



制冷专业核心课程 冷库设计与运行



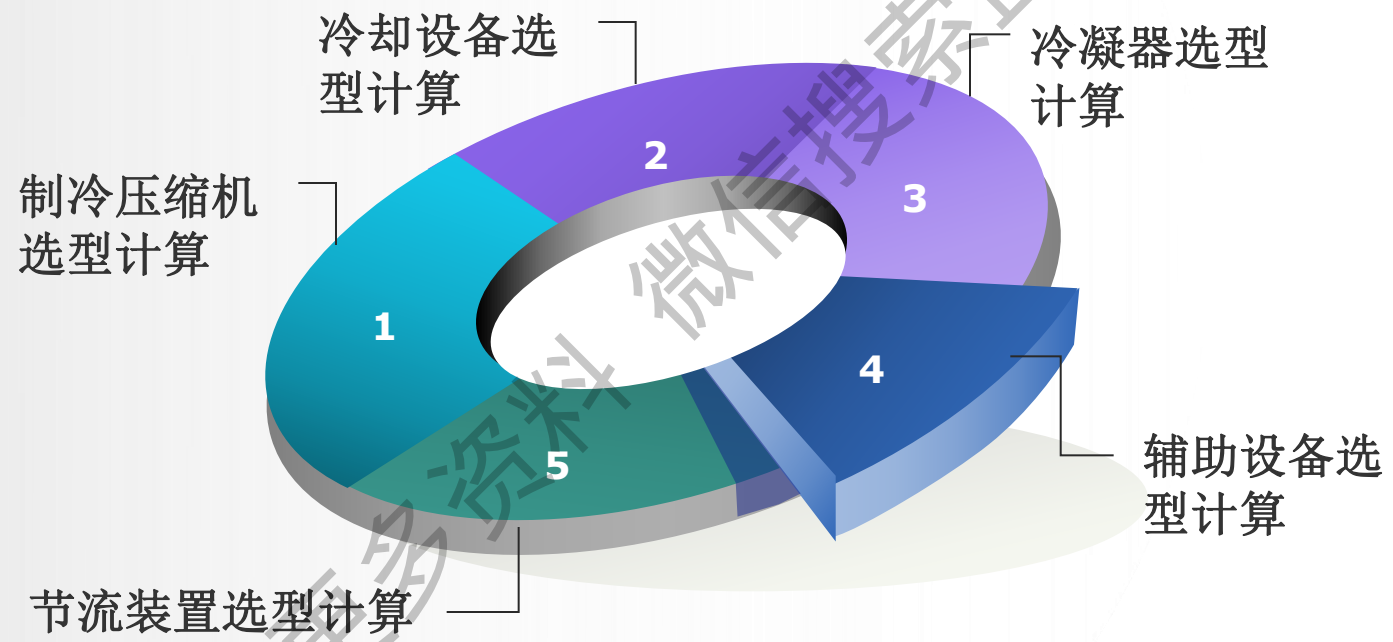
南京化工职业技术学院机械系

获取更多资料

微信二维码 领星球



3.3 制冷压缩机及设备的选型计算



获取资料 微信搜索 蓝领星



3.3.1 制冷压缩机选型计算

- 选型原则

台数、系列、使用条件

- 主要工作参数确定

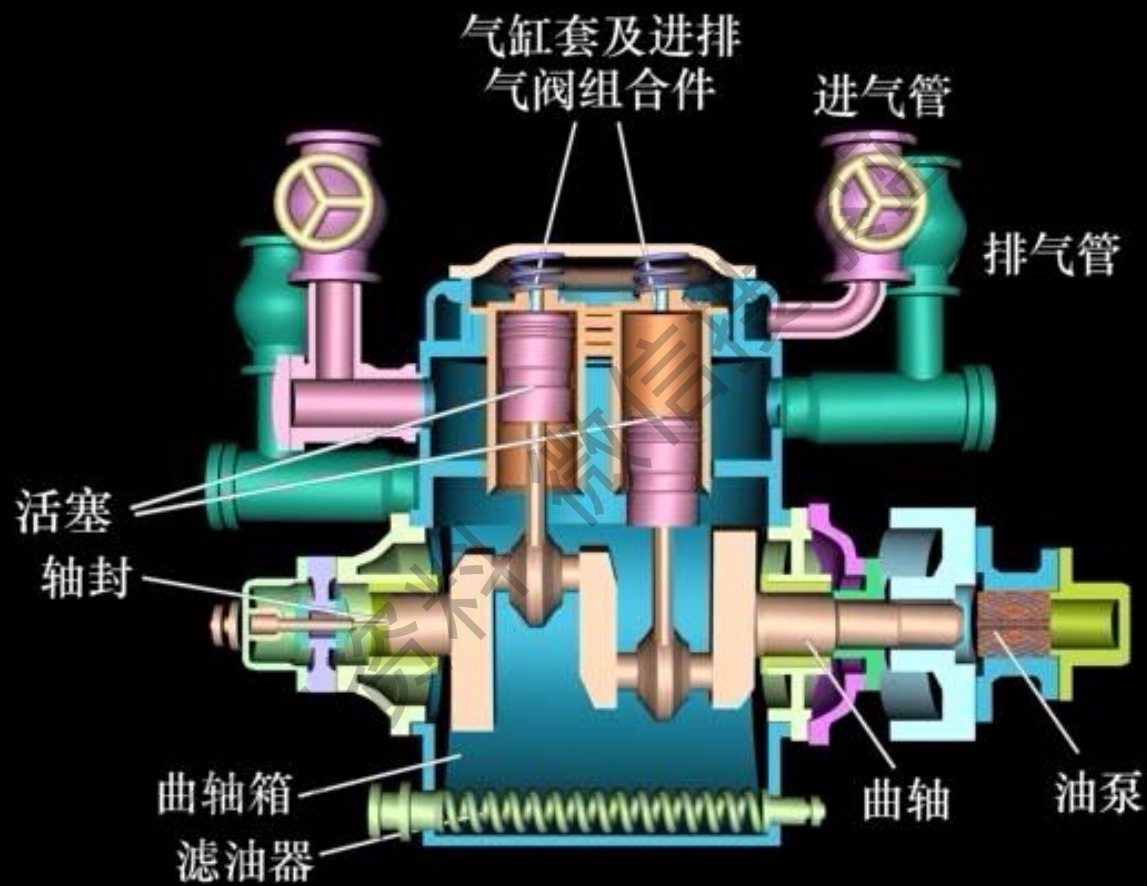
蒸发温度、冷凝温度、吸气温度、过冷温度、中间温度

- 选型计算

单极制冷压缩机
双级制冷压缩机



球

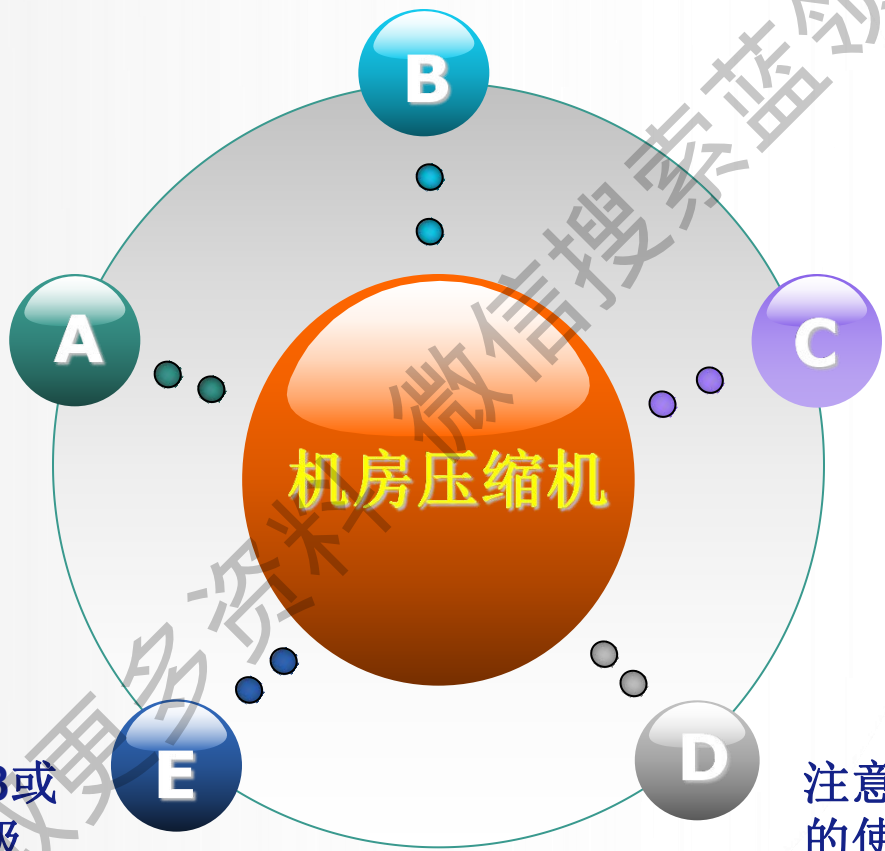


单机双级的开启式压缩机



一、制冷压缩机选型原则

选择台数合适



所选机器制冷量大于或等于机械负荷

尽量同系列

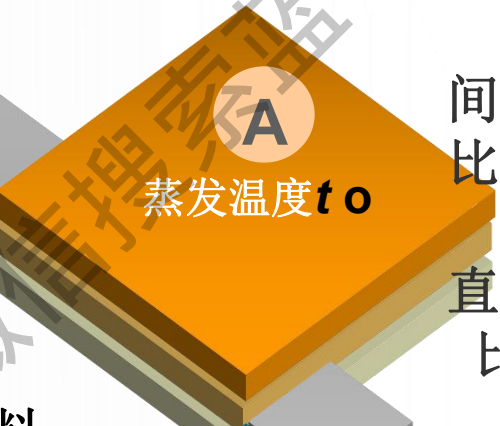
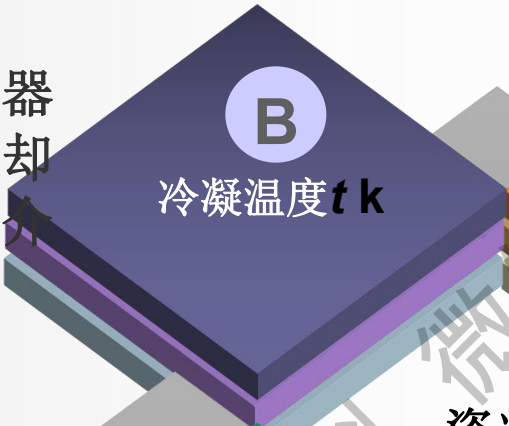
压力比超过8或10时选双级

注意在压缩机的使用条件内



二、基本参数的确定

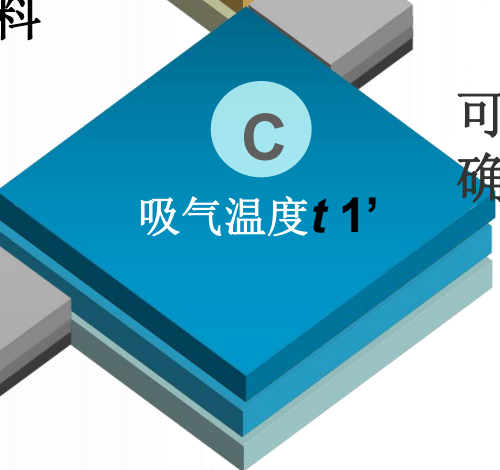
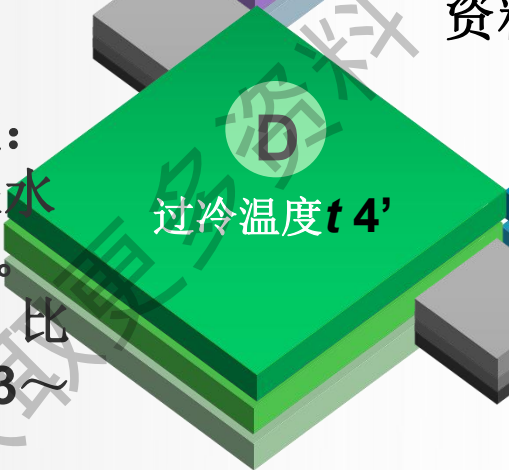
取决于冷凝器的形式、冷却方式和冷却介质的温度。



