有油膜，传热好；但易引起 $t_0$ 升高。

◆溶水性（吸水性）

氨易溶于水，氟利昂难溶于水。

“冰塞”：制冷剂的吸水性差，当其含的水分多时，水就会呈游离状态随着制冷剂一起流动。在节流阀门处，蒸发温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，游离态的水便会结冰而把阀门堵住。常发生在氟利昂系统中。

吸水性好：制冷剂吸水后发生水解作用，生产酸性物质，腐蚀金属材料。氨系统不用铜及铜合金。

## 二、常用制冷剂

### 1. 水 $\text{H}_2\text{O}$ (R718)

- 优点：环保、安全易得、无毒无味；
- 缺点：比容大、 $qv$ 小，凝固点高，制冷温度 $0^\circ\text{C}$ 以上。
- 适用：蒸汽喷射式制冷机、溴化锂吸收式制冷机。

获取更多资讯  
微信号: 蓝领星球

## 二、常用制冷剂

### 2. 氨 $\text{NH}_3$ (R717)

- **优点：**环保、热力性质好（沸点 $-33.4^\circ\text{C}$ ，凝固点 $-77.7^\circ\text{C}$ ）、工作压力适中、 $q_0$ 、 $q_v$ 较大、粘性小，密度小，流动阻力小、传热性能好、溶水性好、不会“冰塞”，纯氨不腐蚀，但含水后腐蚀铜及铜合金（磷青铜除外）。
- **缺点：**毒性大、有刺激性臭味、易燃易爆、一旦泄漏，将污染空气、食品，并刺激人，微溶于润滑油，易有油膜。
- **适用：**大中型工业制冷装置（ $-65^\circ\text{C}$ 以上）和大中型冷库

## 二、常用制冷剂

### 3. 氟利昂

- **优点：**无味、不易燃易爆、毒性小、等熵指数小、排气温度低，不腐蚀金属，分子量大。
- **缺点：**密度大、粘性大、流动阻力大，渗透性强，易于泄漏而不被发现，含氟原子的氟利昂与明火接触能分解出剧毒的光气 $\text{COCl}_2$ ，价格高。氟利昂不溶于水，易发生冰塞现象，故氨制冷系统中必须设干燥器。

## 二、常用制冷剂

★氟利昂制冷剂命名方法:

分子式:  $C_m H_n F_x Cl_y Br_z$  (满足  $2m+2=n+x+y+z$ )

◆代号: R M-1 (为0时略) N+1 x Bz (z为0时与B一起略)

如: 一氯二氟甲烷分子  $CHF_2Cl$ ——R22

一溴三氟甲烷分子  $CF_3Br$ ——R13B1

三氟三氯乙烷分子  $C_2F_3Cl_3$ ——R113

## 二、常用制冷剂

### 4. R134a ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ )

- 替代R12，ODP=0，GWP=0.27
- 常压下，**沸点 $-26.5^\circ\text{C}$** ，**凝固温度 $-101^\circ\text{C}$**
- 不可燃，蒸发器和冷凝器都在正压下工作
- 与矿物类润滑油不相容，替代时先清除机内矿物油，更换滤油器，换入专门的脂类润滑油。
- 广泛用于电冰箱、汽车空调、离心式制冷机

## 二、常用制冷剂

### 5. R12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )

- 一个大气压下沸点 $-29.8^\circ\text{C}$ ，凝固点 $-155^\circ\text{C}$ ，易冰塞，注意含水量小于 $0.0025\%$ ，设干燥器。
- 与润滑油互溶

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 二、常用制冷剂

### 6. R22 ( $\text{CHF}_2\text{Cl}$ )

- 一个大气压下沸点 $-40.8^\circ\text{C}$ ，凝固点 $-160^\circ\text{C}$ 。
- 有限溶于润滑油，R22易冰塞，注意含水量小于0.0025%，设干燥器；R22冷凝压力约1.4MPa
- 广泛用于家用空调器、低温设备、中型冷水机组、工业制冷装置中

## 二、常用制冷剂

### 7. R13

- 一个大气压下沸点 $-81.5^{\circ}\text{C}$ ，凝固点 $-180^{\circ}\text{C}$ ，可用在低温系统中，适用于复叠式制冷系统作为低温级制冷剂。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

### 三、制冷剂按工作温度分类

高温（低压）制冷剂：R11、R21

中温中压制冷剂：R12、R22、R502等

低温（高压）制冷剂：R13、R14等

获取更多资料

# 四、制冷剂钢瓶

## 1.颜色:

- 氟利昂瓶漆成银灰色
- 氨瓶漆成黄色

并在瓶上标出制冷剂名称，不得相互调换使用。

## 2.注意:

- 钢瓶不要放在太阳下曝晒或靠近火焰及高温热源。
- 钢瓶内装入制冷剂的最大限度为其容积的80%，不准充满。

# 五、载冷剂

## 1. 水

## 2. 盐水溶液：NaCl、CaCl<sub>2</sub>、MgCl<sub>2</sub>

- 盐水凝固点取决于盐的种类，且与一定的含盐量相对应。
- 盐水优点：原料充沛、成本低、凝固点可调。
- 适用：工作温度在-50℃～5℃之间的中温制冷装置中作载冷剂。
- NaCl溶液：-21.2℃，含盐量（质量含量）23.1%
- CaCl<sub>2</sub>溶液：-55℃，含盐量（质量含量）29.9%

## 六、润滑油（冷冻机油）

目前我国主要生产：**13#、18#、25#、30#、40#**等

- 冷冻机油的选用主要考虑制冷剂的性质和压缩机的转速：

**R717**适用：**13#、25#**

**R12**适用：**18#**

**R22**适用：**25#**

- 转速越高，粘度应越大

**360r/min**：**13#、18#**

**720~960/min**：**25#**

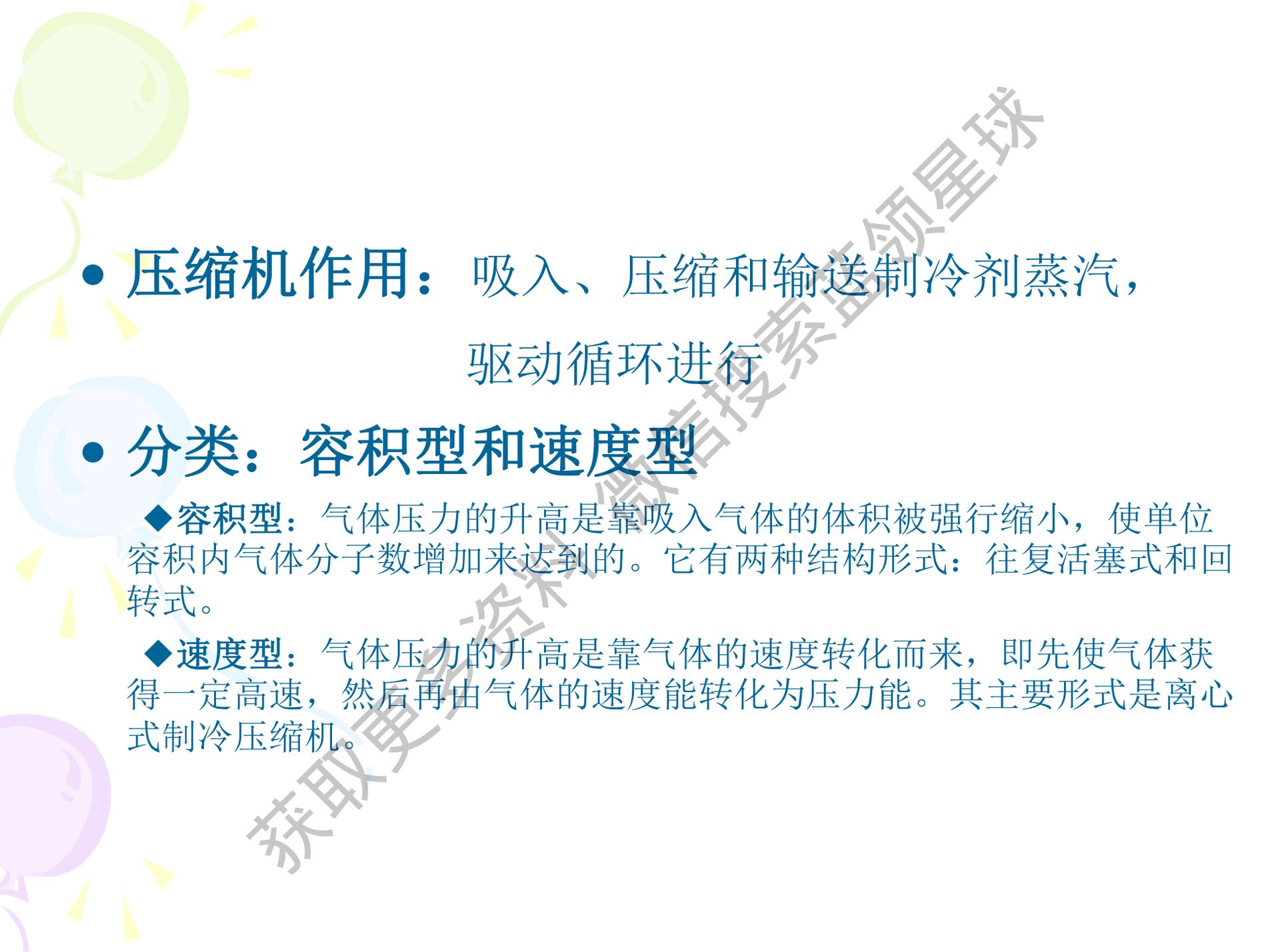
**1400/min**以上：**30#、40#**



# 第四部分

## 制冷压缩机

获取更多资讯  
微信搜索 领星球



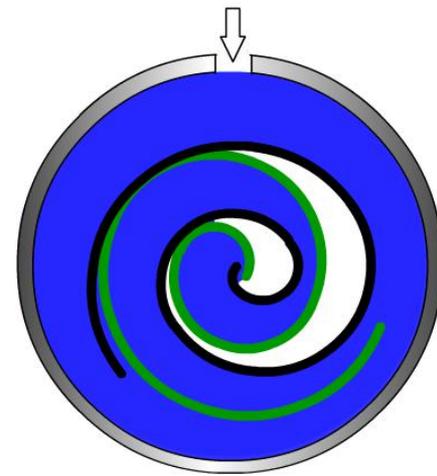
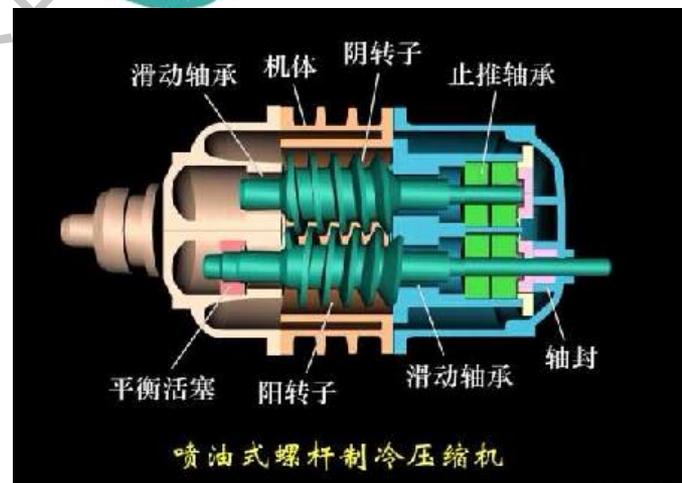
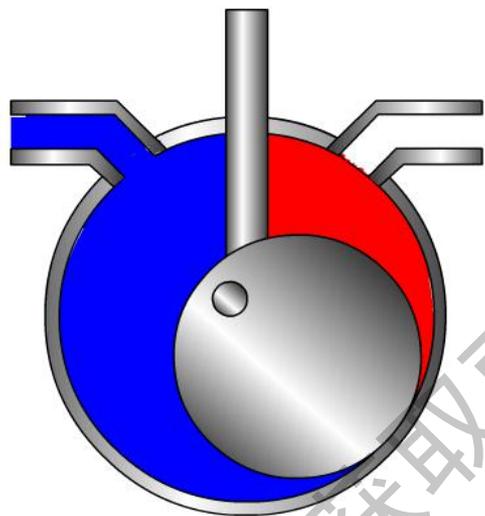
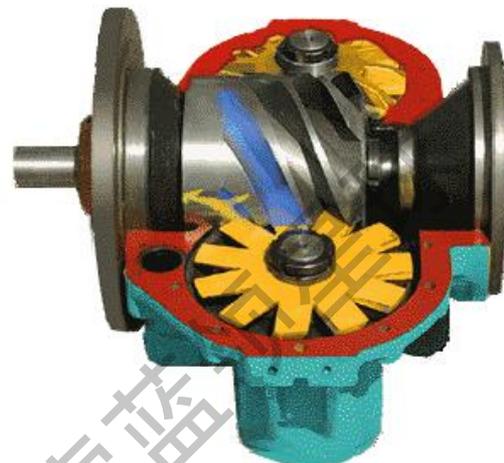
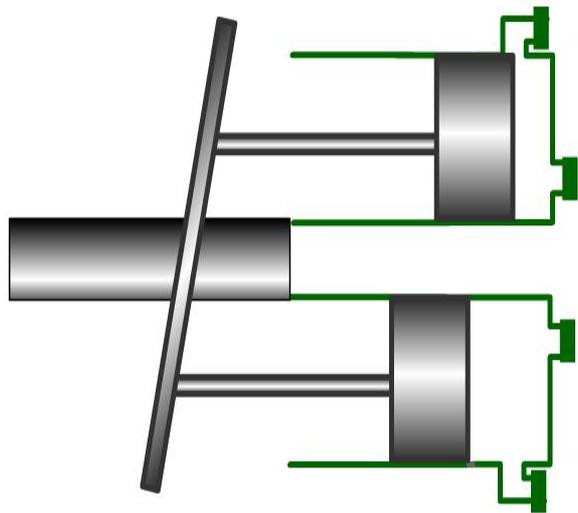
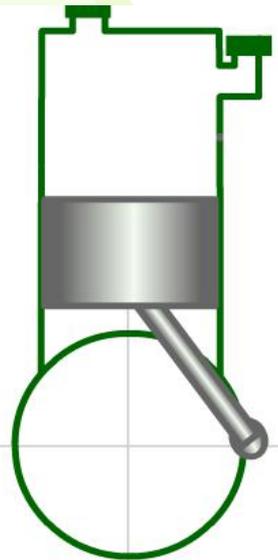
● **压缩机作用：**吸入、压缩和输送制冷剂蒸汽，  
驱动循环进行