间接冷却系统：
比载冷剂温度低 5°C 。
直接冷却系统：
比库房温度低 10°C 左右。

资料

单级氨系统：
比过冷器进水温度高 3°C 。
双级系统：比中间温度高 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。



可通过蒸发温度确定



双级压缩系统

中间压力和中间温度的确定

1) 比例中项算法

$$p_m = \sqrt{p_0 p_k}$$

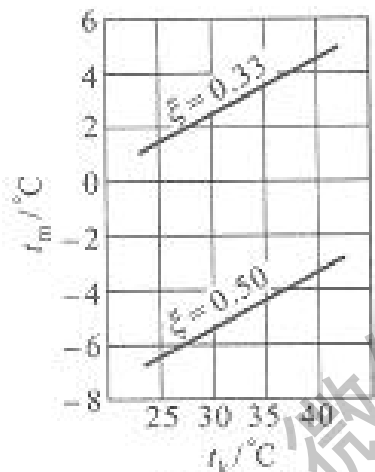
2) 经验公式算法

$$t_m = 0.4 t_k + 0.6 t_0 + 3$$

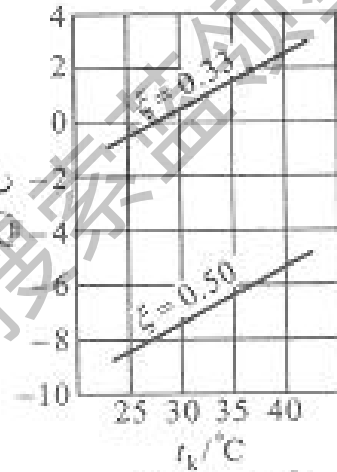


双级压缩系统

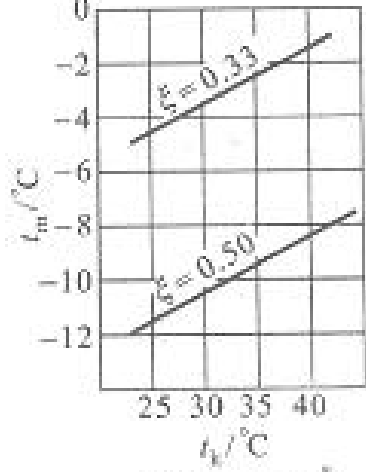
3) 经验查图法



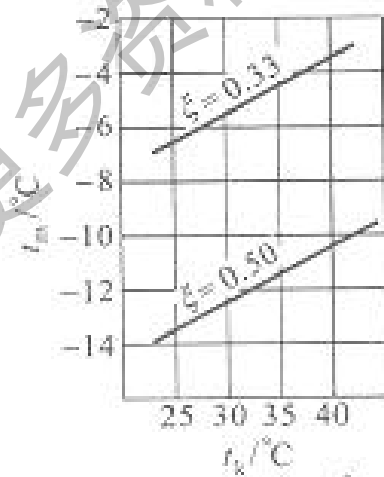
(a) $t_0 = -28$ °C



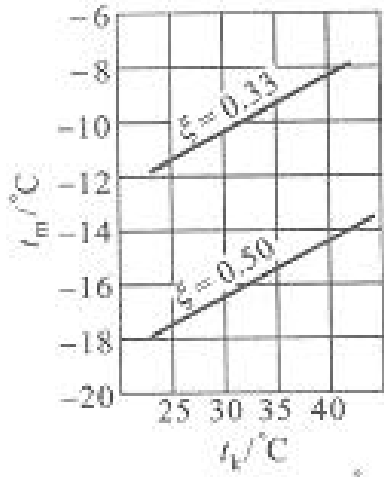
(b) $t_0 = -30$ °C



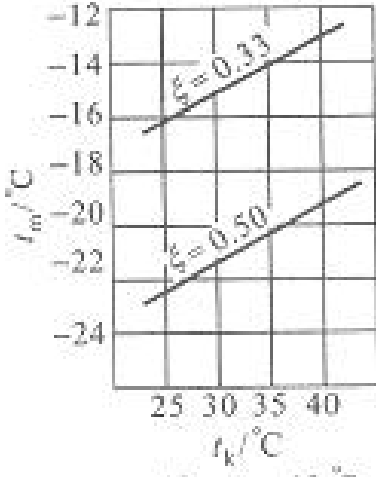
(c) $t_0 = -33$ °C



(d) $t_0 = -35$ °C



(e) $t_0 = -40$ °C



(f) $t_0 = -45$ °C

获取更多资料 微信搜索 资料星球



三、单级制冷压缩机选型计算

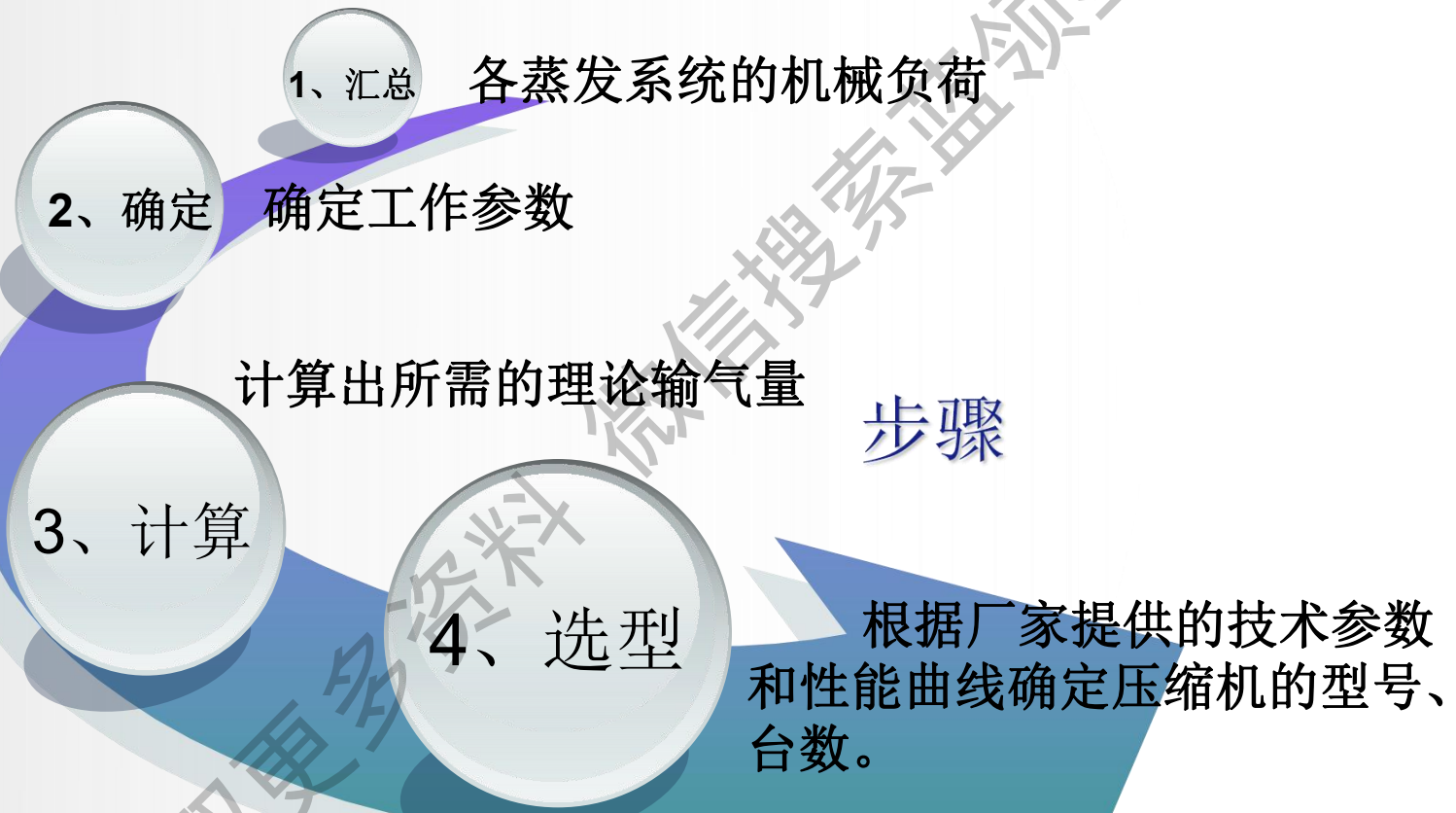


获取资料

专家蓝领星



单级压缩机选型计算



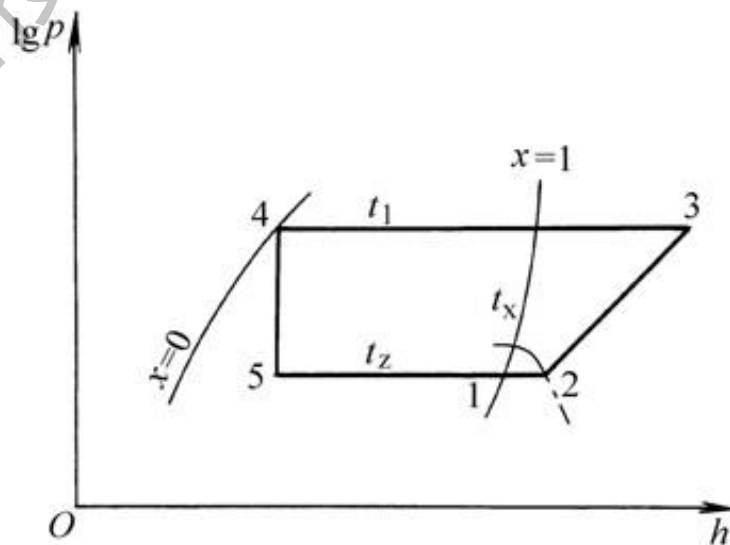
获取更多资料

微信搜索 蓝领星球



(1) 以压缩机的理论输气量选型

$$V_P = \frac{3.6\Phi_j v_2}{(h_1 - h_5)\lambda} = \frac{3.6\Phi_j}{q_v \lambda}$$



获取更多资料

微信搜索蓝领星球



(2) 以压缩机的标准工况制冷量选型

压缩机的**制冷量随运行工况变化而不同**，为了以统一的工况表示压缩机的制冷量，因此国家规定了标准工况

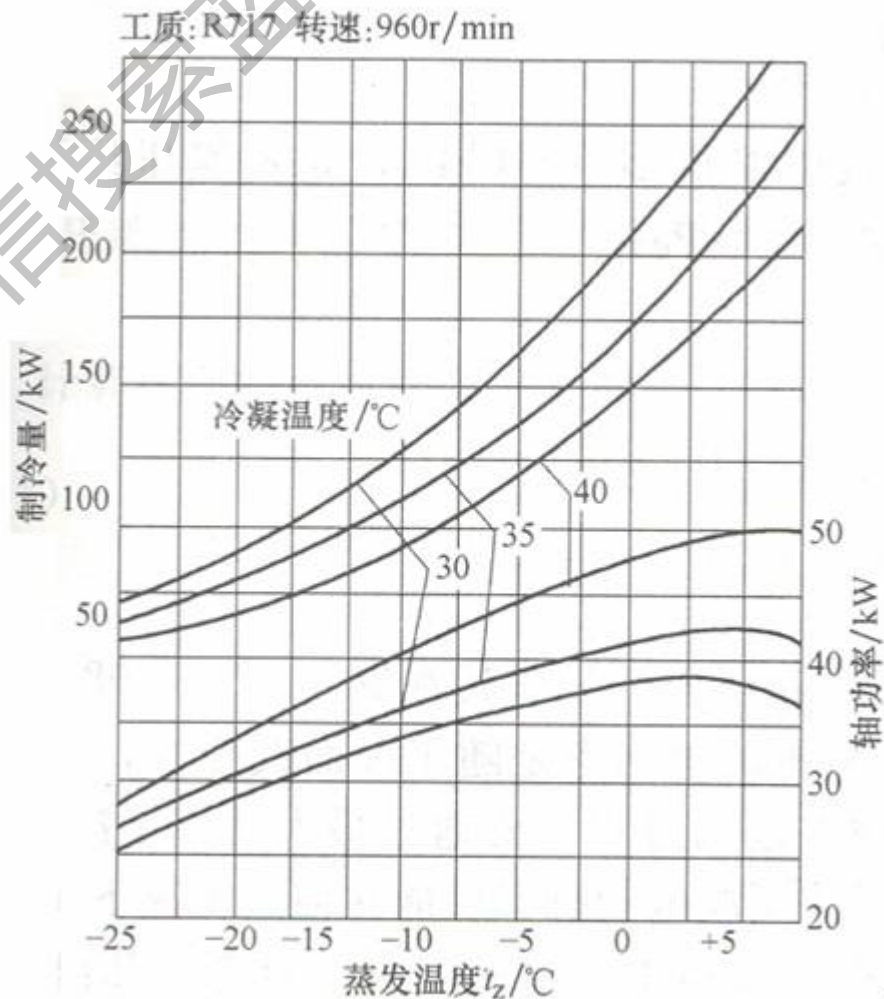
压缩机产品样本中的制冷量为**标准工况下的制冷量**，而由冷负荷计算所求得的**机械负荷是设计工况下所需的制冷量**，因此，**不能用机械负荷直接选取压缩机**，而应把折算成标准工况下的制冷量。

$$\begin{aligned} \Phi_b &= V_P \cdot \lambda_b \cdot q_{vb} \\ \Phi_j &= V_P \cdot \lambda \cdot q_v \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \Phi_b' = \frac{\lambda_b q_{vb}}{\lambda_j q_{vj}} \Phi_j$$



(3) 根据压缩机性能曲线选型

压缩机厂对其制造的各种压缩机都要在实验台上针对其某种制冷剂和一定的工作转速，测出不同工况下的制冷量和轴功率，并据此作出压缩机的性能曲线，附在产品说明书中。在压缩机选型时，先确定设计参数，然后根据设计参数和压缩机性能曲线，可确定压缩机的型号和台数。

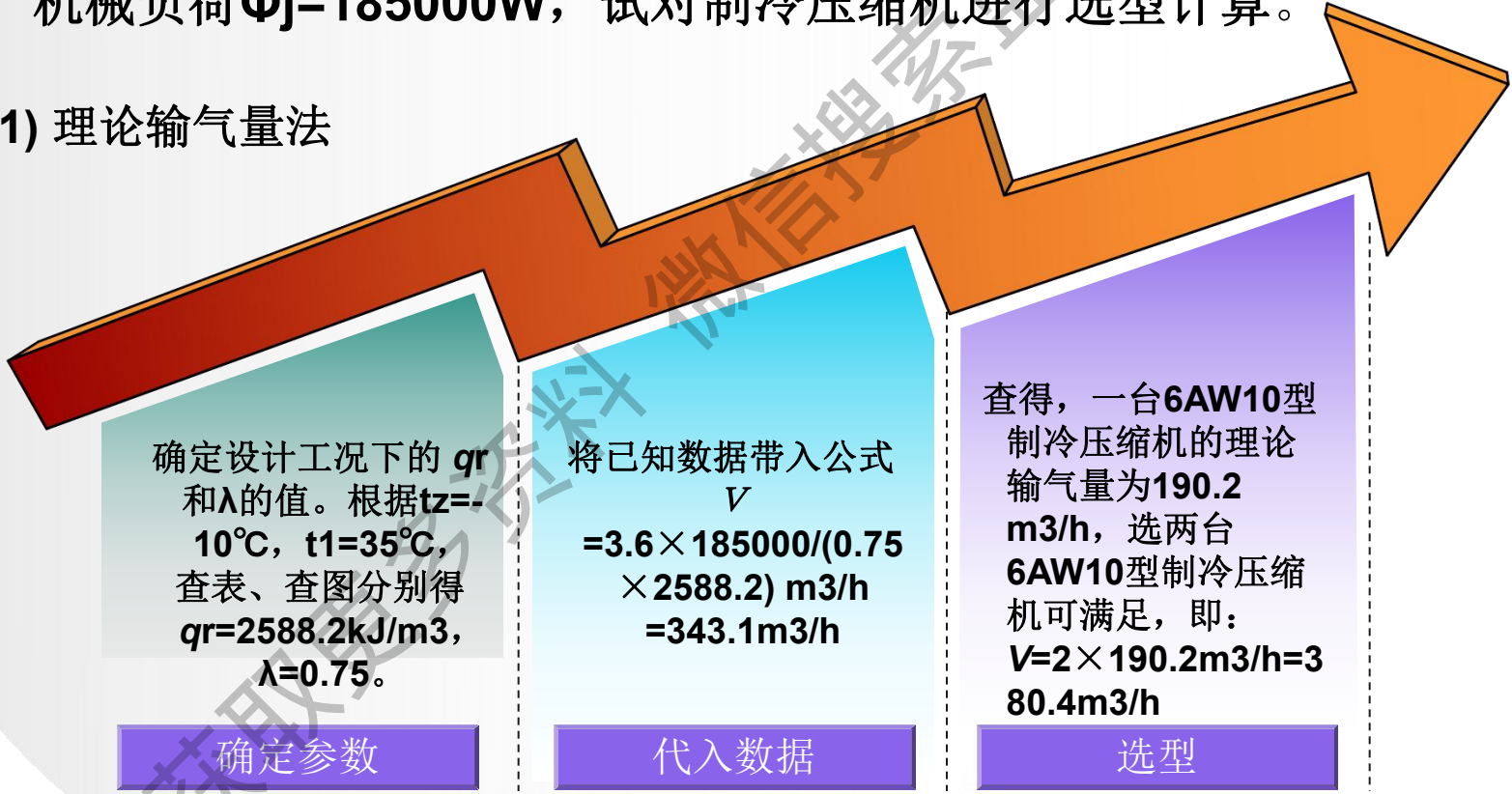




例题

已知：某氨制冷系统，蒸发温度为 -10°C ，冷凝温度为 35°C ，机械负荷 $\Phi_j=185000\text{W}$ ，试对制冷压缩机进行选型计算。

解：(1) 理论输气量法



确定设计工况下的 q_r 和 λ 的值。根据 $t_z=-10^{\circ}\text{C}$ ， $t_1=35^{\circ}\text{C}$ ，查表、查图分别得 $q_r=2588.2\text{kJ/m}^3$ ， $\lambda=0.75$ 。

确定参数

将已知数据带入公式
$$V = 3.6 \times 185000 / (0.75 \times 2588.2) \text{ m}^3/\text{h}$$
$$= 343.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

代入数据

查得，一台6AW10型制冷压缩机的理论输气量为 $190.2 \text{ m}^3/\text{h}$ ，选两台6AW10型制冷压缩机可满足，即： $V=2 \times 190.2 \text{ m}^3/\text{h}=380.4 \text{ m}^3/\text{h}$

选型



例题

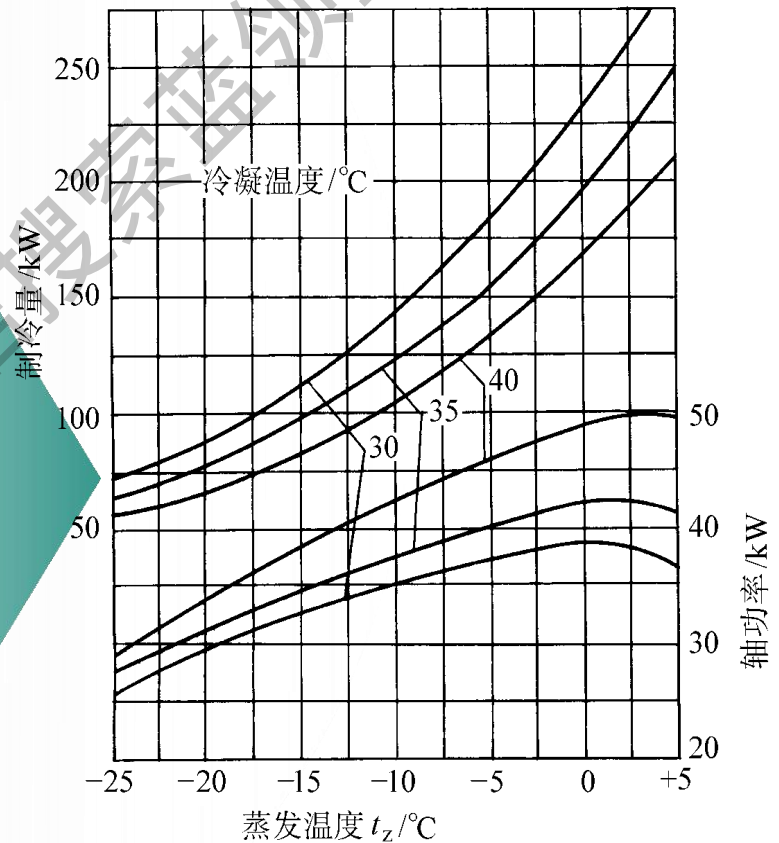
(2) 性能曲线法

在设计工况下，8AS10压缩机制冷量为125kW，

折合成6AW10压缩机制冷量为93.75 kW

选2台制冷量为 $93.75 \times 2 = 187.5\text{kW}$ ，也满足计算负荷的需要

工质：R717 转速：960r/min



注：如求 2、4、6 缸单级制冷压缩机冷量及轴功率，可将该曲线中数值按缸数加以折算。



四、双级压缩机的选型计算

(1) 配组双级压缩机的选型计算：

配组双级压缩机的选型，关键是确定双级压缩机在设计工况下运行时的中间温度，前面提到的最佳中间温度是在理想条件下求得的数值，故不能直接用最佳中间温度确定制冷循环，而应根据高低压级压缩机理论排气量之比用图解法求出中间温度。然后根据确定高、低压级的理论输气量之比，由此再据机械负荷选择高压级和低压级压缩机的型号和台数。



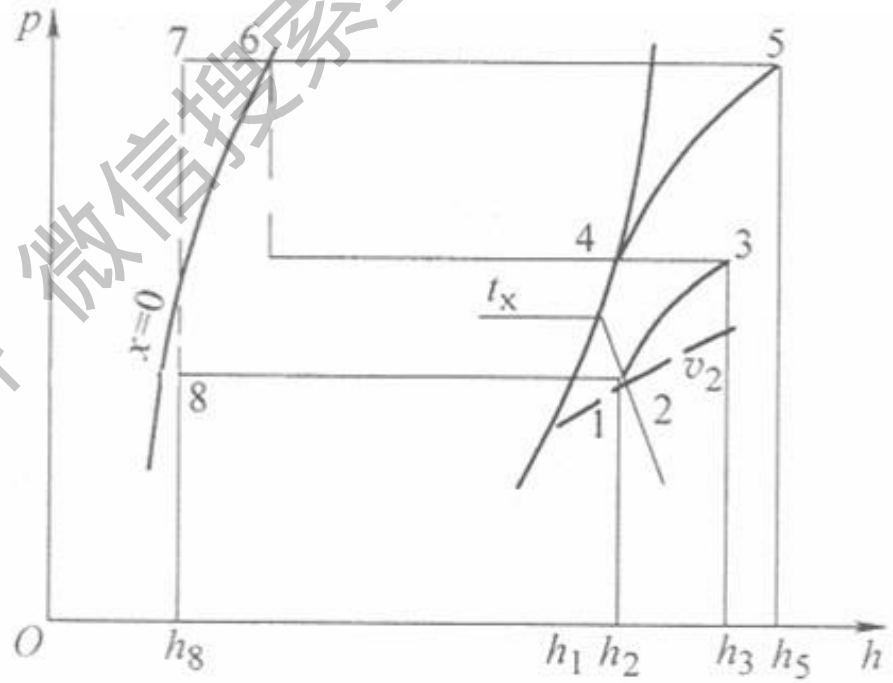
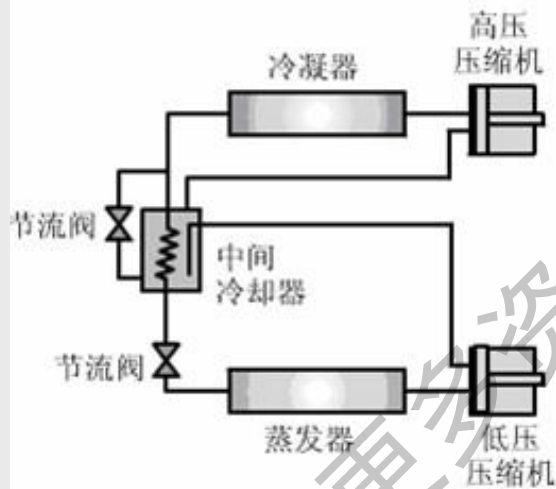
四、双级压缩机的选型计算