● **分类：容积型和速度型**

◆ **容积型：**气体压力的升高是靠吸入气体的体积被强行缩小，使单位容积内气体分子数增加来达到的。它有两种结构形式：往复活塞式和回转式。

◆ **速度型：**气体压力的升高是靠气体的速度转化而来，即先使气体获得一定高速，然后再由气体的速度能转化为压力能。其主要形式是离心式制冷压缩机。

| 类型  |         | 气密特征  | 容量范围 (KW) | 主要用途      | 特点       |                             |
|-----|---------|-------|-----------|-----------|----------|-----------------------------|
| 容积式 | 往复<br>式 | 活塞连杆式 | 开启        | 0.4~120   | 冷冻、空调、热泵 | 机型多，易生产<br>价廉，容量中等          |
|     |         |       | 半封闭       | 0.75~45   | 冷冻、空调    |                             |
|     |         |       | 全封闭       | 0.1~15    | 冷藏库、车辆   |                             |
|     | 活塞斜盘式   | 开启    | 0.75~2.2  | 轿车空调专用    | 高速，小容量   |                             |
|     |         | 开启    | 0.75~2.2  | 车辆空调      | 高速，小容量   |                             |
|     | 转子式     | 全封闭   | 0.1~5.5   | 冷藏库、冰箱、车辆 |          |                             |
|     |         | 涡旋式   | 开启        | 0.75~2.2  | 车辆空调、热泵  | 高速，小容量                      |
|     | 全封闭     |       | 2.2~7.5   | 空调        |          |                             |
|     | 螺杆式     | 单螺杆   | 开启        | 100~1100  | 热泵       | 压比大，可替代<br>小容量往复<br>式压缩机，价昂 |
|     |         |       | 半封闭       | 22~90     | 热泵、车辆    |                             |
| 双螺杆 |         | 开启    | 30~1600   | 车辆空调      |          |                             |
|     |         | 半封闭   | 55~300    | 热泵        |          |                             |
| 速度式 | 离心式     | 开启    | 90~1000   | 冷冻、空调     | 适用于大容量   |                             |
|     |         | 半封闭   |           |           |          |                             |



# 一、活塞式压缩机分类

## 1. 按气缸布置型式分类

- ◆ **卧式**：气缸轴线呈水平布置，制冷量大，大型机；
- ◆ **立式**：气缸轴线直立布置；
- ◆ **高速多缸**：其速度一般为960~1440转/分，气缸数目多为2、4、6、8四种，可分为V型、W型和S型（扇型）
- 现代中小型多缸单级压缩机的汽缸数多达**16缸**

# 一、活塞式压缩机分类

## 2. 按电动机和压缩机的组合型式分类

- ◆ **开启式：** 压缩机的动力输入轴伸出机体外，通过联轴器或皮带轮与电动机联结，并在伸出处用轴封装置密封。
- ◆ **半封闭式：** 压缩机与电动机共用一主轴，并共同组装于同一机壳内，但机壳为可拆式，其上开有各种工作孔用盖板密封。
- ◆ **全封闭式：** 压缩机与其驱动电动机共用一个主轴，二者组装在一个焊接成型的密封罩壳中。



开启式



半封闭式



全封闭式

获取更多资料 蓝领星球

# 一、活塞式压缩机分类

## 3. 按压缩机的级数分类

- ◆单级压缩：由蒸发压力至冷凝压力经过一次压缩；
- ◆双级压缩：由蒸发压力至冷凝压力经过两次压缩

## 4. 按采用的制冷剂分类

- ◆氨压缩机
- ◆氟利昂压缩机

## 二、活塞式压缩机结构

由机体、活塞及曲轴连杆机构、气缸套及进排气阀组合件、卸载装置、润滑系统五部分组成。

### 1. 机体

是压缩机最大的主要部件，用以支承压缩机的主要零部件，一般采用高强度灰铸铁铸成。

## 二、活塞式压缩机结构

### 2. 活塞及曲轴连杆机构（传动机构）

- ◆ 曲轴是活塞式制冷压缩机的主要部件之一，其作用是传递能量，并将电动机的旋转运动通过连杆改变为活塞的往复直线运动，以达到压缩气体的目的。
  - 正常运行时，曲轴箱温度，氟系统 $<70^{\circ}\text{C}$ ，氨系统 $<65^{\circ}\text{C}$ ，轴封轴承 $<70^{\circ}\text{C}$ ；
- ◆ 连杆是曲轴与活塞间的连接件，它将曲轴的回转运动转化为活塞的往复运动，并把动力传递给活塞对气体做功。
- ◆ 活塞的作用是与气缸共同组成一个可变的封闭工作容积，使气体在此容积内受到压缩。
  - 在一个活塞组件上，有两个气环、一个油环。



曲轴

获取资料 微信搜索 蓝领星球



获取更多资料 微信投票蓝领星球



阀片



气缸盖

## 二、活塞式压缩机结构

### 3. 气缸套及进排气阀组合件

- 吸排气阀是活塞式压缩机的重要部件之一，它控制着压缩机的吸气、压缩、排气、膨胀过程。靠压差自动启闭。
- 压缩机正常工作时，气缸盖应是半边凉、半边热
- 排气温度：氨、 $R22 < 135^{\circ}\text{C}$ ， $R12 < 110^{\circ}\text{C}$ 。 润滑油闪点 $160^{\circ}\text{C}$
- 吸气温度，氨比 $t_0$ 高 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ，氟吸气温度 $< 15^{\circ}\text{C}$ ；

## 二、活塞式压缩机结构

### 4. 卸载装置（能量调节装置）

- 作用是使压缩机在运转条件下停止部分气缸的吸气，以改变该压缩机的制冷能力。包括顶杆启阀机构和油压推杆机构。
- 活塞式制冷压缩机实现能量调节的方法是顶开部分气缸的吸气阀片。

## 二、活塞式压缩机结构

### 5. 润滑系统

润滑目的：

- ◆减少轴与轴承、活塞环与气缸壁等运动部件接触面的机械磨损，减少摩擦耗功，提高零部件的使用寿命。
- ◆可以带走摩擦产生的热量，降低各运动部件的温度，提高压缩机的耐久性。

## 三、工况

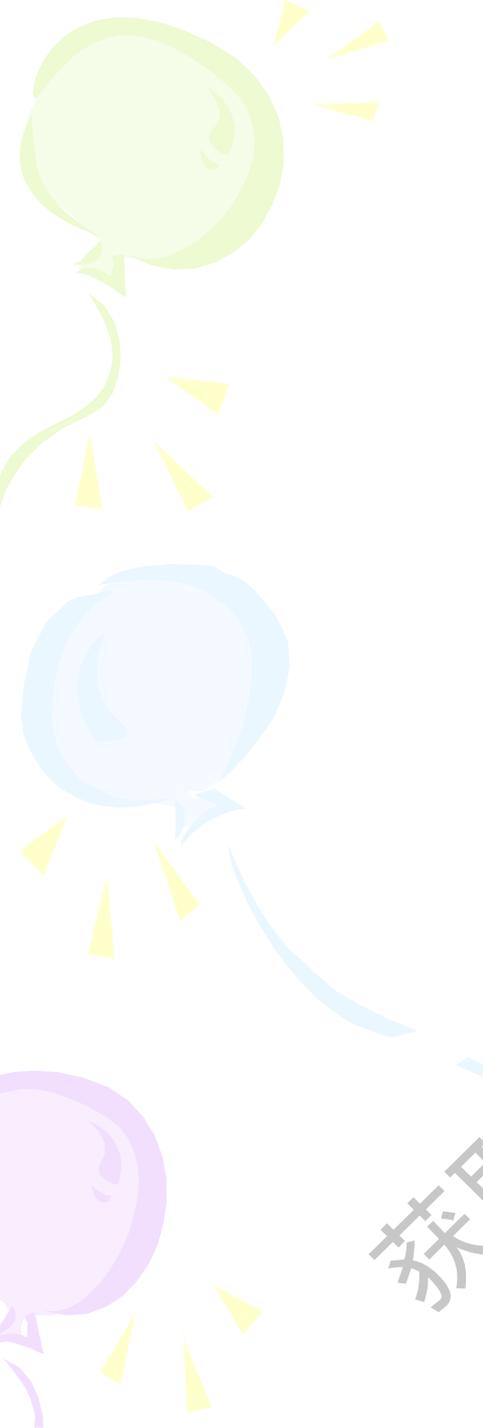
- **工况：**表示压缩机工作温度条件的技术指标。用稳定工作时的吸入压力饱和温度（或蒸发温度 $t_0$ ）、吸入温度、排出压力饱和温度（或冷凝温度 $t_k$ ）和制冷剂液体温度（或过冷温度）等温度数值表示。
- 说明一台压缩机的性能如何，必须指出是对什么工况而言。

# 三、工况

| 工况            | 标准工况                  |                       | 空调工况                |                     |
|---------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|               | R717                  | R12/R22               | R717                | R12/R22             |
| 蒸发温度 $t_0$    | $-15^{\circ}\text{C}$ | $-15^{\circ}\text{C}$ | $5^{\circ}\text{C}$ | $5^{\circ}\text{C}$ |
| 冷凝温度 $t_k$    | 30                    | 30                    | 40                  | 40                  |
| 吸气温度 $t_1$    | $-10$                 | 15                    | 10                  | 15                  |
| 过冷温度 $t_{rc}$ | 25                    | 25                    | 35                  | 35                  |

## 四、重要参数

- 1.理论输气量：** 压缩机在理想工作条件下，单位时间内由吸气腔往排气腔输送的气体的量；
- 2.实际输气量：** 压缩机在实际工作条件下，单位时间内由吸气腔往排气腔输送的气体的量；
- 3.输气系数（容积效率）：** 实际输气量与理论输气量的比值
  - 输气系数大小在0~1之间



# 第五部分

## 其他制冷设备

获取更多资料  
微信搜索 蓝领星球

# 一、冷凝器

- **作用：** 将压缩机升压排出的制冷剂过热蒸汽冷却冷凝成液体。
- 按冷却介质不同，可分为水冷式、风冷式、蒸发式。

微信搜索 领星球  
获取更多资料

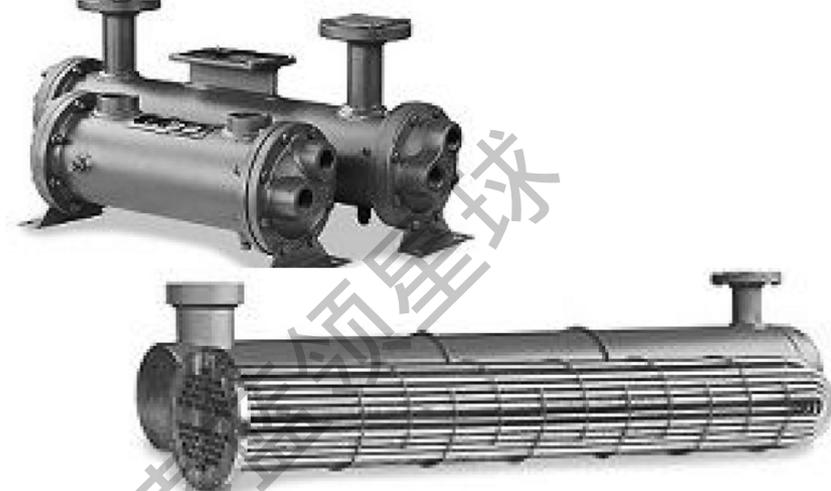
# 一、冷凝器

## 1. 立式壳管式

- ◆使用范围：多用于氨制冷系统中
- ◆水在管内走，氨在管外走。
- ◆优点：传热系数高，冷却冷凝能力大；  
垂直安装，占地面积小，可安装在室外，节省机房面积；  
对水质要求不高，且在清洗时不需要停止制冷系统工作；
- ◆缺点：用水量大，相应水泵耗功率增加；  
金属消耗量大，比较笨重，搬运安装不方便；  
制冷剂泄露不易发现；  
易于结垢，需经常清洗。



# 一、冷凝器



## 2. 卧式壳管式

- ◆ **使用范围：**普遍地应用于大中小型氨、氟利昂制冷系统中，尤其在船舶制冷和空调制冷用冷凝机组、冷水机组中应用广泛。
- ◆ **优点：**传热系数高、冷却用水比立式壳管式少、占空间高度小、有利于有限利用空间的利用，结构紧凑、操作方便等。
- ◆ **缺点：**水质要求好，水垢清洗不便，需要停止工作，卸下端盖才能进行、材料消耗大、造价较高等。

# 一、冷凝器



## 3. 套管式

- ◆使用范围：一般用于小型氟利昂机组
- ◆优点：结构紧凑，便于制造、传热性能好。
- ◆缺点：金属耗用量大，冷却水流动阻力大。

获取更多资料

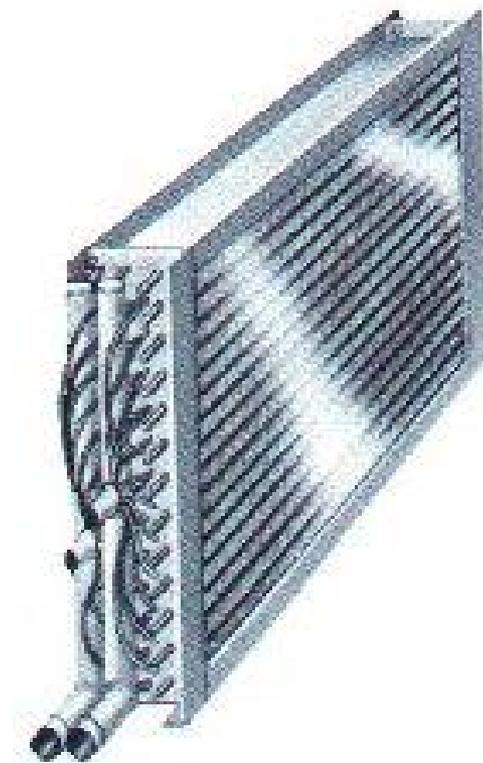
# 一、冷凝器

## 4. 风冷式冷凝器

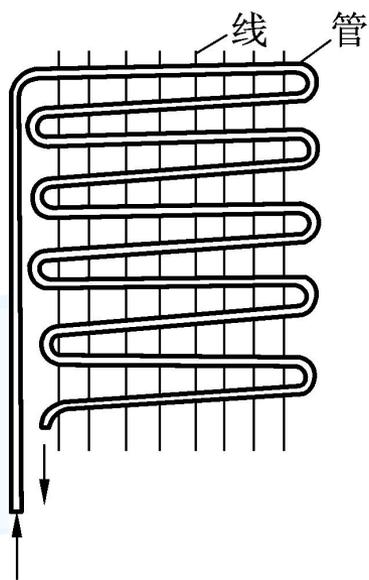
- **使用范围：**多用于小型氟利昂制冷装置中，如电冰箱、空调器、冷冻柜等
- **类型：**自然对流式和强迫对流式
- **特点：**可以不用水而使冷却系统变得十分简单，不易产生腐蚀；初次投资和运行费用均高于水冷式；冷凝温度受环境影响大。