1. 配组双级压缩机的选型计算：

(1) 根据设计工况的蒸发温度和冷凝温度按式 (3-19) 计算得出的最佳中间温度，假定两个中间温度 t_{m1} 、 t_{m2} 、（一般取 $t_{m1} = t_m - 5^\circ\text{C}$ 、 $t_{m2} = t_m + 5^\circ\text{C}$ ），在压焓图上作出制冷循环的过程线，如图3-17所示，并分别查出两个不同中间温度条件下相关的状态参数

(2) 分别求出高低压级的输气系数 λ_g 、 λ_d

(3) 按表3-28的格式，分别求出两个中间温度下组成的制冷循环计算项目



获取更多信息

微信搜索 蓝领星球





表3-28 双级压缩机试算表

序号	计算项目	假定的中间温度	
		$t_{m1} = t_m - 5^\circ\text{C}$	$t_{m2} = t_m + 5^\circ\text{C}$
1	低压级质量流量 $q_{m d1}$	$q_{m d1} = \left(\frac{\Phi_j}{h_1 - h_3} \right)_1$	$q_{m d2} = \left(\frac{\Phi_j}{h_1 - h_3} \right)_2$
2	高压级质量流量 $q_{m \varepsilon 1}$	$q_{m \varepsilon 1} = q_{m d1} \left(\frac{h_3 - h_7}{h_4 - h_6} \right)_1$	$q_{m \varepsilon 2} = q_{m d2} \left(\frac{h_3 - h_7}{h_4 - h_6} \right)_2$
3	低压级理论输气量 $V_{F d1}$	$V_{F d1} = \frac{q_{m d1} v_2}{\lambda_{d1}}$	$V_{F d2} = \frac{q_{m d2} v_2}{\lambda_{d2}}$
4	高压级理论输气量 $V_{F \varepsilon 1}$	$V_{F \varepsilon 1} = \frac{q_{m \varepsilon 1} v_4}{\lambda_{\varepsilon 1}}$	$V_{F \varepsilon 2} = \frac{q_{m \varepsilon 2} v_4}{\lambda_{\varepsilon 2}}$
5	高低压级理论输气量之比 ξ	$\xi_1 = \frac{V_{F \varepsilon 1}}{V_{F d1}}$	$\xi_2 = \frac{V_{F \varepsilon 2}}{V_{F d2}}$

微信搜公众号 星球

获取更多资料



四、双级压缩机的选型计算

1. 配组双级压缩机的选型计算:

(4) 以中间温度为纵坐标，以压缩机的理论输气量之比为横坐标作坐标图。

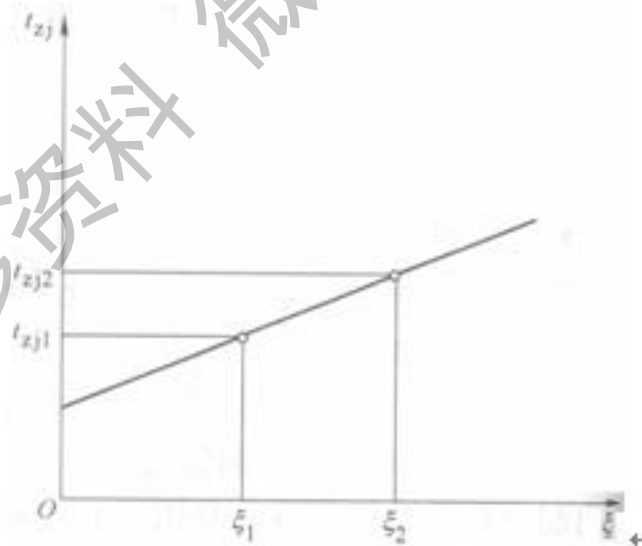


图 3-18 中间温度与高低压级理论输气量之比的关系图



四、双级压缩机的选型计算

1. 配组双级压缩机的选型计算：

(5) 根据最佳中间温度 t_m' ，在坐标图上找出相应的理论输气量之比 ξ' 。参照高低压级的输气量的大致范围，选择高低压级压缩机，并使所选压缩机的理论输气量之比尽量与 ξ' 接近，然后按所选定的压缩机的理论输气量之比由坐标图上查出相应的中间温度 t_m ，这个中间温度是与所选压缩机相配的最适中间温度。

获取更多资料



四、双级压缩机的选型计算

1. 配组双级压缩机的选型计算：

(6) 通过试算求得中间温度后，结合冷凝温度和蒸发温度作出实际制冷循环图，查出各有关参数进行热力计算，以便验算所选压缩机在设计工况条件下的制冷量。如制冷量大于系统的机械负荷，那么所选压缩机满足设计要求。但若超过量太大，则应选较小制冷量的压缩机重新核算。如压缩机在设计工况下的制冷量小于系统的机械负荷，则必须重新选型，直至满足设计要求。



以上的选型计算实际更着重于配组双级机的选型计算。在选用单机双级压缩机时，因为高低压缸的容积比，即两级压缸的输气量之比已为确定的值，有时也可直接由产品样本选型。因为我国生产的单机双级压缩机的产品样本上制冷量的工况条件是：蒸发温度 $-30\sim-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $35\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，设计工况条件一般不会超出此范围，所以在选型时可省略繁琐的中间温度计算，直接根据系统的机械负荷和设计工况以及选机原则，由产品样本确定所选机器的型号和台数，一般可满足设计要求。



以上的压缩机选型计算是以活塞式压缩机为原型来考虑的，如果是螺杆式压缩机的选型，基本计算过程是一样的

在选型时应特别注意以下几点：

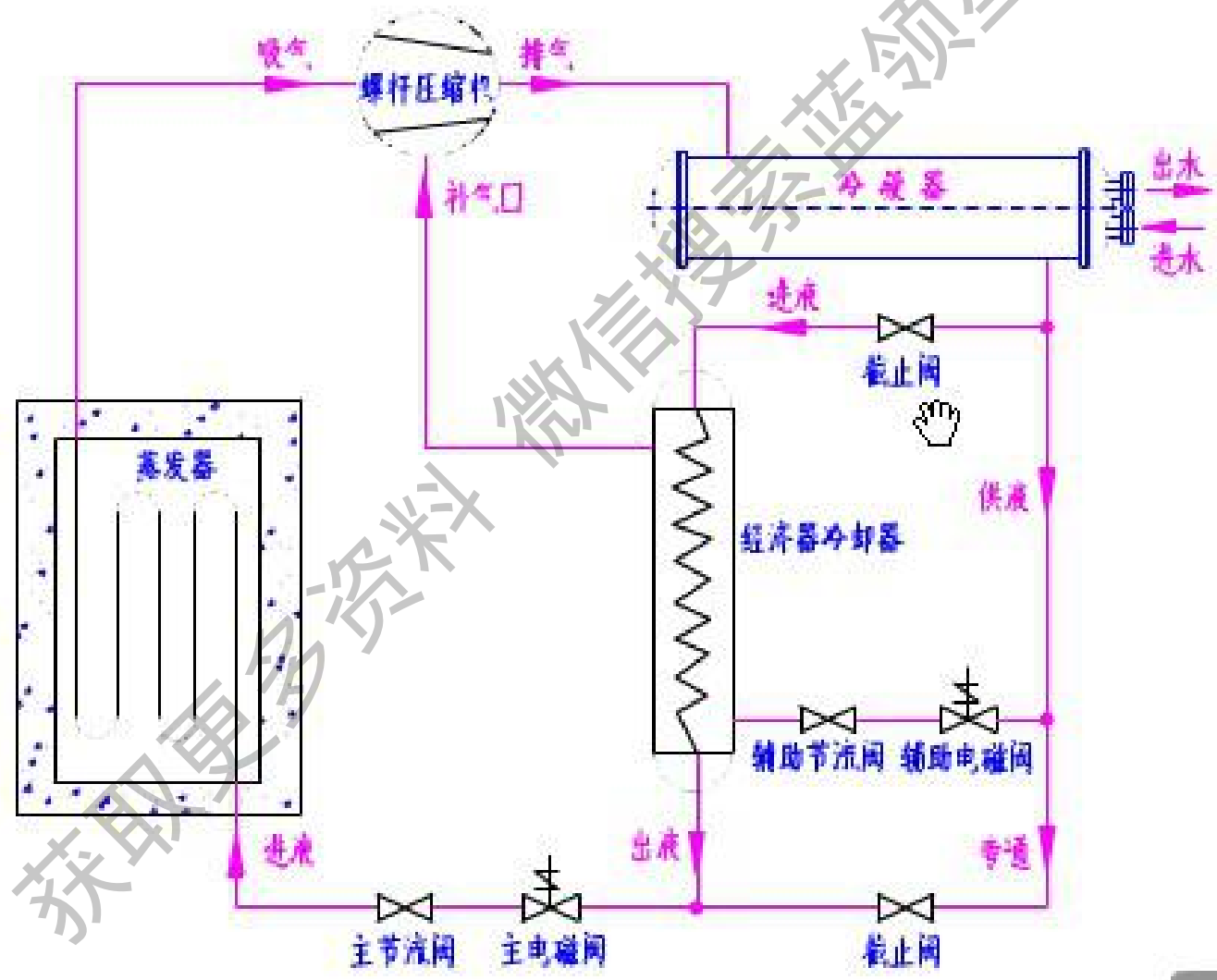
- ①单级螺杆式制冷压缩机的经济压缩比为 **4.7~5.5**，在此范围内经济性最佳。
- ②单级螺杆式制冷压缩机不宜用于我国南方地区的低温工况。
- ③蒸发温度在 **-20℃** 以下时，单级螺杆式压缩机的运行经济性差。蒸发温度越低，效率越低，能耗越大，长期运行会带来能源的过量消耗，并使压缩机过早损坏。



④优先选择带经济器的螺杆式压缩机。带经济器的螺杆式压缩机有较宽的运转条件，单级压缩比大，比双级螺杆式制冷系统容易控制，系统简单，占地面积小；与单级螺杆式压缩机相比，优越性更加明显。