汽车空调冷凝器

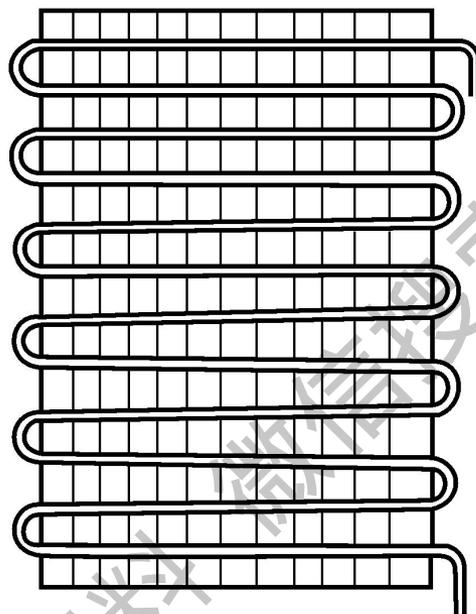


# 自然对流式：主要用于家用冰箱和微型制冷装置。



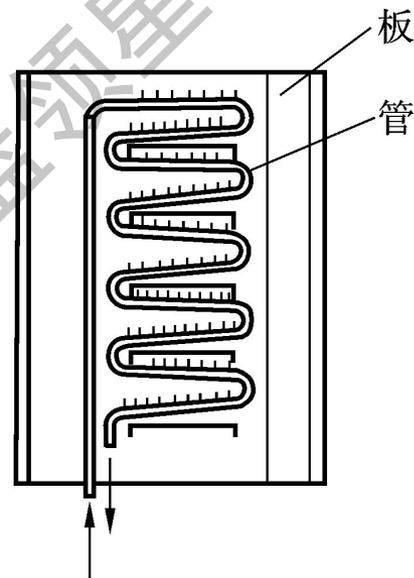
(a)

(a) 线管式；



(b)

(b) 百叶窗式；

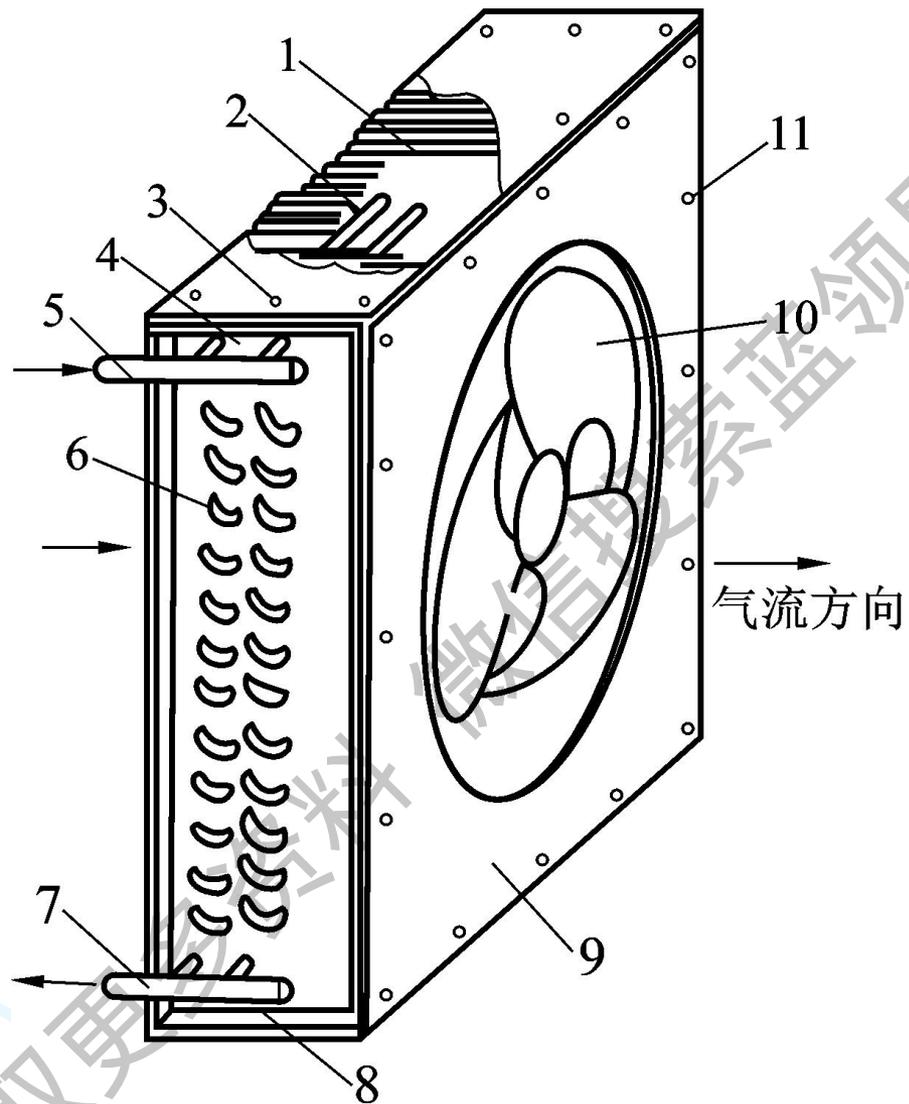


(c)

(c) 板管式

1. 钢丝式冷凝器：采用蛇形复合钢管与直径为 $1.6\sim 2\text{mm}$ 的钢丝点焊而成

2. 百叶窗式冷凝器：蛇形管紧卡或点焊在厚度为 $0.5\text{mm}$ 、冲有 $700\sim 1200$ 个孔的百叶窗状的散热片上。

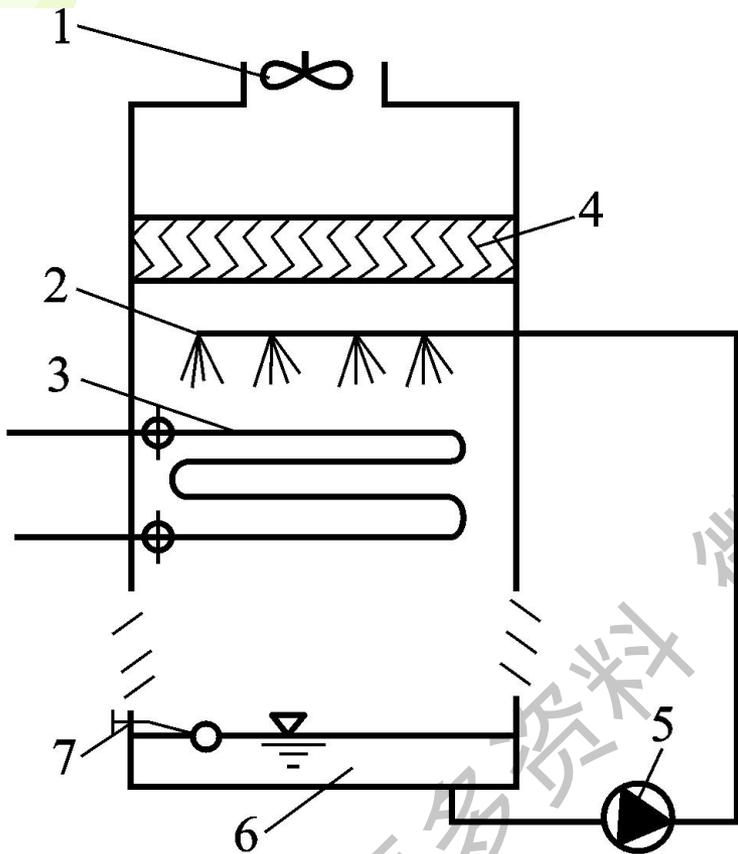


空气强迫对流式冷凝器

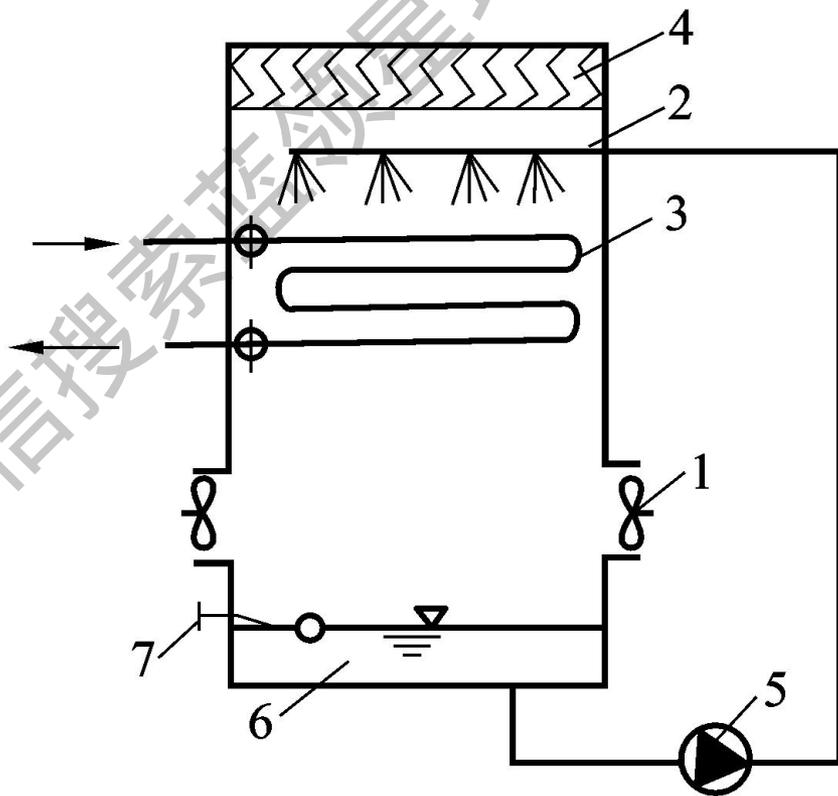
# 一、冷凝器

## 5. 蒸发式冷凝器

- ◆ **使用范围：**适用于缺水地区，中小型氨制冷系统
- ◆ **原理：**冷却水喷淋时蒸发吸热，吸收高压制冷剂蒸汽的热量，同时使空气从下向上在水膜表面吹过。
- ◆ **优点：**循环水量与耗水量较少，水泵耗功率低；冷凝温度低。
- ◆ **缺点：**盘管易腐蚀，管外易结垢，且维修困难；消耗水泵和风机功率。



(a)



(b)

蒸发式冷凝器示意图  
(a)吸入式；(b)压送式

# 一、冷凝器

## 6. 进出口温差

- 水冷式冷凝器进出口温差：立式壳管式 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，卧式壳管式和套管式 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。
- 空冷式冷凝器进出口温差不宜超过 $8^{\circ}\text{C}$ ；
- 蒸发式冷凝器的冷凝温度约为 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ ，温差为 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。
- 冷凝温度比冷却介质的出口温度高 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

# 一、冷凝器

## 7. 影响冷凝效果的主要因素

- 冷凝器中含有空气或其他不凝性气体；
- 风冷式冷凝器空气供应量不足（主要指流速低，一般以 $2\sim 4\text{m/s}$ 为宜），或空气温升较高。
- 冷凝器的盘管翅片表面有油垢、污垢和锈蚀堵塞。

## 二、蒸发器

作用：制取和输出冷量。

类型

冷却液体的蒸发器

满液式壳管式-制冷剂在管外蒸发

干式壳管式-制冷剂在管内蒸发

冷水箱

直立管式

螺旋管式

蛇管式

冷却空气的蒸发器

冷风机 —— 干式蒸发器

排管

冷

## 二、蒸发器

提高蒸发器传热效率的措施：

- 1.氨制冷系统，应定期排油；
- 2.适当提高载冷剂流速；
- 3.及时清除载冷剂侧水垢；
- 4.冷库中应定期除霜；
- 5.防止蒸发温度过低，避免结冰。

# 三、节流装置



## (一) 毛细管

- 1. 原理：**节流，利用孔径和长度变化产生压力差，并控制制冷剂流量。
- 2. 应用：**主要用于热负荷较小的家用制冷器具中，同时要求制冷系统有比较稳定的冷凝压力和蒸发压力，如空调、冰箱。
- 3. 特点：**一般用铜管，无运动部件，不易产生故障，但对制冷剂流量的调节能力很低。

毛细管不能按工况变化时的需要来调整流体截面。

# 三、节流装置

(二) 热力膨胀阀 分为内平衡式和外平衡式

## 1. 内平衡式

适用：压降低、蒸发器流程短及阻力小的制冷设备。

原理：利用蒸发压力、感温包内压力和弹簧力的变化来控制阀孔开启度。

## 2. 外平衡式

适用：蒸发器压力损失较大的系统。



获取更多信息  
微信扫码搜索蓝领星球

# 三、节流装置

## (二) 热力膨胀阀

**3. 工作原理：**感温包感受蒸发器出口端过热度的变化，使感温系统内压力变化（感温包压力），感温包压力作用于传动膜片，使膜片形成上下变形的位移，位移传给传动杆，传动杆推动阀针移动，形成阀门开大或变小，调节流量和降压节流。

蒸发器负荷 $\nearrow$   $\rightarrow$  供液量不足  $\rightarrow$  过热度 $\nearrow$   $\rightarrow$  感温包温度压力 $\nearrow$   $\rightarrow$  阀门开大  
蒸发器负荷 $\searrow$   $\rightarrow$  供液量太大  $\rightarrow$  过热度 $\searrow$   $\rightarrow$  感温包温度压力 $\searrow$   $\rightarrow$  阀门关小

# 三、节流装置

## (二) 热力膨胀阀

### 4. 安装:

- ◆ 阀体应尽量接近蒸发器，以及调节和拆修都比较方便的位置；
- ◆ 阀体应垂直安装，其位置高于感温包的位置；
- ◆ 膨胀阀前应装过滤器；
- ◆ 感温包安装在蒸发器出口吸气管道水平部分，一般应放在蒸发器出口过热度为 $5^{\circ}\text{C}$ 的地方，并且要用没有吸湿性的材料充分隔热；

# 三、节流装置

## (二) 热力膨胀阀

### 5. 调试

- ◆ 热力膨胀阀调节杆沿顺时针转，即压紧弹簧，加大开启过热度，使开启滞后，减少供液；如阀杆逆时针转，则放松弹簧力，减小开启过热度，使阀芯开启提前而增大供液。
- ◆ 调试时应在制冷设备正常运行状态下进行，一般调整在蒸发器出口处蒸汽过热度**3~5℃**较好。

# 三、节流装置

## (二) 热力膨胀阀

### 6. 热力膨胀阀常见故障分析与排除

- ◆ 压缩机运转时，膨胀阀不能开启供液；原因一可能是感温包或毛细管道破损，需进行修理或更换膨胀阀；原因二是膨胀阀过滤器或阀孔被污物堵塞，需要清洗过滤器或阀件。
- ◆ 压缩机启动后，膨胀阀很快被堵塞，造成吸入压力迅速降低，如果对阀加热，阀又恢复供液，吸入压力升高，可断定系统内有水分存在，必须在供液管上安装干燥器或更换失效的干燥器。
- ◆ 膨胀阀进液口段结霜，这是由于阀前过滤器堵塞造成，需清洗。

# 三、节流装置

## (二) 热力膨胀阀

### 6. 热力膨胀阀常见故障分析与排除

- ◆ **膨胀阀“啞啞”作响。**可能是系统内制冷剂不足，或者液体无过冷度，供液管阻力过大，在阀前供液管中产生闪发气体造成的，需要补充制冷剂，加装或调整回热器，保证阀前制冷剂液体有足够的过冷度。
- ◆ **膨胀阀供液量时多时少。**是因为选用了过大的膨胀阀，或者由于开启过热度调节过小，或者由于感温包包扎位置、外平衡管连接位置不当造成。
- ◆ **膨胀阀关闭不严或无法关闭。**可能是膨胀阀阀损坏、感温包包扎位置不正确；也可能是膨胀阀的传动杆太长造成的。

# 三、节流装置

## (三) 选用

- ◆ 选配时应考虑压缩机制冷能力
- ◆ 膨胀阀容量应合适，容量过大将造成膨胀阀供液一会儿多，一会儿少；
- ◆ 浮球阀适用于液位调节的自动节流阀，主要用在氨制冷系统中；
- ◆ 毛细管适用于工况相对较稳定的制冷机组，如冰箱、空调；
- ◆ 热力膨胀阀广泛用于制冷和空调设备上。

## 四、电磁阀

- 1. 位置：**冷凝器与膨胀阀之间；
- 2. 原理：**与压缩机一块运行：当压缩机开启时，电磁阀开启，反之关闭。用来控制阀门的开启或关闭，以防压缩机停止时，湿蒸汽进入压缩机，再次启动时造成液击现象。
- 3. 选用：**一般依据管路尺寸大小来选用



# 五、油分离器

- 1. 位置：**压缩机排出端与冷凝器之间；
- 2. 作用：**把制冷剂中混入的润滑油分开，防止润滑油进入制冷系统。
- 3. 氟油分离器常用的有过滤式（小型系统）和填料式（大中型系统）：**

过滤式：分离出的油积存在下部，通过回油管（装有浮球阀）利用压差作用回曲轴箱。正常运行时，回油管时冷时热。

# 六、气液分离器

1、作用：将制冷剂蒸气与制冷剂液体进行分离

2、分类：

机房用：分离蒸发器来的低压蒸气中的液滴，避免压缩机湿压缩；

库房用：分离由节流阀来的制冷剂中的闪发气体，只让氨液进入蒸发器，提高蒸发器热交换效果，兼分配液体。

氨系统使用较多；氟利昂系统中主要为机房用。

# 七、贮液器

- **1. 位置：**冷凝器下面；
- **2. 作用：**储存制冷剂，稳定制冷剂循环量，可根据负荷变化来调节蒸发器内供液量的变化；对供液管起液封作用，防止气体进入蒸发器；当系统大修或对蒸发器、冷凝器进行检修时，可储存系统中的制冷剂。
- **3. 安装要求：**比冷凝器出液管低，高度差不小于200mm。

液体充灌量一般不超过筒体容积的70~80%，最少不低于30%。

# 第六部分

## 空调设备

获取更多资料  
微信搜索 蓝领星球

# 一、空调设备组成

- **空调系统基本组成（三大部分）：**

- 制冷或制热循环系统

- 冷热量的输送和分配系统

- 自动控制和调节系统。

- **制冷系统必须在空调工况下运行：**

- $t_0 = 5^\circ\text{C}$ ， $t_{\text{吸气}} = 15^\circ\text{C}$ ，

- $t_k = 40^\circ\text{C}$ （水冷）或 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ （风冷）， $t_{\text{过冷}} = 35^\circ\text{C}$

- **制热系统有两种：**

- ①利用四通换向阀使制冷循环转为热泵循环

- ②以其它形式的热作为热源。

## 二、房间空调器

### 1. 制冷系统（四大件型式）

- 制冷量在5kW以下的多采用旋转式压缩机，
- 制冷量在5kW以上的多用涡旋式或往复活塞式；
- 冷凝器和蒸发器多采用翅片盘管式；
- 节流元件以毛细管为主。

## 二、房间空调器

### 2. 通风系统

- 蒸发器侧：

采用离心式或贯流式风扇，特点是风压高，吹风距离达4~5m。

- 冷凝器侧：

采用轴流式风机，风压低，但风量大。

室外侧噪音主要来自于压缩机和轴流风机，室内主要来源于离心风机和吸、送风的气流声。

## 二、房间空调器

### 3. 电气控制系统

- 压缩机的启动与保护装置
- 空调器的功能控制和调节装置
- 温度传感和控制装置及其他安全保护装置

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 三、房间空调器分类



## 1. 按结构形式:

- **窗式（整体式）**：设有新风调节装置，能长期保持室内空气新鲜
- **分体式**：室外机组+室内机组（壁挂式、吊顶式、落地式等）

室外机组：压缩机、冷凝器、轴流风机、过滤器、毛细管

室内机组：蒸发器、贯流式风机、摆叶电机及控制板等



# 三、房间空调器分类

## 2. 按主要功能:

- 冷风型：单冷式（工作温度 $18\sim 43^{\circ}\text{C}$ ）
- 热泵型：四通换向阀（工作温度 $5\sim 43^{\circ}\text{C}$ ）
- 电热型：电加热装置（工作温度 $\leq 43^{\circ}\text{C}$ ）
- 热泵辅助电加热型：热泵、电加热相结合（工作温度 $-5\sim 43^{\circ}\text{C}$ ）
- 不带除霜装置的热泵空调和热泵辅助电加热型空调为 $5\sim 43^{\circ}\text{C}$ 。

## 三、房间空调器分类

### 3.按同一室外机连接室内机组的数量:

双室内机、三室内机（即一拖二、一拖三）

### 4.按电动机工作频率形式:

变频、固定频率

变频空调通过内装变频器，随时调节压缩机的运转速度，依靠压缩机转速的快慢达到控制室温的目的。

# 三、房间空调器型号标识

- 型号命名的表示方法：

( K )( × )( × ) - ( × )( × )( × )

( K )(房间空调器专门代号)

1. ( × ) (结构代号)
2. ( × ) (功能代号)
3. - ( × ) (制冷量:用两位阿拉伯数字表示)
4. ( × ) (分体式室内机组代号)
5. ( × ) (分体式室外机组代号)

## 三、房间空调器型号标识

**1. 空调器按结构形式分为整体式和分体式，整体式又分为窗式和移动式，代号分别为：**

分体式—F，窗式—C，移动式—Y。

**2. 空调器按功能主要分为单冷型、热泵型及电热型。**

单冷型代号省略，热泵型—R，电热型—D。

## 三、房间空调器型号标识

3. 空调型号中的数值表示空调的额定制冷量。制冷量的分档系列：

**1250, 1400, 1600, 1800, 2000,**

**2250, 2500, 2800, 3150, 3500,**

**4000, 4500, 5000, 5600, 6300,**

**7100, 8000, 9000。**

**1HP空调=2500W**

# 三、房间空调器型号标识

## 4.室内机组结构分为：

吊顶式-D、挂壁式-G、落地式-L、  
天井式-T、嵌入式-Q等

## 5.室外机组代号为W

## 6.空调器按压缩机控制方式分为定频型、变频型和变容型：

定频型代号省略，变频型—BP

## 三、房间空调器型号标识

例：**KFR-25GW/BP**：家用**1HP**变频挂壁机

**KF**：分体壁挂单冷式空调

**KFR**：分体壁挂冷暖式空调

**KFRD**：分体壁挂电辅助加热冷暖式空调

**KC**：窗式空调

**LW**：落地式空调（柜机）

## 四、热泵型空调器工作原理

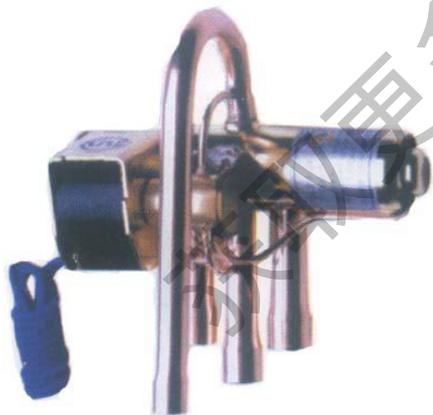
利用四通换向阀控制、改变制冷剂流动方向，从而达到系统正、逆循环的切换。

获取更多资料

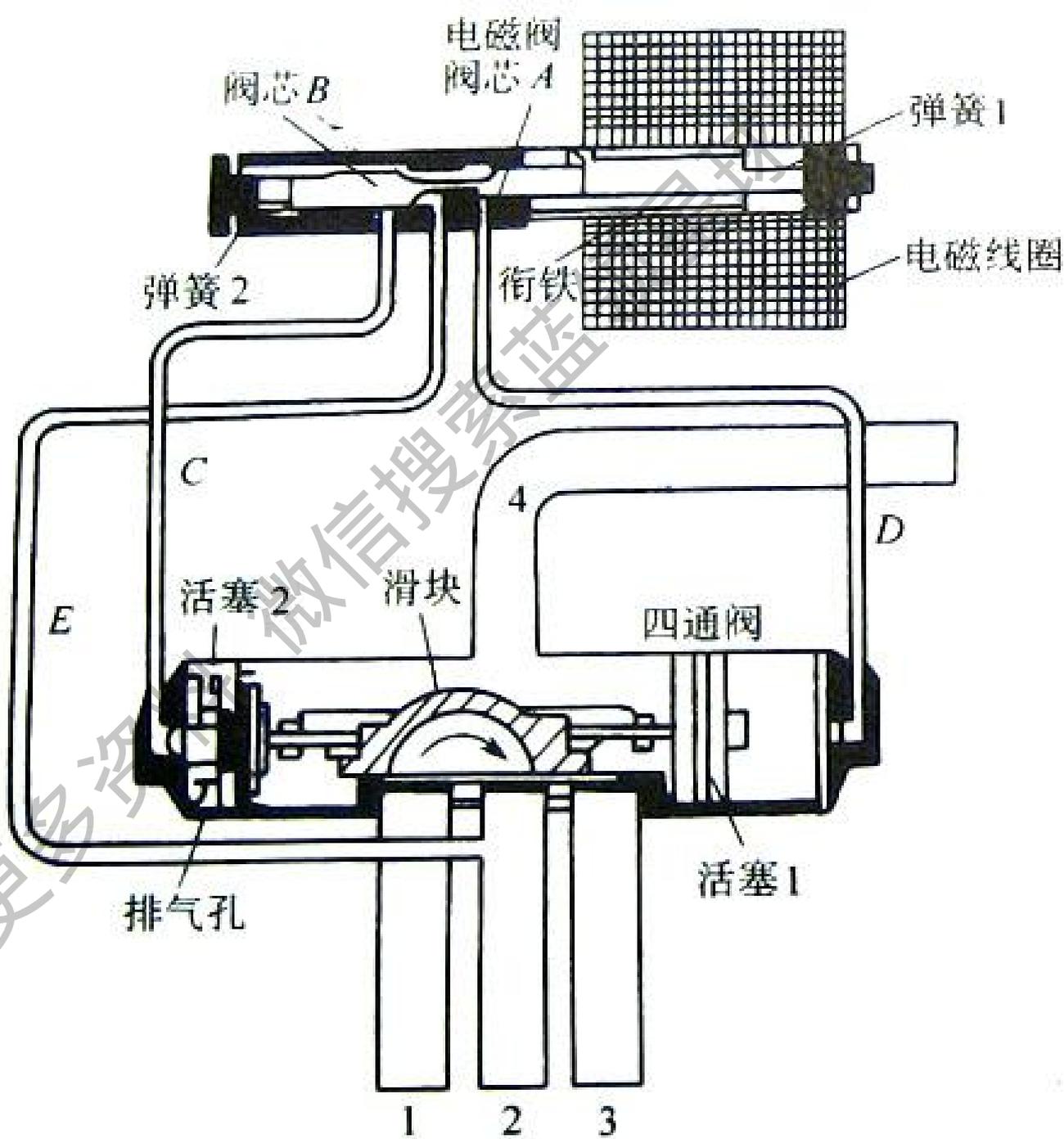
微信搜索 空调之星

# 四通换向阀

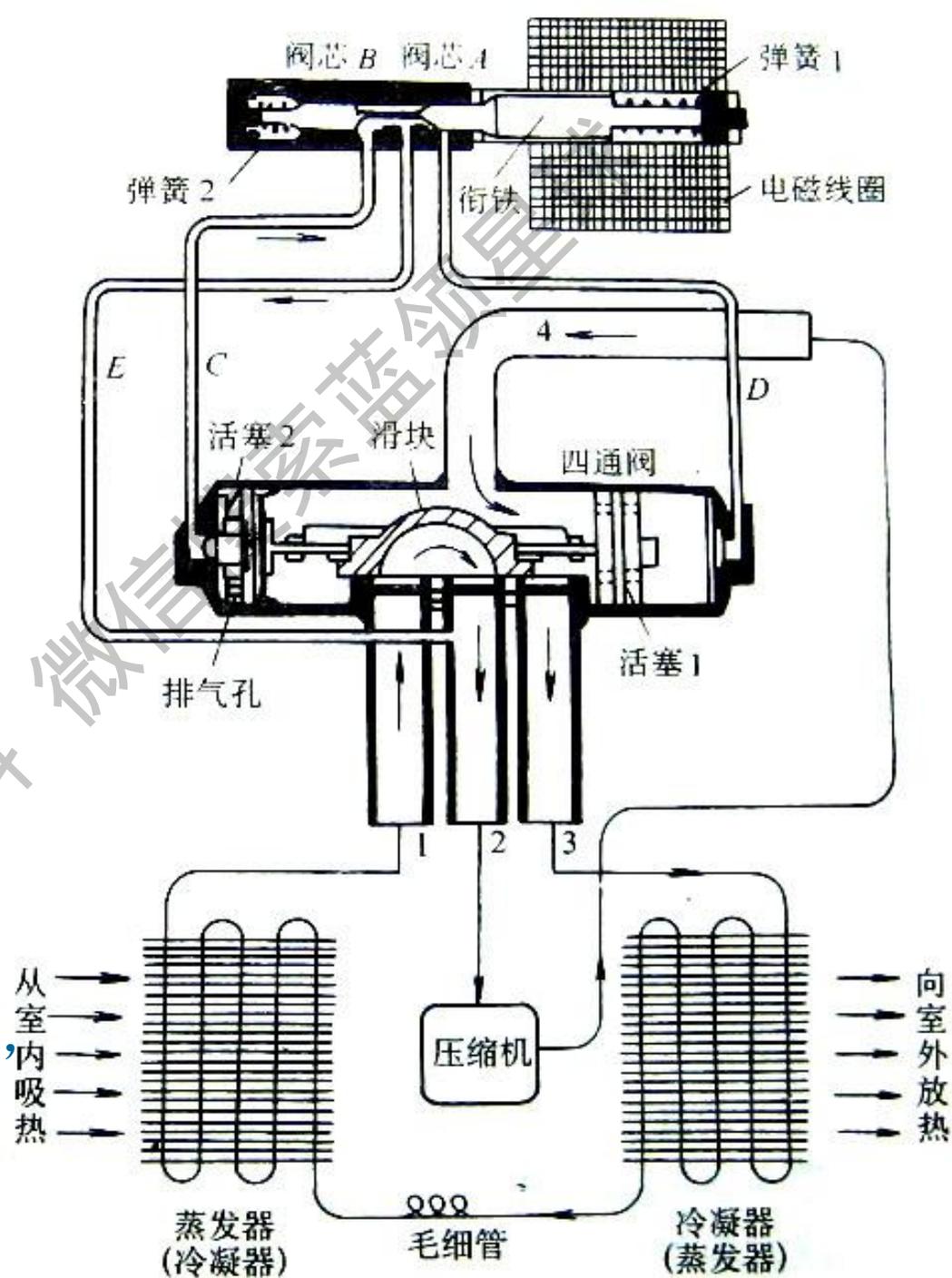
- 1. 作用：**控制、改变制冷剂流动方向；
- 2. 应用：**主要用于热泵型家用空调器，及需要逆循环除霜的系统中；
- 3. 工作原理：**利用阀通道的变换来改变系统内制冷剂的流动方向，从而达到系统正、逆循环的切换。