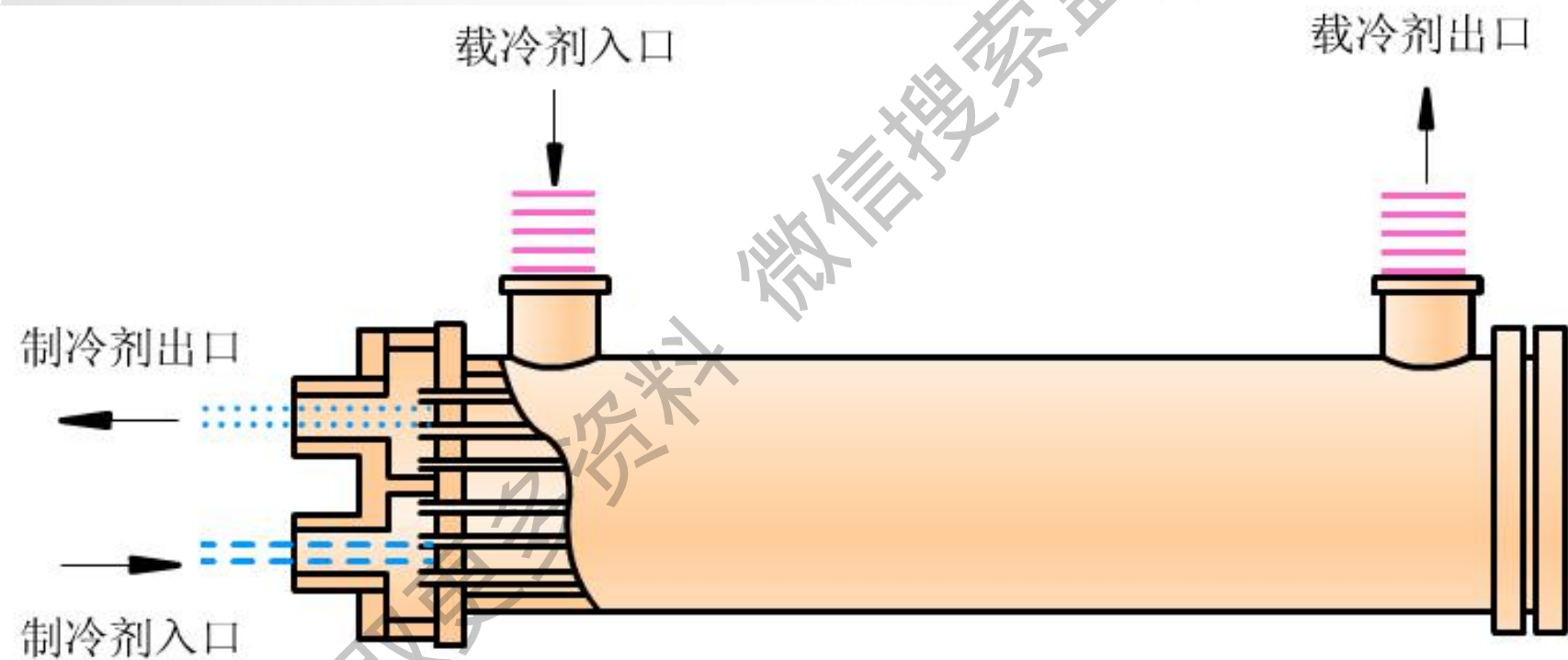
www.compressor.cn



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



3.3.2 冷凝器的选型计算



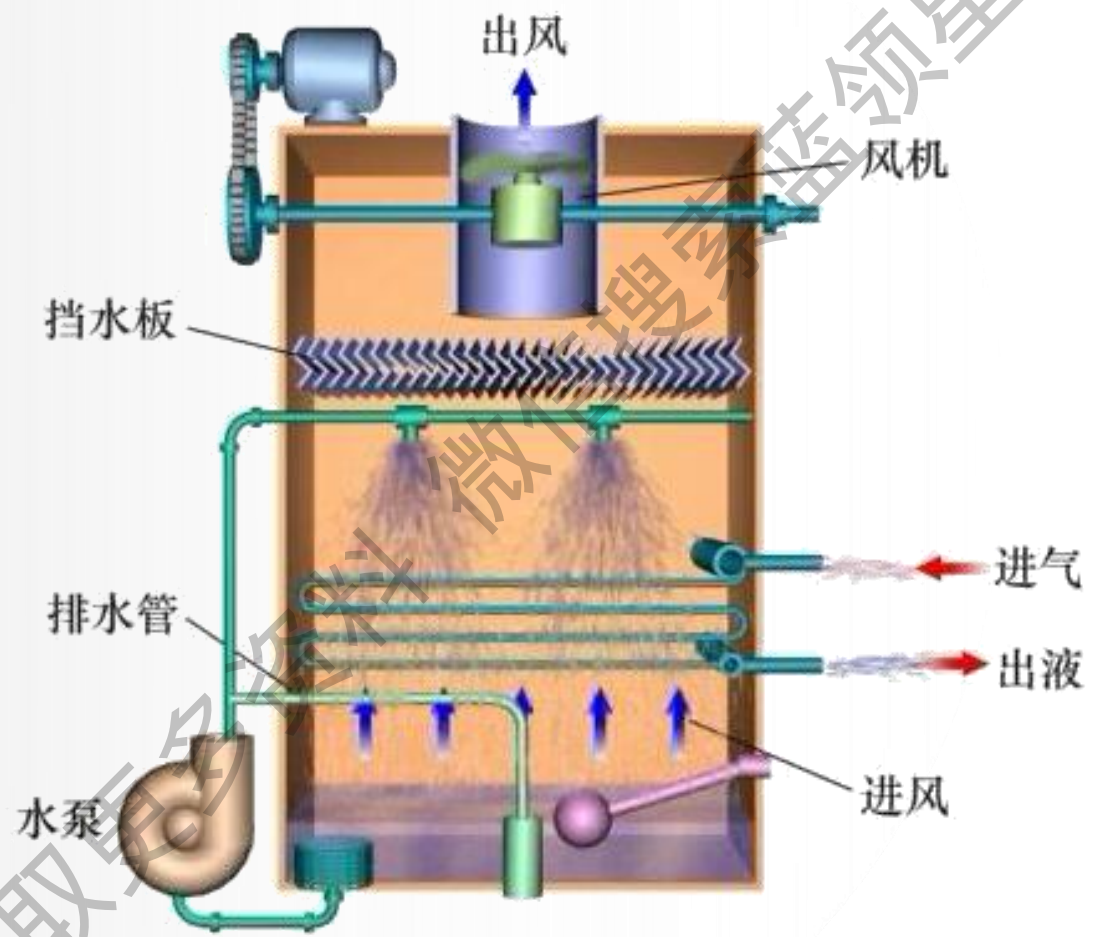


1. 冷凝器选型原则

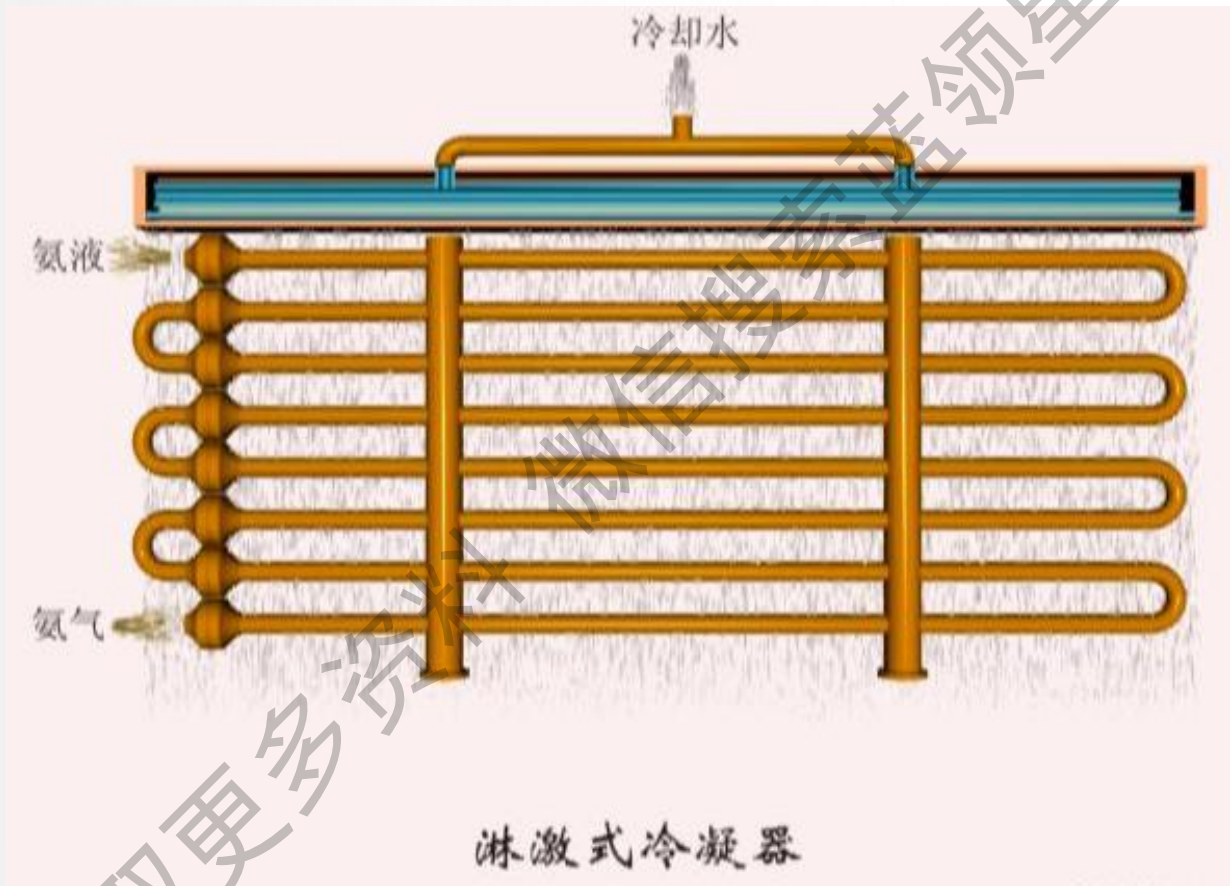


建库地区的水温、水质、水量及气候条件，机房布置，还要考虑运行费用和一次投资。

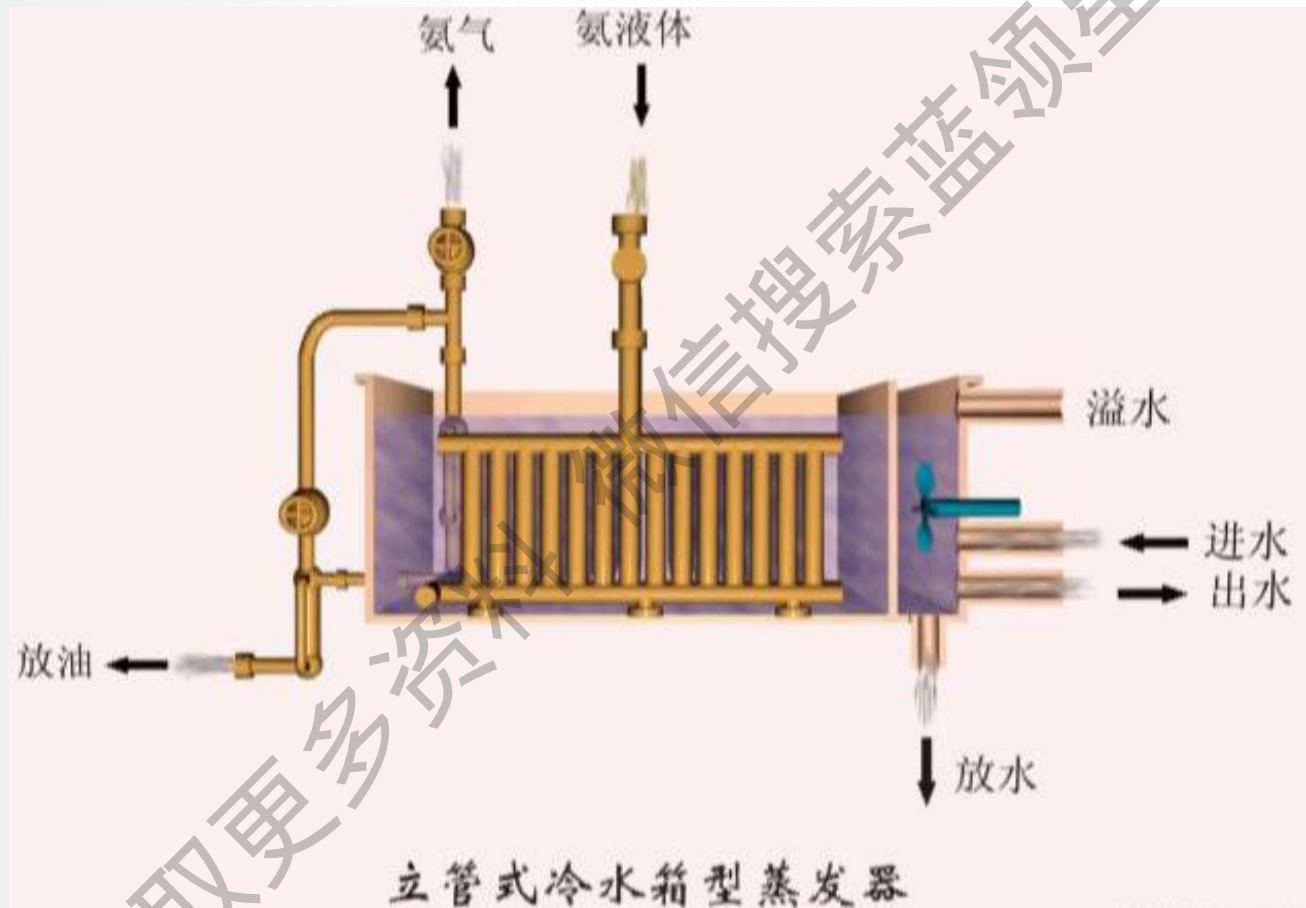




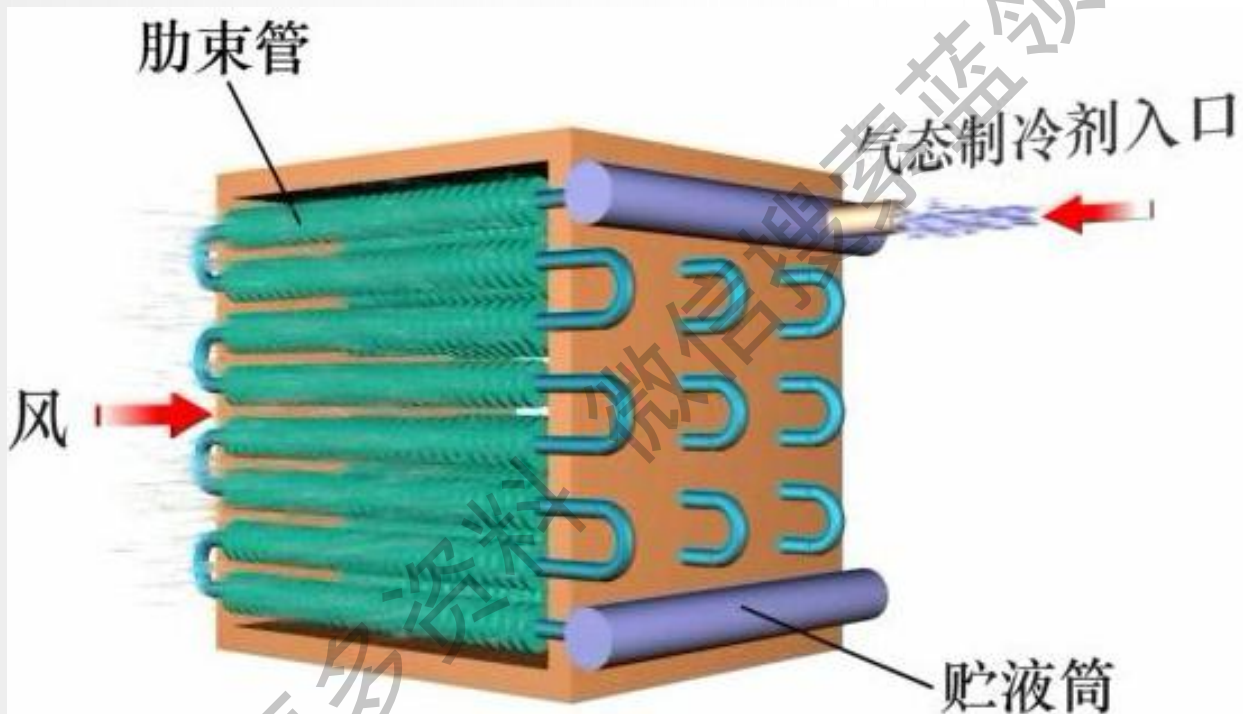
蒸发式冷凝器（吸入式）



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



空冷式冷凝器

获取更多

微信订阅号 蓝领星球



直接蒸发空气冷却器

获取更多资料

蓝领星球

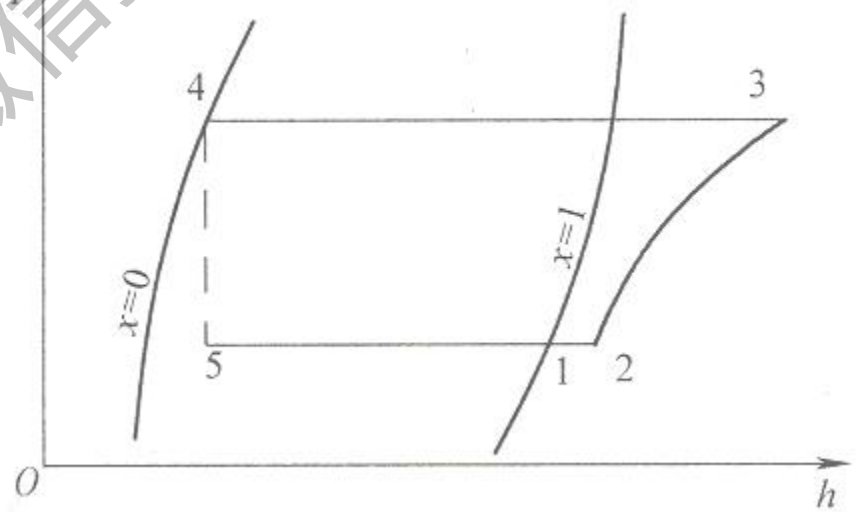


2. 冷凝负荷计算

(1) 单级压缩制冷循环

冷凝器的负荷:

$$\Phi_k = q_m (h_3 - h_4) / 3.6$$



获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

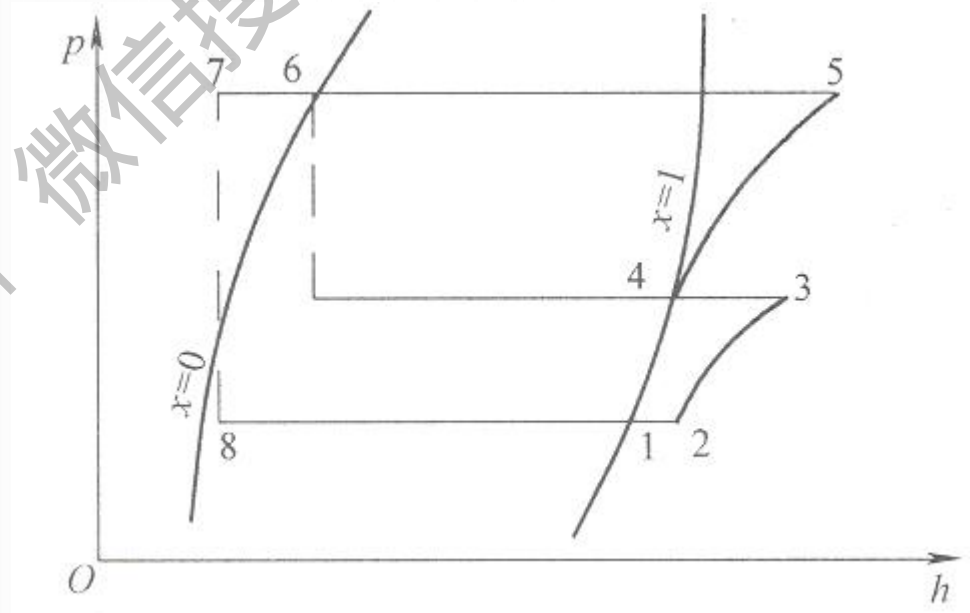


2. 冷凝负荷计算

(2) 双级压缩制冷循环

冷凝器的负荷:

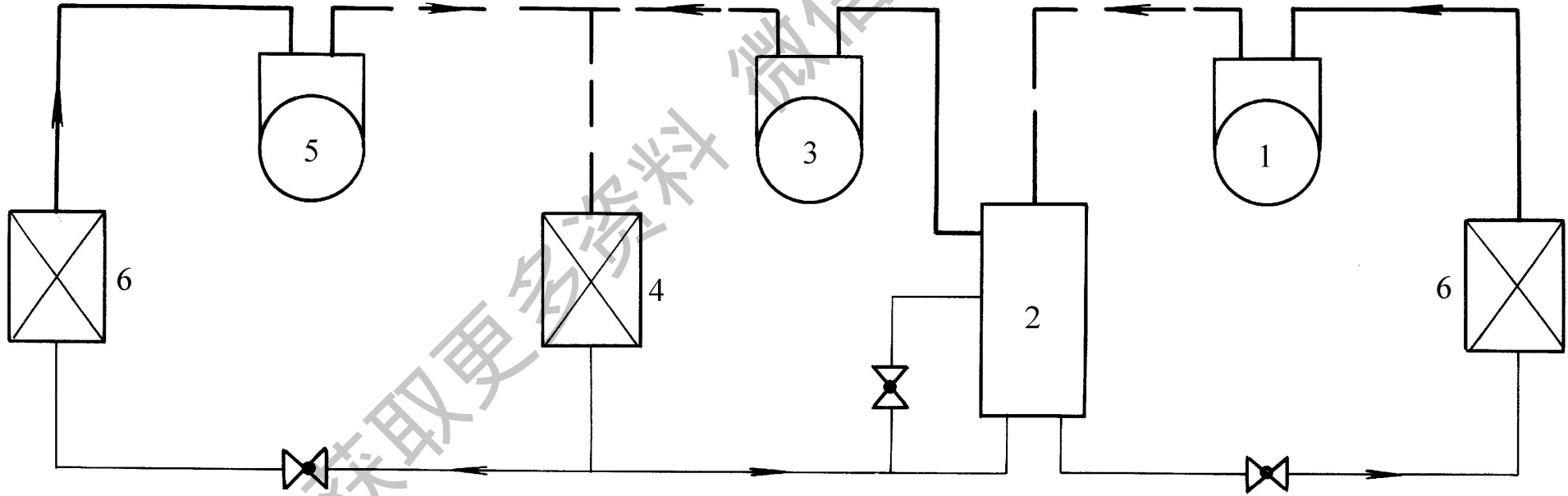
$$\Phi_k = q_{mg} (h_5 - h_6) / 3.6$$



获取更多资料



对于既有单级又有双级压缩的制冷循环，冷凝负荷为单、双级压缩回路冷凝负荷之和。





3. 冷凝面积计算

$$A = \frac{\Phi_k}{K\Delta t_m} = \frac{\Phi_k}{q_F}$$

式中 A —— 冷凝器传热面积，单位为 m^2 ；

Φ_k —— 冷凝负荷，单位为 W ；

K —— 冷凝器传热系数，单位为 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ ；

q_F —— 冷凝器热流密度，单位为 W/m^2 ；

Δt_m —— 对数平均温度差，单位为 $^\circ\text{C}$ 。

$$\Delta t_m = \frac{t_{s2} - t_{s1}}{2.31 \lg \frac{t_k - t_{s1}}{t_k - t_{s2}}}$$



根据上述方法，求出冷凝器冷却面积后，即可利用产品样本或说明书直接确定出冷凝器的型号、台数。

获取更多资料 微信搜索 领星球



3.3.3 冷却设备的选型计算

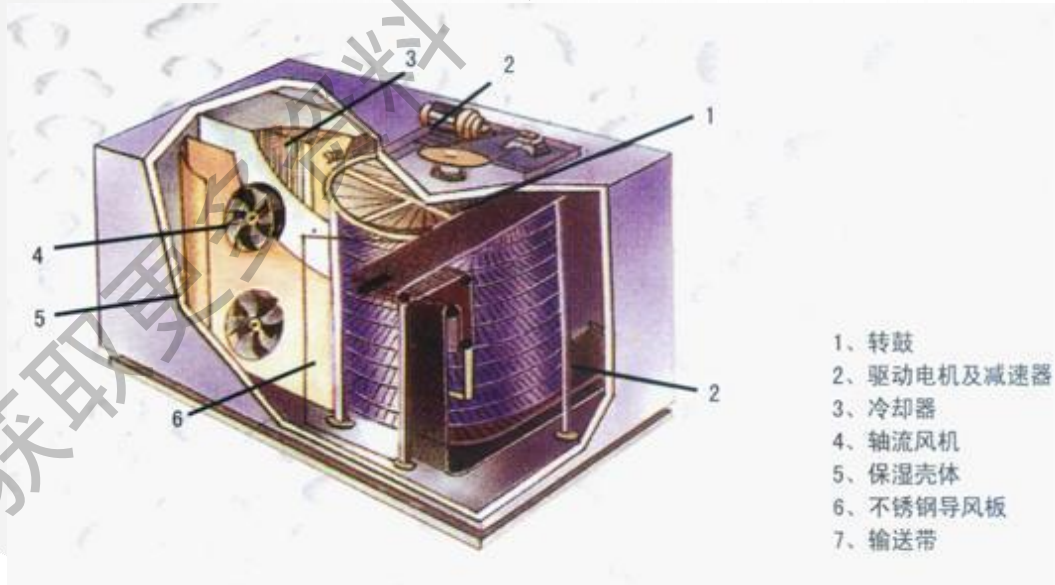
- ❖ 冷却设备是制冷系统中排管、冷风机和其他类型蒸发器的总称，是制冷系统中产生冷效应的低压换热设备。
- ❖ 选型步骤：选择型式→计算冷却面积→确定具体的型号和台（组）数。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