主阀的管口4连接于压缩机高压排气口，管口2连接于压缩机低压吸气口。1、3两个管口分别连接室内、室外热交换器。

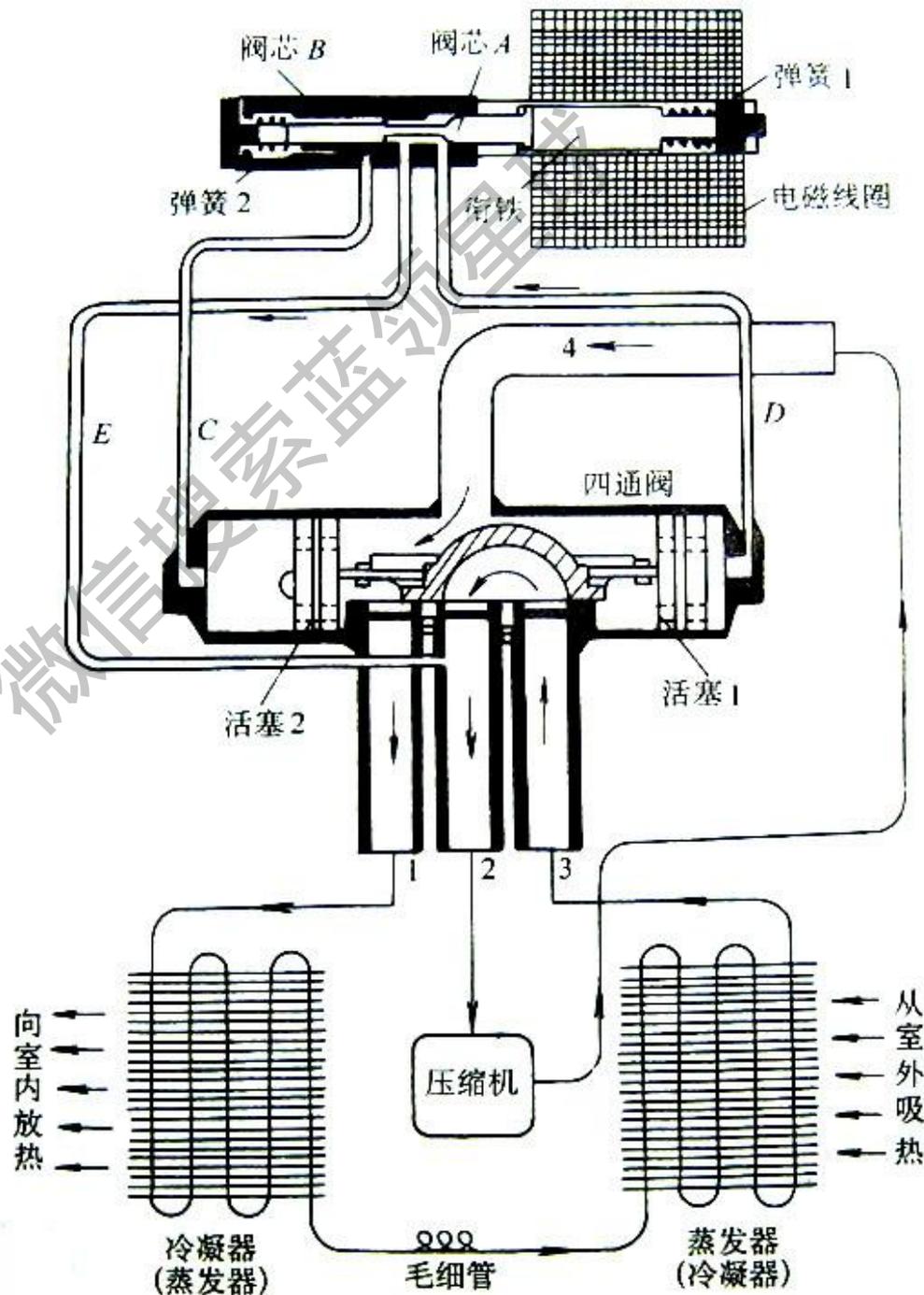


制冷运行时，电磁阀不通电，控制阀因弹簧1的作用，阀心移至左端，处于释放状态，此时毛细管E与C连通。因为E接在低压吸气管上，所以毛细管C及主阀内左端空间均为低压，高压气体由主阀管口4进入主阀，经活塞1的排气孔使主阀内的右端空间成为高压，推动主阀阀芯移至左端，管口2与管口1连通而管口4与管口3连通。室内端的热交换器成为蒸发器，制冷剂在蒸发器中吸热，起到制冷作用。



## 制热时，电磁四通阀通电

电磁力吸动控制阀阀芯向右移动，毛细管E与D相连。主阀内右端空间成为低压，高压气体经活塞2的排气孔进入主阀内左端空间，推动阀芯移向右端，管口2与管口3连通而管口4与管口1连通，蒸发器、冷凝器的功能对换，系统转换成制热循环状态。



# 五、空调器故障检测方法

## 一看、二摸、三听、四测

### 1. 一看

- 仔细观察外形是否完好，各部件有无损坏；各处管路有无断裂；
- 各焊口是否有油渍（有油渍说明有渗漏）；
- 电气元件安装位置有无松脱现象；
- 用压力表测一下运行压力值是否正常。在环境温度为 $30^{\circ}\text{C}$ 时，用R22的空调低压表压力应为 $0.49\sim 0.51\text{MPa}$ ，高压表压力应在 $1.8\sim 2.0\text{MPa}$ 左右。

# 五、空调器故障检测方法

## 2.二摸

将被检测的空调器室外机外壳卸掉，启动压缩机运行**15**分钟：

- 用手放在出风口，有热风为正常；
- 摸压缩机外壳是否有过热的感觉（夏季应有烫手感）；
- 摸压缩机高压排气管，夏天应烫手，冬天应感觉很热，若不烫或不热，则可能是制冷剂泄漏；
- 摸低压吸气管应有发凉的感觉；
- 摸干燥过滤器表面温度应比环境温度高一些，若感觉低于环境温度并在表面有凝露现象，说明过滤器的过滤网部分出现了部分脏堵；

# 五、空调器故障检测方法

## 3.三听

听空调器运行发出的各种声音：

- 风扇运行声应平稳而均匀，若出现金属碰撞声，则说明是扇页变形或轴心不正；
- 压缩机运行声应平稳而均匀，若通电后压缩机内出现“嗡嗡”声，说明压缩机出现了机械故障，而不能启动运行。

# 五、空调器故障检测方法

## 4. 四测

- 用万用表测电源电压、绝缘电阻；
- 用电流表测量运行电流等电气参数是否符合要求；
- 用卤素检漏灯或电子检漏仪检查制冷剂有无泄漏和泄漏程度。

# 六、压缩机常见故障

## 1. 压缩机效率变差:

一般表现为排气压力下降，吸气压力升高；空调运行中，压缩机能运行，但电流偏小，可在吸排气口装压力表，观察压力变化（高压上不去，低压下不来）。

# 六、压缩机常见故障

## 2. 压缩机电动机损坏:

- 表现为：通电后压缩机不能启动，电源保险丝立即熔断或电源上的空气开关跳闸。
- 检测方法：万用表测量压缩机接线阻值关系，若发现不正常或阻值为零，可判断压缩机内电动机绕组出现短路；若测量阻值关系正常，可用兆欧表测量一下三个接线柱与外壳间的阻值能否达到 $2M\Omega$ 以上，若达不到，则证明是压缩机电动机绕组搭壳。用万用表测压缩机外壳上的三个接线柱，若出现有任意两个间的阻值无限大，即可判断压缩机电动机绕组断路。排除方法一般应更换压缩机。

# 七、毛细管常见故障

## 1. 脏堵:

- 故障现象：压缩机运行一段时间后，蒸发器口仍无冷风吹出或吹出的风温度较高，此时冷凝器侧亦无热风吹出。
- 检测方法：在室外机组的出液阀、吸气阀上挂压力表，启动压缩机运行，观察压力表的变化，若发现运行时高压表表压较高，而低压表压力趋近于零，说明制冷系统出现了脏堵。

# 七、毛细管常见故障

- 为了判别是毛细管脏堵还是干燥过滤器脏堵，可用剪刀将毛细管与干燥过滤器处剪开一个小口，看有无制冷剂喷出，若有，说明是毛细管脏堵；若没有制冷剂喷出，再断开冷凝器与干燥过滤器的接口，若看到有大量制冷剂喷出，说明干燥过滤器脏堵。
- **排除方法：**毛细管脏堵后，最好更换同内径的毛细管。干燥过滤器脏堵后，拆掉脏堵的干燥过滤器，用高压氮气（表压**0.4MPa**即可）吹一下制冷系统，重点是高压侧。然后更换新的干燥过滤器。

# 七、毛细管常见故障

## 2.冰堵

- **故障现象：**一会儿空调器制冷系统工作正常，一会儿制冷系统工作不正常，如此反反复复。
- **排除方法：**放掉制冷系统中的制冷剂，更换干燥过滤器，然后对制冷系统进行长时间的抽真空，然后灌氟。

# 八、四通换向阀常见故障

## 1. 不能换向，原因可能如下：

- 电磁阀线圈烧毁：切断电源，用万用表R×10Ω档的量其线圈的直流电阻，一般阻值应为700Ω左右，若测出阻值为0，则短路，若阻值无穷大，则断路。需更换线圈。
- 换向阀活塞上的泄气孔被堵塞：孔径只有0.3mm，采取多次接通、切断电磁线圈电路，连续换向，以便冲除杂质，若还不行，更换新阀或拆开维修。
- 系统制冷剂泄露，高低压力差减少，使得换向阀换向困难。
- 压缩机效率下降，高低压力差减少，使换向阀不能正常工作。

# 八、四通换向阀常见故障

## 2. 换向不完全

- 原因常为换向阀阀体损坏，故障现象为压缩机吸气管发热，蒸发器出风不冷，换向阀左右两侧毛细管均发热。

## 3. 换向阀内部泄露

- 原因为换向阀使用一段时间后，阀内活塞上的顶针与阀体上的阀座不密封，造成高压侧制冷剂向低压侧泄露。故障现象为：换向阀左右两侧的毛细管均发热。

# 九、空调器假性故障

## 1. 空调器不运行

- 未接通电源，如电源熔断保护器熔断，电源开关接触不良等；
- 电源电压过低；
- 遥控器电池电能耗尽；
- 空调器设定的温度不当；
- 正在运行的空调器，关机后又马上开机，机内有延时保护装置；
- 环境温度过高或过低：室外温度超过 $43^{\circ}\text{C}$ 或低于 $-5^{\circ}\text{C}$

# 九、空调器假性故障

## 2. 空调器制冷（热）量不足

- 空气过滤器过滤网积尘太多，换热器积有过多尘垢，进风口或排风口被堵；
- 温度设置的过高或过低；
- 室外温度偏高（低），使空调器能效比下降；
- 空调房间密封性不好；房间热负荷过大；

# 九、空调器假性故障

## 3. 压缩机开停频繁

- 温度设置的过高或过低

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

# 十、分体式空调常见故障

## 1. 通电后不运转

- 电源电压过低，低于**198V**时，空调器不能启动

排除：加装稳压电源或待电压稳定后再启动

- 电源线断路

排除：检修电源线

- 选择开关接触不良，电源不能接通

排除：维修或更换选择开关

# 十、分体式空调常见故障

## 1. 通电后不运转

- 室内或室外机组的电流过大，使熔丝烧断

排除：查明熔丝烧断原因并修复，更换熔丝

- 空调器控制线连接不牢，造成某处松脱，使电源不能接通

排除：重新连接好控制线

# 十、分体式空调常见故障

## 3. 空调器运转但制冷效果不好

### ● 制冷剂不足

排除：补充制冷剂使其在制冷时的运行压力维持在0.5MPa左右（R22）

### ● 制冷剂充注过量，使压缩机的排气压力、温度过高

排除：放出多余制冷剂，使其在制冷时的运行压力维持在0.5MPa左右（R22）

# 十、分体式空调常见故障

## 3. 空调器运转但制冷效果不好

### ● 制冷剂管路有泄漏

排除：用检漏仪查出制冷剂泄漏处，修复后补充制冷剂，使其在制冷时的运行压力维持在0.5MPa左右（R22）

### ● 室内机组空气过滤网堵塞

排除：清洗空气过滤网

# 十、分体式空调常见故障

## 3. 空调器运转但制冷效果不好

### ● 毛细管或干燥过滤器堵塞

排除：更换毛细管或干燥过滤器然后重新抽空、灌氟

### ● 压缩机工作性能差，制冷效率下降

排除：检查压缩机排气压力是否正常，更换压缩机

# 十、分体式空调常见故障

## 3. 空调器运转但制冷效果不好

- 冷凝器表面积灰过厚，散热效果差，造成压缩机排气压力和排气温度升高，使制冷量下降

排除：清除冷凝器表面积灰

- 室外机工作环境温度过高，造成冷凝压力和温度过高

排除：改善室外机工作环境或等环境温度合适后重新开机

# 十、分体式空调常见故障

## 4. 空调器开机时间不长就停机

- 电源电压不正常，低于**198V**时，自动停机

排除：检查供电线路，调整好电源电压

- 电源熔丝熔断

排除：查明熔丝烧断原因并修复，更换熔丝

# 十、分体式空调常见故障

## 4. 空调器开机时间不长就停机

- 室外换热器风量过少、或冷凝器积灰过厚、或冷凝器进出口处有障碍物堵塞、或冷凝器风扇转速太慢、或冷凝器有阳光直射、或冷凝器气流短路循环风量减少、或冷凝器附近有热源，造成冷凝压力过高，压缩机负荷加大，过载保护器跳开

排除：检查室外冷凝器周围有无妨碍室外换热器散热的障碍物、清扫积灰、清除周围障碍物、调整电机转速或更换电动机的电容器、加装遮阳板、查出气流短路原因排除堵塞物、清除热源或将室外机移到没有热源的地方

# 十、分体式空调常见故障

## 4. 空调器开机时间不长就停机

- 制冷剂量过多，冷凝压力过高，造成压缩机超负荷而停机

排除：测量制冷剂的运行压力，使 $P_k$ 值小于**2.0MPa**

- 制冷系统内混入不凝性气体

排除：放出制冷系统内混入的不凝性气体，重新抽真空、灌氟

# 十、分体式空调常见故障

## 4. 空调器开机时间不长就停机

- 制冷管道堵塞，造成冷凝压力过高，压缩机超负荷而停机

排除：放出系统中的制冷剂，更换干燥过滤器，重新抽空、灌氟

- 室内热负荷过大，室内机组吸入的空气温度过高

排除：减少开门次数，关闭室内电器，在窗户上挂遮阳窗帘

# 十、分体式空调常见故障

## 4. 空调器开机时间不长就停机

- 压缩机电机绝缘不良，造成电机烧毁

排除：维修或更换压缩机

- 压缩机排气压力过高或吸气压力过低，使压缩机高低压继电器动作而跳开

排除：查明压缩机吸排气压力异常的原因，并排除故障

# 十、分体式空调常见故障

## 5. 空调器运转时噪声过大

- 箱体底座螺栓松动、室内外机组风扇松动、压缩机底脚螺栓松动

排除：紧固螺栓、风扇

- 室内机组或室外机组风扇扇叶与壳体相撞

排除：调整风扇扇叶位置

# 十、分体式空调常见故障

## 5. 空调器运转时噪声过大

- 室内外机组风扇内有异物

排除：取出异物

- 室内或室外风扇轴承破损

排除：更换轴承

微信搜索蓝领星球

获取更多资料

# 十、分体式空调常见故障

## 5. 空调器运转时噪声过大

### ● 压缩机内有异常声音

排除：检查压缩机内的悬挂支撑弹簧是否断裂；阀片是否破损；轴承是否损坏；压缩机是否发生液击以及各配合表面是否磨损严重，原因确定后，排除故障或更换压缩机。

# 十、分体式空调常见故障

## 6. 热泵型空调器制冷正常但不制热

- 选择开关接触不良，不能接通制热控制电路，使机组不能制热

排除：维修或更换选择开关

- 电磁换向阀线圈烧坏或阀内部卡死，使换向阀不能换向制热

排除：维修或更换电磁换向阀

# 十、分体式空调常见故障

## 6. 热泵型空调器制冷正常但不制热

- 制热继电器线圈烧坏或触点损坏，使机组不制热

排除：更换制热继电器

- 制热控制电路中某一导线松脱，造成制热电路不工作

排除：重新连接松脱的导线

# 十、分体式空调常见故障

## 7. 空调器室内机组工作但室外机组不工作

- 选择开关接触不良，造成室外机组不能通电运行

排除：维修或更换选择开关

- 温控器触电烧坏，使温控器处于断路状态，室外机不能通电

排除：维修或更换温度控制器

- 过载保护器失灵，不能使过载保护器复位，造成室外机组不工作

排除：维修或更换过载保护器

# 十、分体式空调常见故障

## 7. 空调器室内机组工作但室外机组不工作

- 室外机组运行电流过大，造成室外机组熔丝熔断

排除：检查压缩机和风扇风机的运行电流过大的原因，修复后更换熔丝

- 室外机组的压缩机和风扇风机经长时间运转磨损过重，造成机械部件卡死或电机烧坏

排除：修复损坏部件或更换压缩机或风扇电机

- 室外机组启动电路中的控制元件发生故障

排除：查明原因，进行修复或更换

# 十、分体式空调常见故障

## 7. 空调器室内机组工作但室外机组不工作

- 室外机组运行电流过大，造成室外机组熔丝熔断

排除：检查压缩机和风扇风机的运行电流过大的原因，修复后更换熔丝

- 室外机组的压缩机和风扇风机经长时间运转磨损过重，造成机械部件卡死或电机烧坏

排除：修复损坏部件或更换压缩机或风扇电机

- 室外机组启动电路中的控制元件发生故障

排除：查明原因，进行修复或更换

# 第七部分

## 常用工具

获取更多资料  
微信搜索 蓝领星球



# 一、万用表

## 1. 使用前注意事项-----指针式

- 检查指针是否指在面板左端的"0"刻度，若不是则调整机械零位调整器，使指针指到左端的"0"刻度。
- 把红、黑表笔分别插入"+"、"\*"插孔。

获取更多资料 微信: 蓝领星球

# 一、万用表

## 2.使用中注意事项-----指针式

- 针对不同的测量对象，选用“适当”的量程。
- 要改变量程必须中止测量，然后旋转量程选择开关。  
绝对不容许在测量时转动量程选择开关。
- 读测量值时，表笔保持与接触点的接触。视线应垂直指针、面板。

# 一、万用表

## 3. 使用结束注意事项-----指针式

- 拔下表笔。
- 把量程选择开关转到交流电压最大量程档。
- 若万用表长期不用，应取下表内电池，以防止电池漏液损坏电表。

# 一、万用表

## 4.基本使用方法-----数字式

- 电压测量：红笔插入“V.  $\Omega$ ”孔，红黑表笔与被测电路并联

- 电流测量：红笔插入“A”或“mA”孔，表笔与被测电路串联

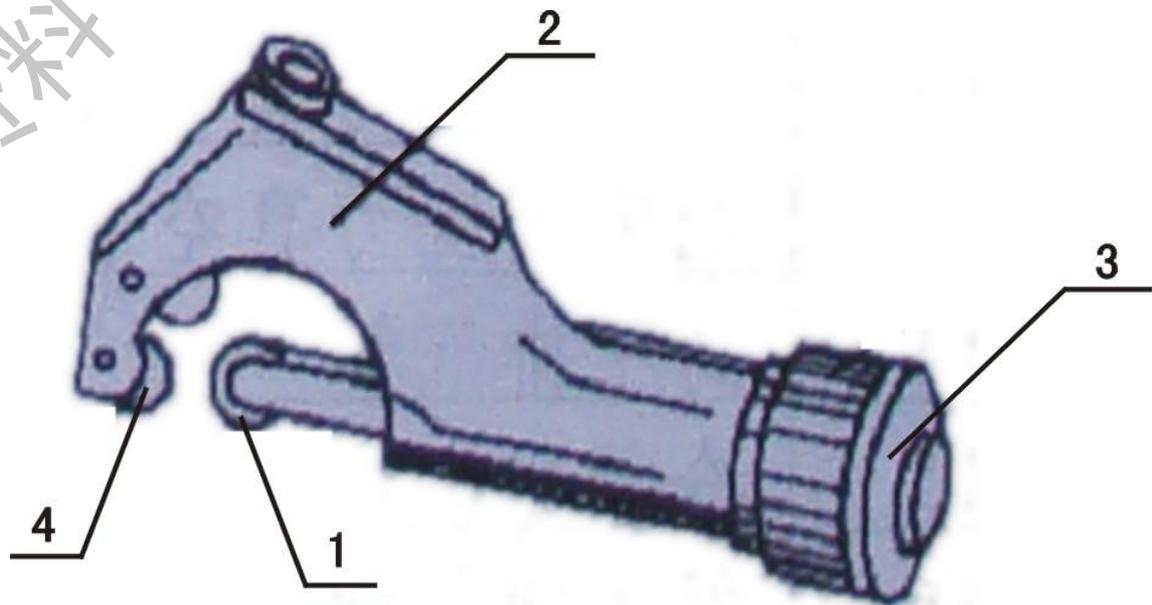
- 电阻测量：红笔插入“V.  $\Omega$ ”孔，红黑表笔与被测电路并



## 二、切管器（割刀）

**作用：**是切割铜管和铝管的工具，常用割管器切范围为 $\phi 3\sim 45\text{mm}$ 。它一般由支架、导轮、刀片和手柄组成。割时顺时针转动割刀。

- 1—刀片
- 2—支架
- 3—手柄
- 4—导轮



## 二、切管器（割刀）

**作用：**是切割铜管的工具，割时顺时针转动割刀。

操作时，将切刀与管子垂直，用滚轮和刀刃将被切割的管子夹住，刀刃与被切割面要顶紧。然后用切管器调整进刀量的调整钮顺时针转动割刀，用力要均匀，每旋转一圈，可随之旋紧调整钮**1/4**圈，使刀刃始终保持压紧被切管的状态，直至切断。切管的过程中，切口要始终垂直于铜管，切刀要少吃刃多转动，一保证切口光滑整齐，变形小。切断管子后要用切管器自身佩带的绞刀将切口边缘上的毛刺去掉。



### 三、倒角器

作用：铜管在切割加工过程中，易产生收口和毛刺现象。倒角器主要用于去除切割加工过程中所产生的毛刺，消除铜管收口现象。



## 四、扩口工具-扩管器

作用：铜管连接时，铜管需要用扩口工具胀喇叭口。

操作时，将已退火的铜管放入与管径相同孔径的夹具的孔中，铜管露出的高度应为喇叭口深度的1/3，然后在扩管器的翻边银头上涂上冷冻油，旋转手柄将螺杆旋紧，将锥头压紧在管口上，缓慢旋转螺杆，每转一下需稍微倒转一下再旋转，直到将螺杆旋紧为止。扩出的喇叭口应是平整的**45°**角，不能扩成带弧度的**45°**喇叭口。喇叭口扩成后应圆整、平滑、无裂纹



在实际操作维修过程中遇到相同管径的管道连接时，通常是使用胀管器将其中一根管道端部加工成杯形口，然后将另一根管道插入杯形口进行焊接。

## 五、弯管工具-弯管器

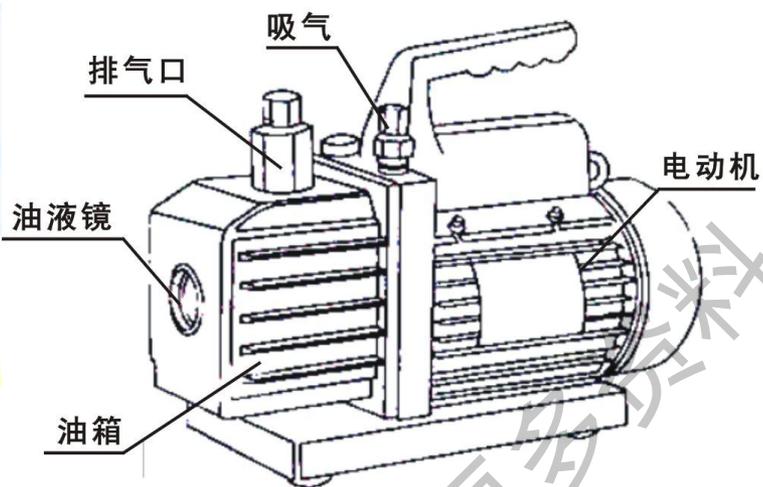
**作用：**管径大于20mm的铜管弯管要用弯管机完成，20mm以内的用弯管器完成，8mm以下小管径的可将弹簧套管套入铜管外，徒手直接弯曲。

为了不使管子弯曲时内侧的管壁凹瘪，各种管子的弯曲半径不应小于**5倍**的铜管直径。弯管时应尽量考虑大曲率半径弯管。



# 六、真空泵

作用：主要用于制冷系统安装与维修时抽真空



# 六、真空泵

## 1. 制冷系统抽真空的目的：

- ①将系统内残存的气体抽出，排出内部的水分和不凝性气体，保持干燥；
- ②对制冷系统进行检漏，若在抽真空时系统一直达不到所要求的真空度，即系统内绝对压力不低于**133Pa**，说明系统有泄漏，应进行检漏；
- ③在充灌制冷剂之前必须对整个系统抽真空。

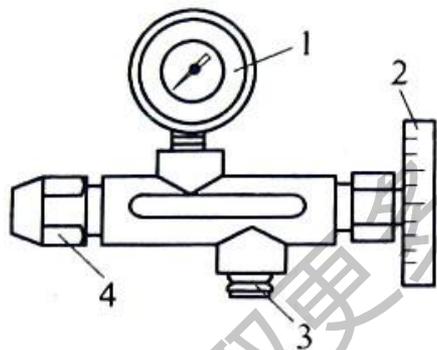
# 六、真空泵

## 2. 真空泵使用注意事项：

- 放置真空泵的环境要干燥、通风、清洁。
- 真空泵与系统连接的耐压管要短。
- 启动真空泵前要仔细检查各连接处是否紧密及焊口处是否完好，泵的排气口胶塞是否打开。
- 停止抽真空时要首先关闭直通阀的开关，使制冷系统与真空泵分离。
- 不使用真空泵时要用胶塞封闭进口、排气口，以避免灰尘和污物进入泵内影响真空泵的正常工作。

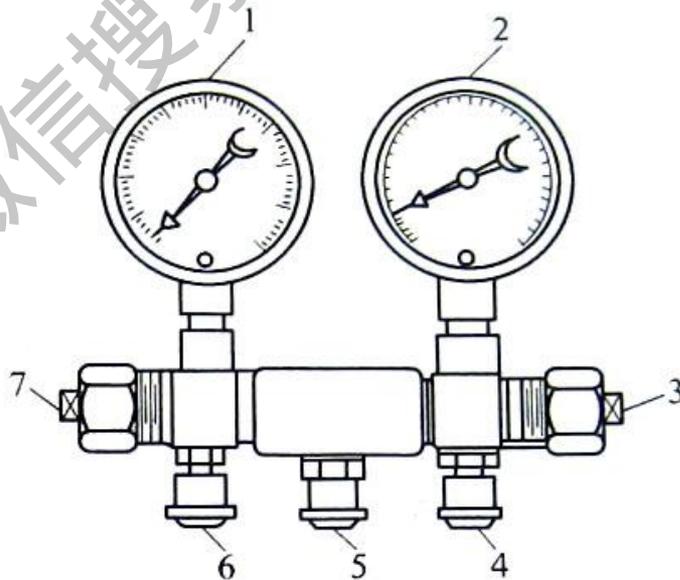
# 七、复式修理阀

**作用：**是检测制冷系统压力、抽真空、充灌制冷剂的专用工具，分单表修理阀和双表修理阀两种。



单表修理阀

1—压力真空表;2—阀开关;  
3、4—接口

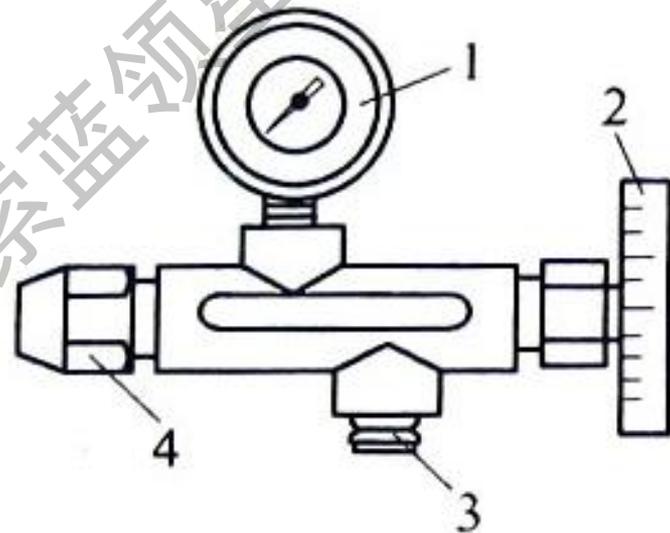


双表修理阀

1—压力表;2—压力真空表;3、7—阀开关;4—低压接口;  
5—中接口;6—高压接口

# 七、复式修理阀

单表修理阀是在直通阀上加装一只压力真空表而成的。阀体上共有三个接口，一个接压力真空表，接口4与制冷系统相连接，接口3与真空泵或制冷剂钢瓶相连接。阀门关闭时，接口4与压力真空表仍是相通的，即压力真空表仍指示系统内的压力。这种修理阀结构简单，携带方便，但连接真空泵与制冷剂钢瓶的接口在使用时需分别操作，即先接真空泵，抽真空操作结束后，则旋下抽真空软管，再接制冷剂钢瓶软管，进行充灌制冷剂，操作比较麻烦。