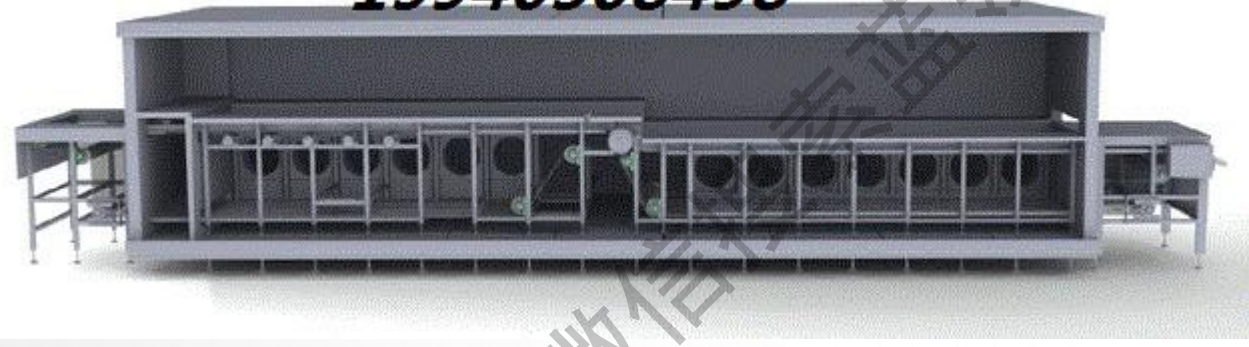
1. 型式的选择

- ❖ 冷却间、冻结间和冷却物冷藏间：应采用冷风机。
- ❖ 冻结物冷藏间：宜选用冷风机；食品无良好包装时，可采用顶排管、墙排管。
- ❖ 根据不同食品的冻结工艺要求选用合适的冻结设备。
- ❖ 包装间：室温高于 -5°C 时宜选用冷风机，低于 -5°C 时应选用排管。
- ❖ 冰库：光滑顶排管。





15940308498



获取更多信息

微信: 宏蓝领星球



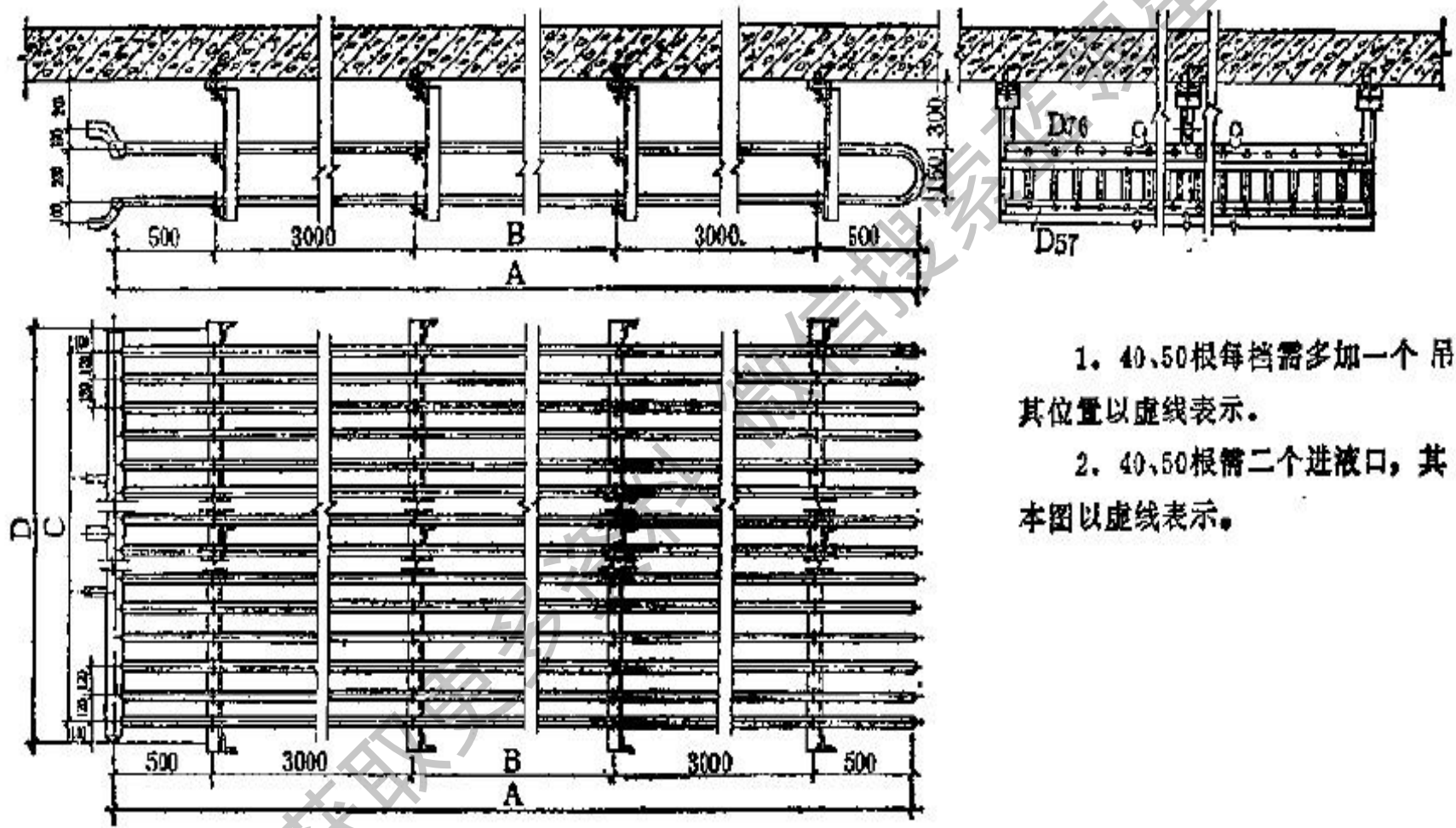
2. 冷却面积

$$A = \frac{\Phi_s}{K\Delta t}$$

式中 A —— 冷却设备传热面积，单位为 m^2 ；
 Φ_s —— 冷却设备负荷，单位为 W ；
 K —— 冷却设备传热系数，单位为 $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ；
 Δt —— 库房空气温度与蒸发温度之差，单位为 $^\circ\text{C}$ 。



冷排管结构



1. 40、50根每档需多加一个吊点，其位置以虚线表示。
2. 40、50根需二个进液口，其位置本图以虚线表示。



蓝领星球

获取更多资料 微信



3.3.4 辅助设备选型计算

面积或体积

- 供液设备或贮液器必须保证一定面积或液位，保证压缩机运行安全。



流速、直径

- 气体分离设备必须保证气体的流速足够低。

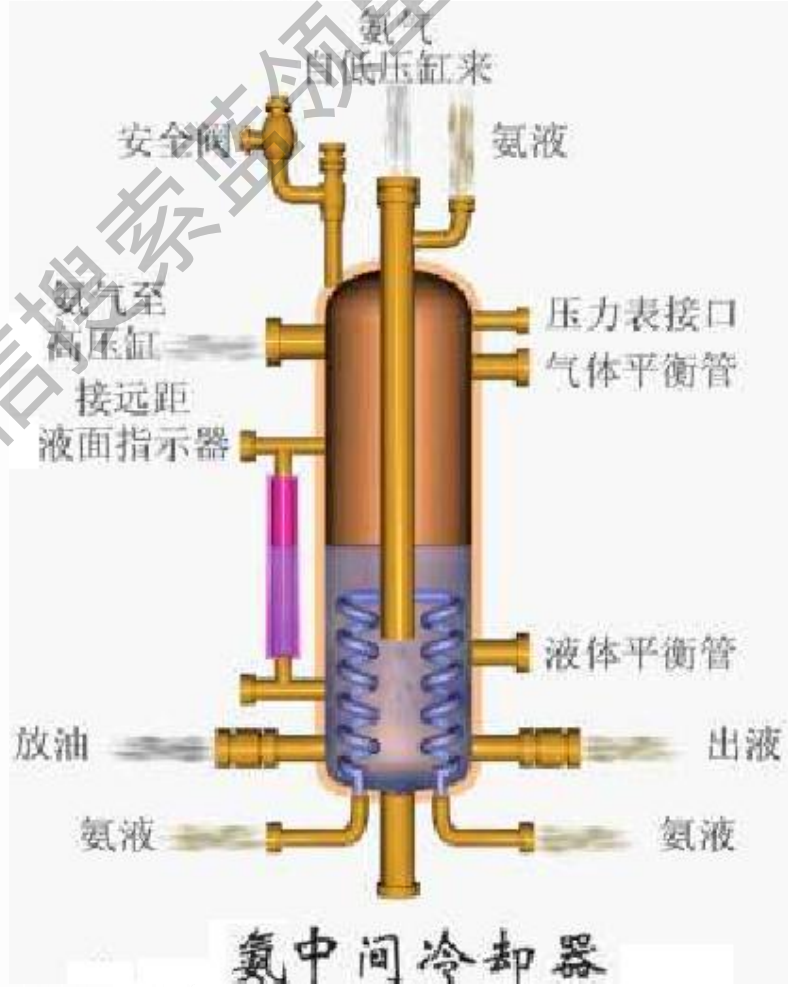
获取更多



1、中间冷却器

用于双级压缩制冷系统，冷却低压机排气，将冷凝后的饱和液体过冷，分离低压机排气所夹带的润滑油及液滴。

根据桶径和冷却面积选型。





(1) 中间冷却器桶径

$$d_{zj} = \sqrt{\frac{4\lambda V}{3600\pi w}} = 0.0188 \cdot \sqrt{\frac{\lambda V}{w}}$$

- 式中
- λ —— 高压机输气系数；
 - V —— 高压机理论输气量，单位为 m^3/h ；
 - w —— 中间冷却器内的气体流速，一般不大于 $0.5\text{m}/\text{s}$ ；
 - d_{zj} —— 中间冷却器内径，单位为 m 。



(2) 蛇形盘管冷却面积

$$A = \frac{\Phi_{zj}}{K \cdot \Delta t_d}$$

式中 A —— 蛇形盘管所需的传热面积，单位为 m^2 ；
 Φ_{zj} —— 蛇形盘管的热流量，单位为 W ；
 Δt_d —— 蛇形盘管的对数平均温度差，
单位为 $^{\circ}C$ ；
 K —— 蛇形盘管的传热系数。



(3) 中间冷却器选型

根据计算求得的 d_{jz} 、 A ，从产品样本中选取同时满足 d_{jz} 、 A 的中间冷却器的型号、台数。

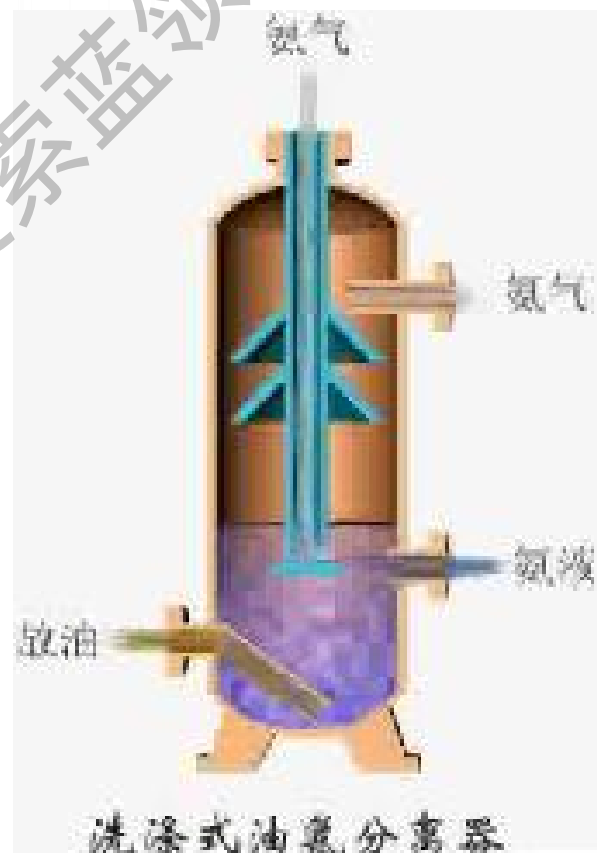
获取更多资料

信譽專家藍領星球

2、油分离器

主要是确定油分离器的直径，以保证制冷剂在油分离器内的流速符合分油的要求，达到良好的分油效果。

根据桶径选型。





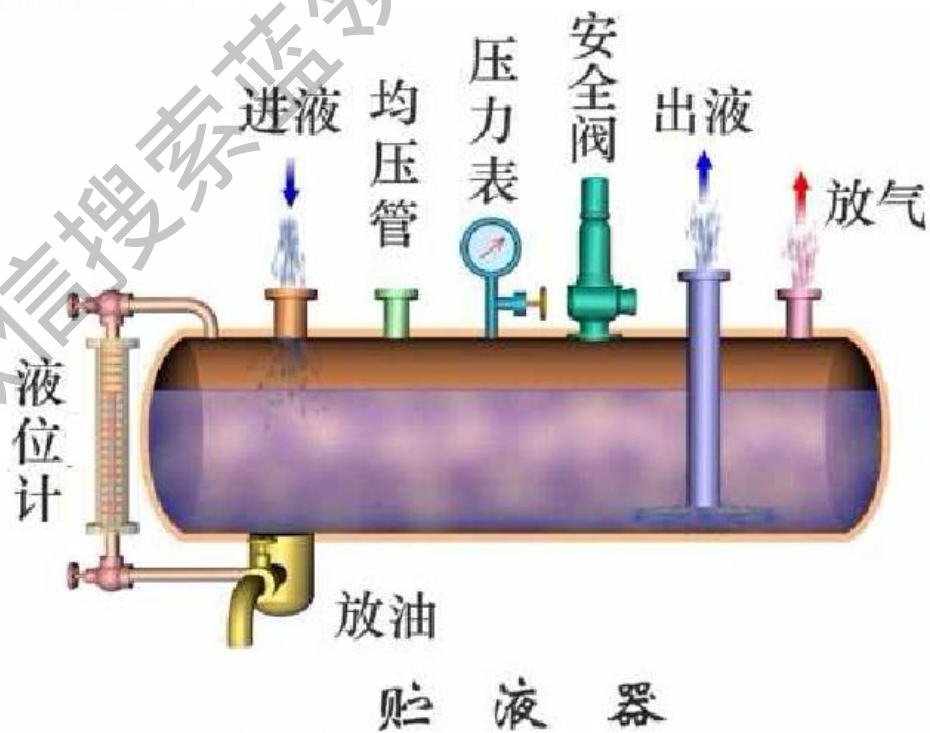
$$d_y = \sqrt{\frac{4\lambda V}{3600\pi w}} = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w}}$$