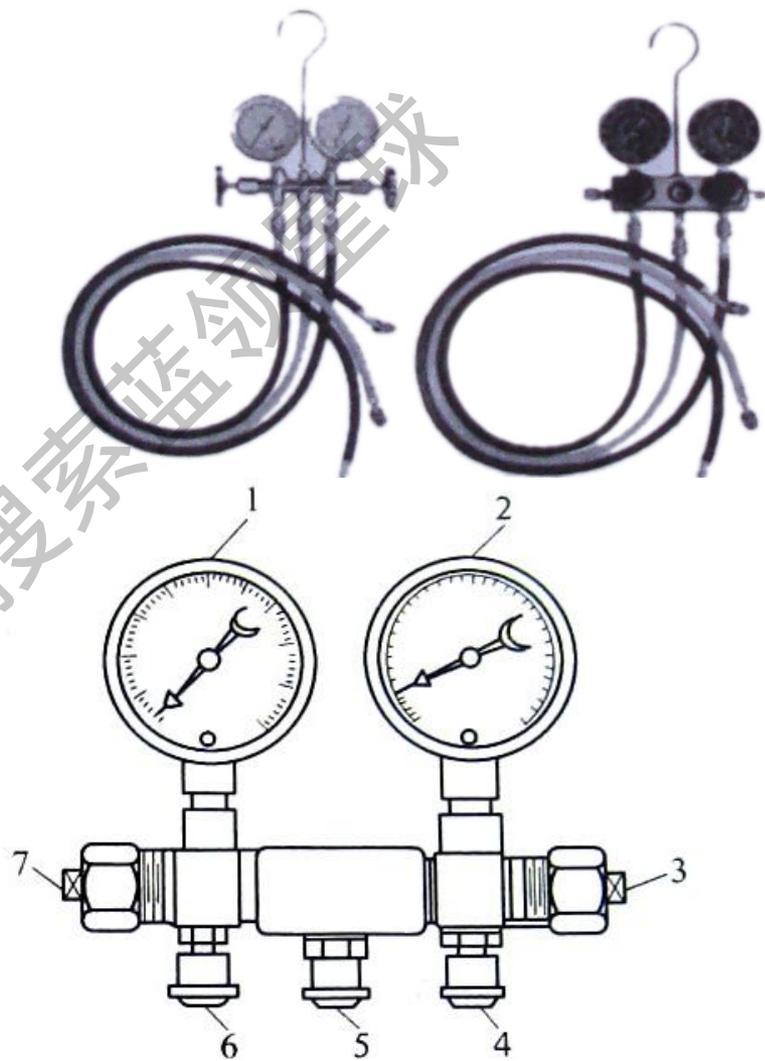
单表修理阀

1—压力真空表；2—阀开关；

3、4—接口

# 七、复式修理阀

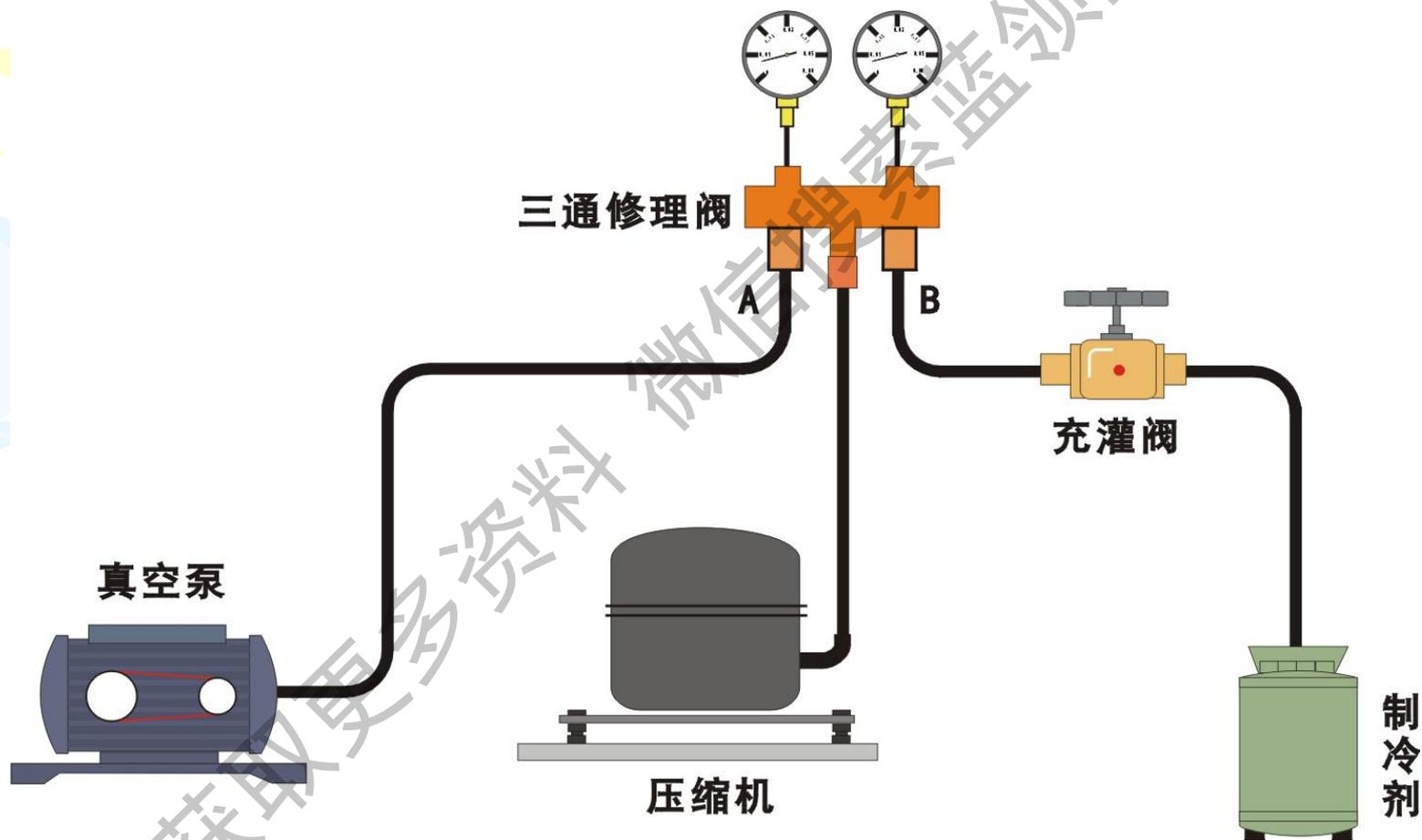
双表修理阀又称**专用组合阀**。阀体上装有两只表，一只是压力表，用来监测制冷系统内的压力；一只是压力真空表，用来监测抽真空时的真空度，也可用来监测制冷系统内的压力。阀体上还设有两个阀门开关和三个接口，中接口**5**接制冷系统，低压接口**4**接真空泵，高压接口**6**接制冷剂钢瓶，打开阀门**3**，关闭**7**(制冷剂钢瓶上的阀门关闭)可进行抽真空；关闭阀门**3**，打开**7**制冷剂钢瓶的阀门可进行充灌制冷剂。这就使抽真空、充灌制冷剂连续进行，使用起来较方便。



双表修理阀

1—压力表;2—压力真空表;3、7—阀门开关;4—低压接口;  
5—中接口;6—高压接口

# 七、复式修理阀



# 七、复式修理阀

使用复式修理阀时应注意：

- ①使用前用检查软管接头处密封胶圈有无损坏、丢失，管身有无破损泄漏；
- ②凡是曾经在有氟利昂的场合下使用过的修理阀及软管，不要在氨等其他制冷剂的场合下使用；
- ③对于单表修理阀，抽真空后关上修理阀，在移去真空泵、接上制冷剂钢瓶充灌制冷剂时，应注意把管内的空气排去。

# 八、卤素检漏灯

作用：主要用于制冷系统检漏。

卤素检漏灯的结构主要由底盖、烧杯、灯芯筒火焰圈、吸气软管及其他辅助件组成。卤素检漏灯是电冰箱修理中最常用的检漏工具，它用酒精、乙炔和丙烷作燃料。检漏的原理是：当混有**5%—10%**的氟利昂气体与炽热的铜接触时，氟利昂分解为氟、氯元素并和铜发生化学反应，成为卤素铜的化合物，使**火焰的颜色**发生变化，从而检查出氟利昂泄漏。火焰的颜色与泄漏量有关系。

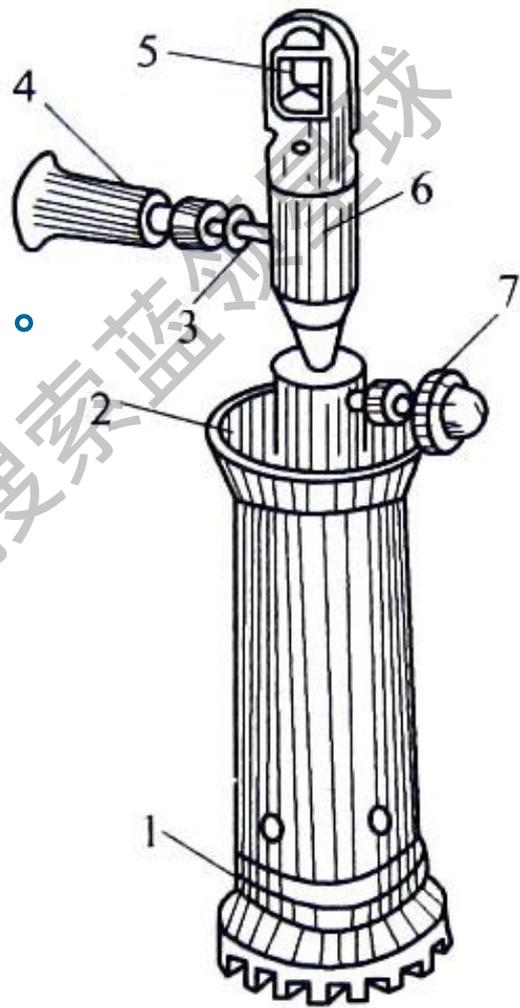


图 1 - 6 卤素检漏灯结构

1—底盖；2—烧杯；3—吸气软管；4—吸气管接头；  
5—火焰套；6—吸风罩；7—手轮

# 九、电子卤素检漏仪

作用：精密检漏。

使用电子检漏仪检漏时，应使探头与制冷系统被检部位保持**3~5mm**距离，探头移动的速度不应超过**50mm/s**。





# 第八部分

## 充注制冷剂

获取更多资讯  
微信搜索 蓝领星球

# 一、检漏、抽真空

## 1. 检漏

- 首先关闭表阀，打开氮气瓶阀，旋紧调压器手柄，调至1.0MPa
- 然后打开表阀，观察表阀指针的刻度，充入压力为1.0MPa时，关闭表阀和氮气瓶阀，拆掉连接胶管。
- 记录充气压力，用肥皂水在所有能够观察到的焊口和焊接处检漏，观察有无气泡产生。若找到泄漏点可放掉氮气进行补漏焊接。

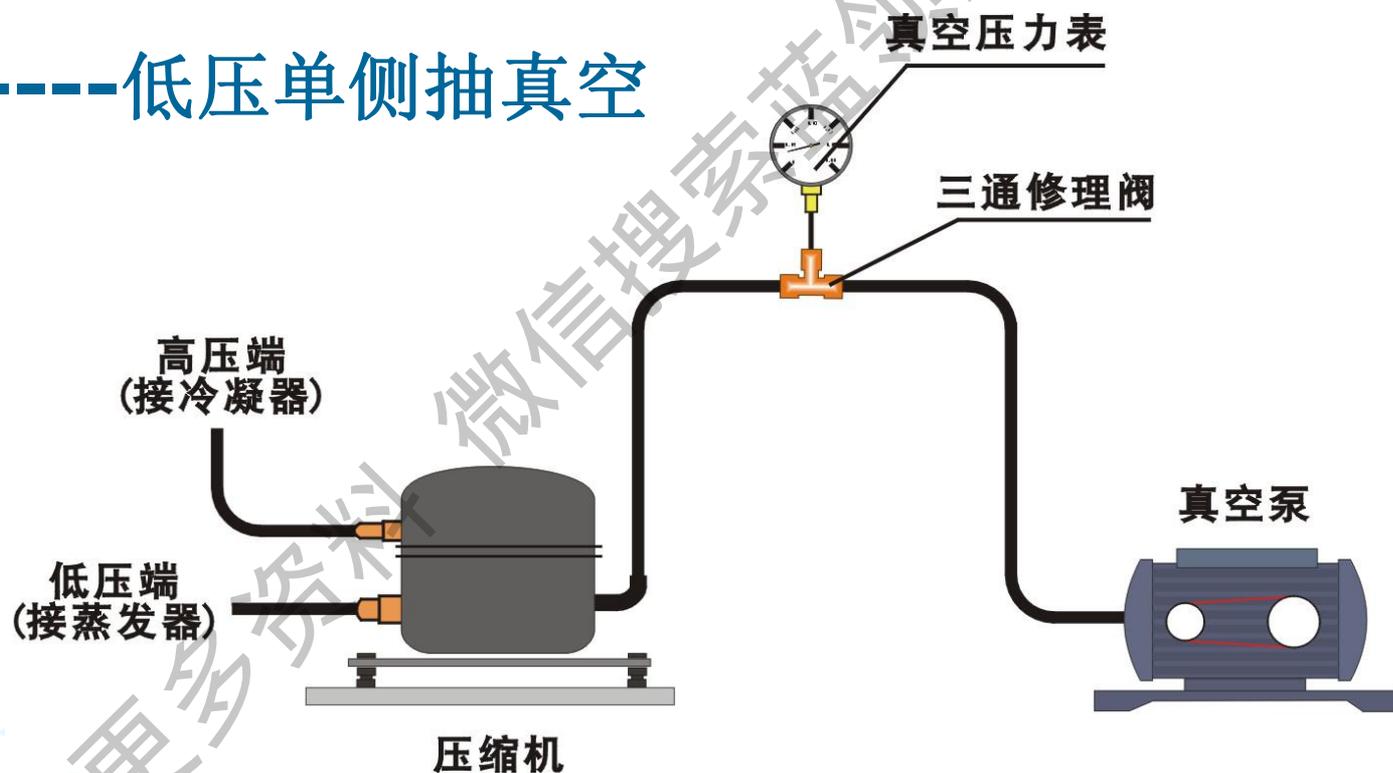
# 一、检漏、抽真空

## 2. 抽真空

- 制冷系统抽真空操作的目的是排除制冷系统里的湿汽(水)和不凝气体。
- 一般抽真空方法有三种：
  - 低压单侧抽真空法
  - 高低压双侧抽真空法
  - 二次抽真空法。

# 一、检漏、抽真空

## 2. 抽真空-----低压单侧抽真空



低压单侧抽真空是利用压缩机机壳上的加液工艺管进行的，其操作工艺比较简单，焊接口少，泄漏机会也相应的少。

# 一、检漏、抽真空

## 2. 抽真空-----高低压双侧抽真空法

- 高低压双侧抽真空是指在干燥过滤器的进口另设一根工艺管与压缩机机壳上的工艺管并联在一台真空泵上，同时进行抽真空。
- 这种抽真空的方法克服了低压单侧抽真空方法中毛细管流阻对高压侧真空度不利的影响,但是要增加两个焊口,工艺上就稍有些复杂。
- 高低压双侧抽真空对制冷系统性能有利，且可适当缩短抽真空时间，近年来也被广泛的应用。

# 一、检漏、抽真空

## 2. 抽真空-----二次抽真空

二次抽真空是指制冷系统抽真空到一定真空度后，充入少量的制冷剂，使系统的压力恢复到大气压力，这时系统内已含有制冷剂与空气的混合气体。第二次抽真空后，便达到了减少残留空气的目的。

# 一、检漏、抽真空

## 2. 抽真空-----双向二次抽真空

- 表阀与真空泵连接，先关闭表阀，然后启动真空泵，再开表阀，将系统内氮气和空气抽出。
- 冷凝器和干燥过滤器中的气体，需经过毛细管才能抽出。
- 可采用二次抽真空的方法，即先把制冷系统抽到一定的真空度后，充入40~50g制冷剂，启动压缩机运行2~3分钟，然后进行第二次抽真空。

## 二、充注制冷剂

两种方法：

低压侧充入制冷剂蒸汽

高压侧充入制冷剂液体。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

## 二、充注制冷剂

### 1. 低压侧充入制冷剂（维修时常用）：

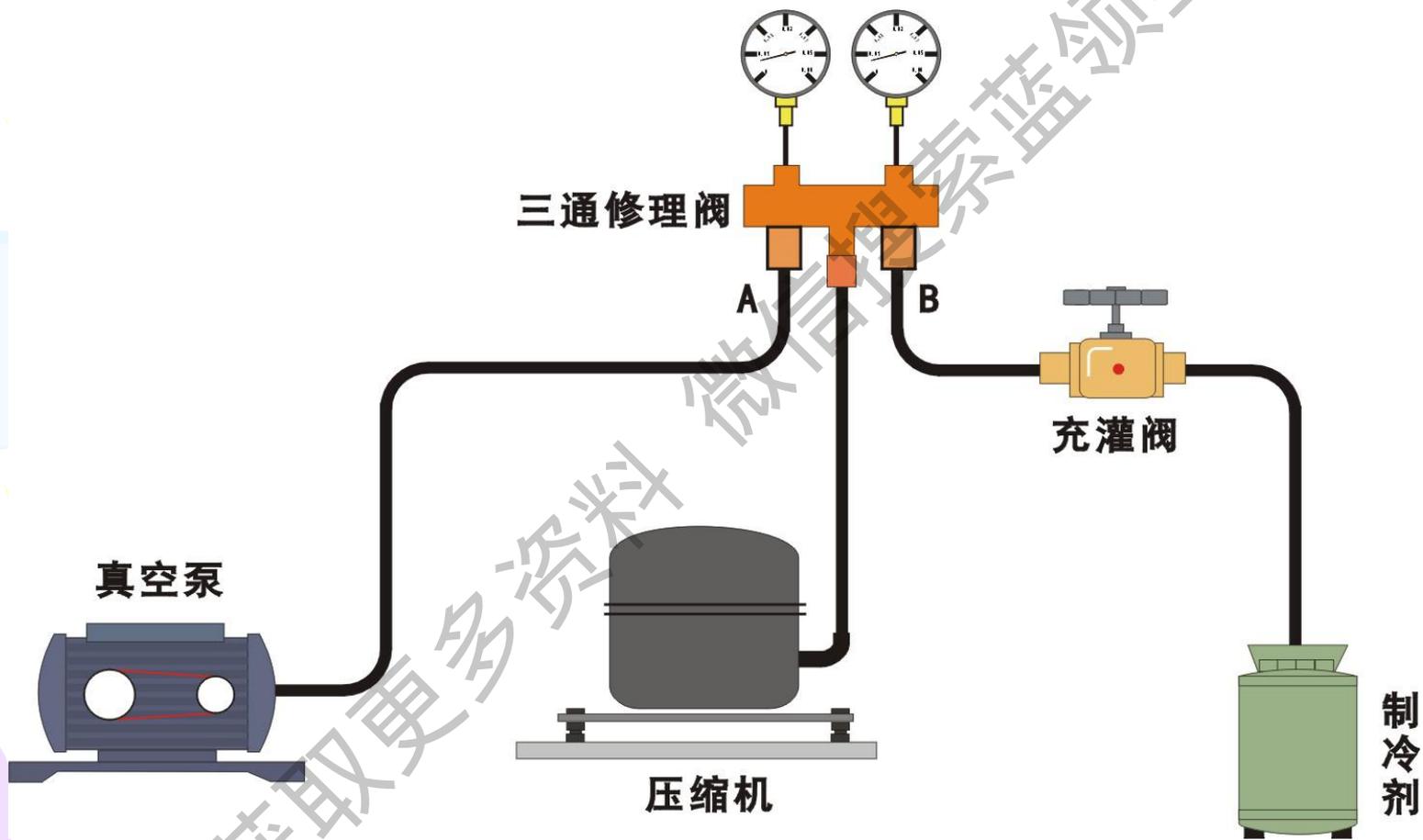
- 在室外机组的低压阀（又称气阀）的旁通孔（又称加氟嘴）上接专用充氟软管，软管接修理阀，修理阀通过软管连接制冷剂钢瓶。
- 先冲洗掉软管中的空气，再开足钢瓶充注，当系统内蒸汽压力与钢瓶压力平衡时，启动压缩机。让低压侧压力降低，继续吸入蒸汽。
- 为加快充注，可将钢瓶放入 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 左右的温水中。对R22，当充注至修理阀表压力表指示值稳定在 $0.5\text{MPa}$ 时，停止充注。
- ◆ 低压侧充注特点：缓慢、平稳，充注量易于控制，便于操作

## 二、充注制冷剂

### 2. 高压侧充入制冷剂（生产时常用）：

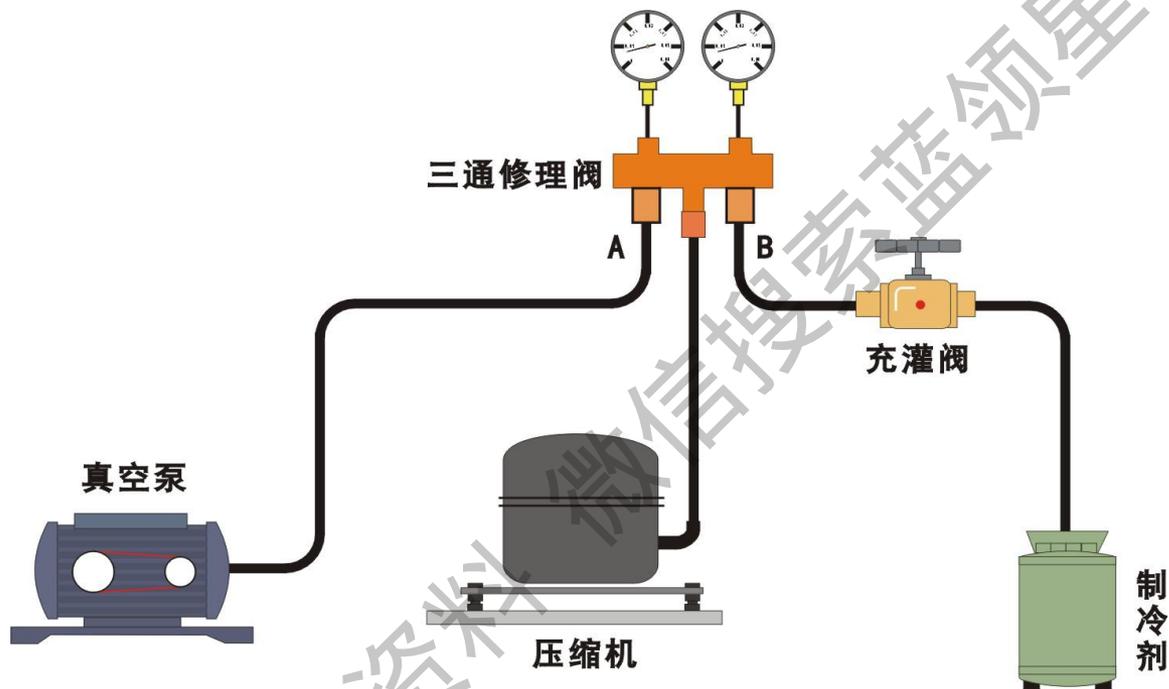
- 在室外机组的高压阀（又称液阀）的旁通孔（又称加氟嘴）上接专用充氟软管。
- 制冷剂钢瓶倾斜放置在台秤上（瓶口在下，瓶底部在上），称重。
- 充注量应根据空调器说明中所规定的质量严格控制。若充注量过多，使蒸发压力、温度升高，压缩机运行电流将增大；若充注量过少，蒸发压力和温度就会下降，制冷量降低。
- ◆ 特点：在压缩机停止时进行，充注速度快，但充注量不易控制，也不能根据空调器使用情况适时地确定最佳充注量，操作难度大。

# 三、基本步骤



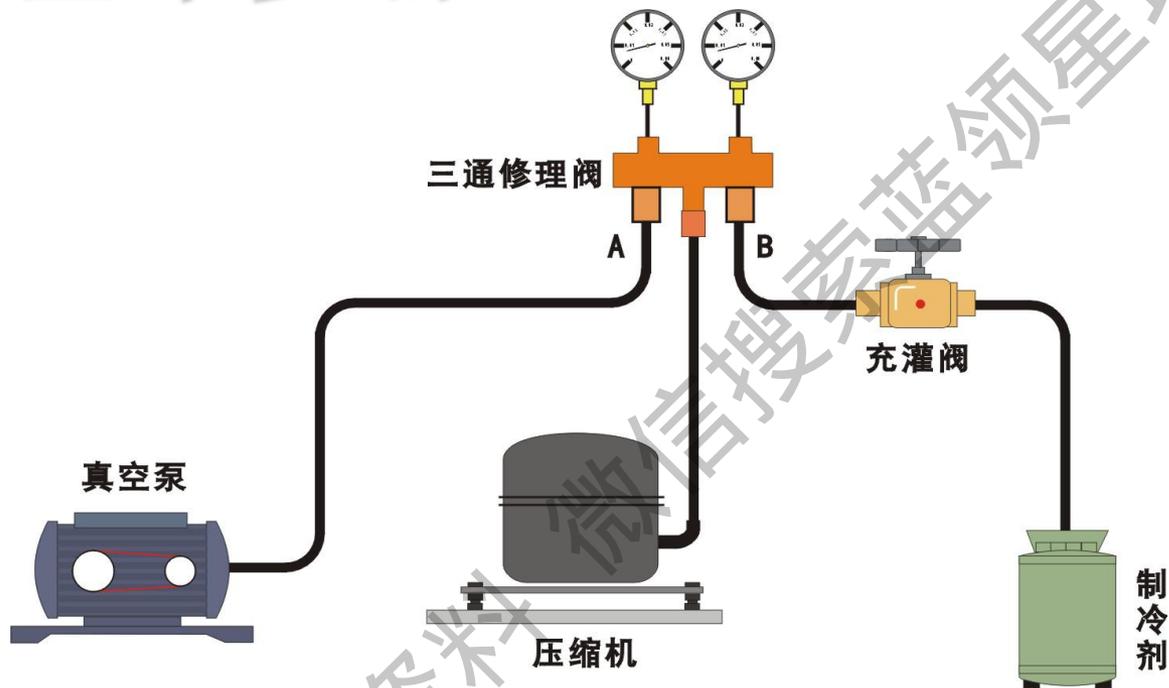
获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

# 三、基本步骤



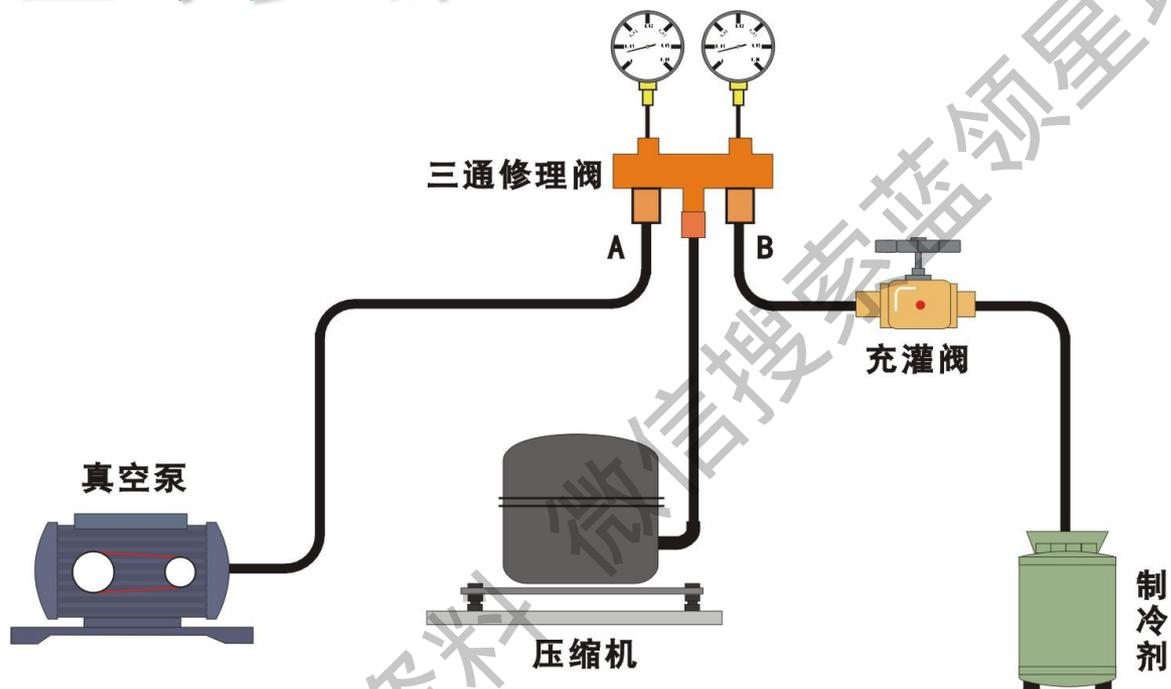
1.将三通修理阀的对应接口分别与压缩机充灌制冷剂的工艺管、充灌器（制冷剂钢瓶）和真空泵的管路接上，并在锁紧管路接头前，从充灌器放出微量制冷剂，将连接管路中的空气驱逐出后再锁紧。

# 三、基本步骤



2、打开通往真空泵的三通修理阀A，关闭通往充灌器三通修理阀B，然后启动真空泵，假设真空压力表指示在**133Pa**以下，放置**5-10min**，如果压力上升大于**3kPa**，说明系统有泄漏，应检查排除后，再进行抽真空工序；如果低压表指针保持不动，继续进行抽真空**30min**以上，然后关闭通往真空泵的三通修理阀A后，关闭真空泵停止抽真空。

## 三、基本步骤



**3、充灌制冷剂**，开启通往充灌器的三通修理阀**B**和充灌器截止阀，然后开启压缩机，制冷剂即充入系统。充灌过程中，应细心观察压力变化。