- 式中
- d_y —— 油分离器的直径，单位为m；
 - λ —— 压缩机输气系数，双级压缩时为高压级压缩机的；
 - V —— 压缩机理论输气量，单位为 m^3/h （双级压缩时为高压级压缩机的）；
 - w —— 油分离器内气体的流速。

3、高压贮液器

又称高压储液桶，用于储存由冷凝器来的高压液体制冷剂，以适应冷负荷变化时制冷系统中所需制冷剂循环量的变化，并起到液封的作用。

贮液器以体积选型。





$$V = \frac{\varphi}{\beta} \cdot v \sum q_m$$

式中 V —— 储液器体积，单位为 m^3 ；

$\sum q_m$ —— 制冷装置中每小时制冷剂液体的总循环量，单位为 kg ；

v —— 冷凝温度下液体的比体积，单位为 m^3/kg ；

φ —— 储液器的体积系数；

β —— 储液器的液体充满度，宜取70%。

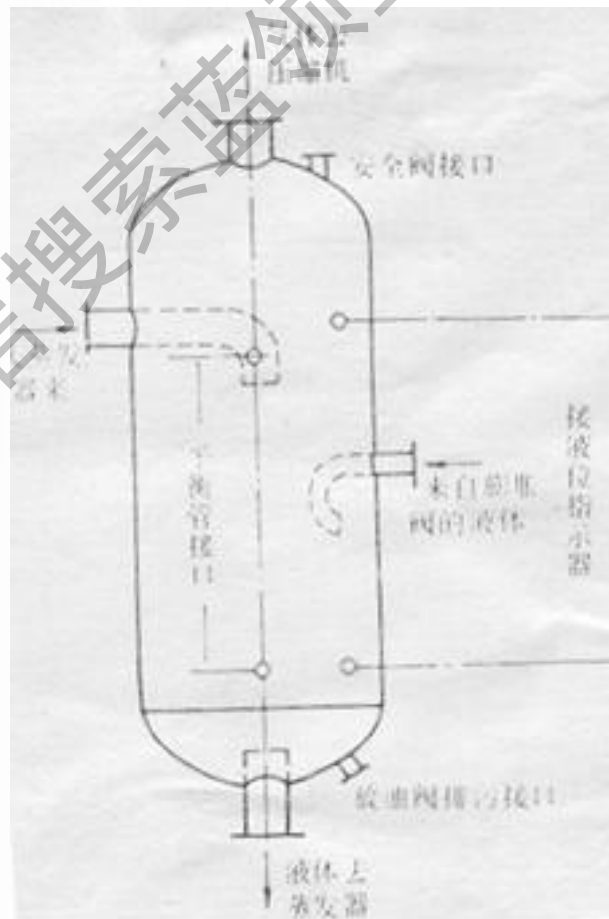
大系统可选多台储液器并联使用，并联时最好选用相同型号的，安装时贮液桶顶部水平。



4、氨液分离器

气液分离，防止压缩机发生液击现象。

氨液分离器有机房、库房之分，均以桶径选型。





机房氨液分离器：

$$d = \sqrt{\frac{4\lambda V}{3600\pi w}} = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w}}$$

式中 d —— 机房氨液分离器的直径，单位为m；

λ —— 压缩机输气系数，双级压缩时为低压级压缩机；

V —— 压缩机理论输气量，双级压缩时为低压级压缩机，单位为 m^3/h ；

w —— 氨液分离器内气体流速，一般采用 $0.5m/s$ 。

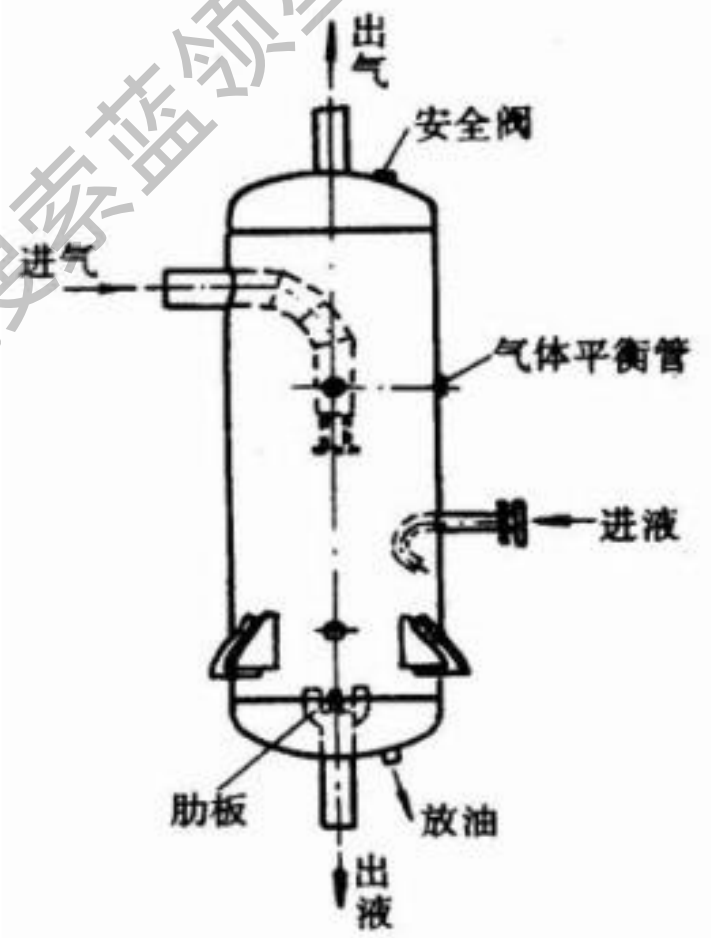


氨液分离器

库房氨液分离器：

气液分离，防止压缩机发生液击现象；
将蒸气分离，只让液氨进入蒸发器；
保持一定的液位，利用高差向蒸发器供液。

根据桶径选型。





$$d = \sqrt{\frac{4q_m V}{3600\pi w}} = 0.0188 \sqrt{\frac{q_m V}{w}}$$

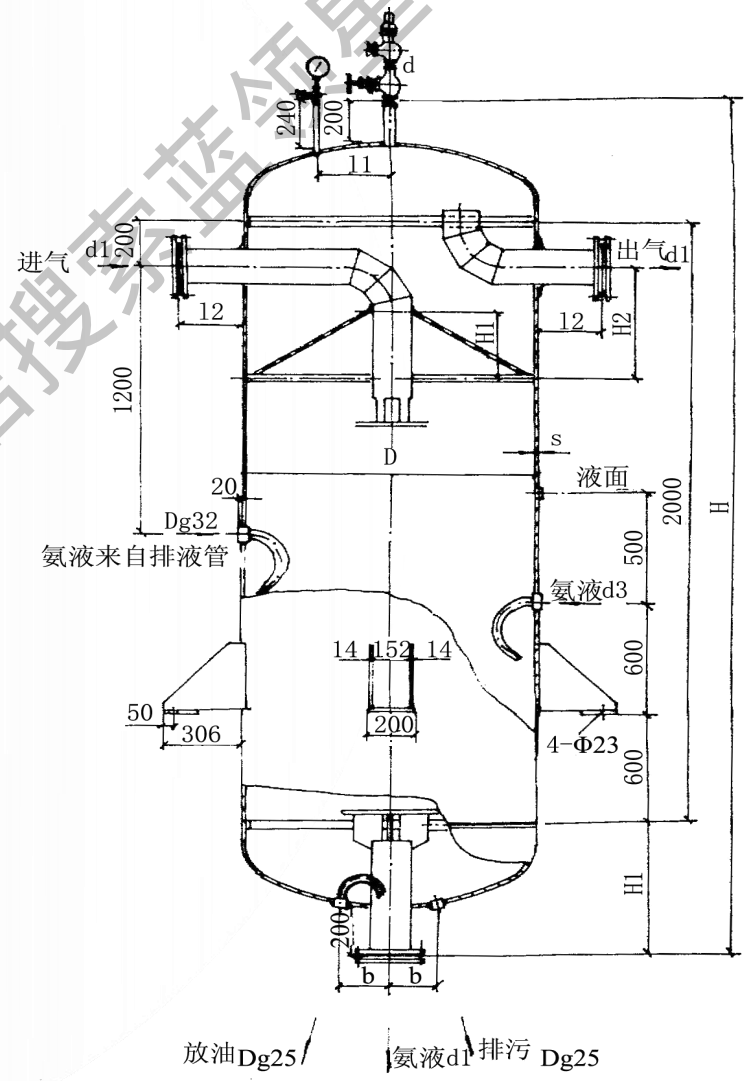
- 式中
- d —— 库房氨液分离器直径，单位为m；
 - v —— 蒸发温度相对应的饱和蒸气比体积，单位为 m^3/kg ；
 - q_m —— 通过氨液分离器的氨液量，单位为 kg/h ；
 - w —— 氨液分离器内气体流速，一般采用 $0.5\text{m}/\text{s}$ 。



5、低压循环桶

液泵供液系统的专用设备，
储存并给液泵提供低压液体，
对库房回气进行气液分离，
兼作排液桶。

根据桶径和体积选型。





低压循环桶桶径

$$d_d = \sqrt{\frac{4\lambda V}{3600\pi w \xi n}} = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w \xi n}}$$

式中

- d_d —— 低压循环桶的直径，单位为m；
 V —— 压缩机理论输气量，双级压缩时为
低压级压缩机，单位为 m^3/h ；
 λ —— 压缩机输气系数，双级压缩同上；
 w —— 低压循环桶内气体流速；
 ξ —— 截面积系数；
 n —— 低压循环桶气体进气口的个数。



低压循环桶体积

1) 上进下出式供液系统

$$V = \frac{1}{0.5} (\theta_q V_q + 0.6V_h)$$

式中 V —— 低压循环桶体积，单位为 m^3 ；

θ_q —— 冷却设备设计注氨量体积的百分比(%)；

V_q —— 冷却设备的体积，单位为 m^3 ；

V_h —— 回气管体积，单位为 m^3 。



2) 下进上出式供液系统

$$V = \frac{1}{0.7} (0.2V'_q + 0.6V_h + t_b q_v)$$

式中 V'_q —— 各冷间中冷却设备注氨量最大一间蒸发器的总体积，单位为 m^3 ；
 q_v —— 一台氨泵的流量，单位为 m^3/h ；
 t_b —— 氨泵由启动到液体自系统返回低压循环桶的时间；
 V_h —— 回气管体积，单位为 m^3 。



6、氨泵



氨泵的选型应从流量、扬程、吸入压头三方面考虑。



(1) 流量

$$q_v = n_x q_z v_z$$

式中

q_v —— 氨泵的体积流量，
单位为 m^3/h ；

n_x —— 再循环倍数；

q_z —— 氨泵所供同一蒸发温度的氨液蒸发量，
单位为 kg/h ；

v_z —— 蒸发温度下饱和氨液的比体积，单位
为 m^3/kg 。



(2) 扬程

氨泵的排出压力必须克服泵出口至蒸发器进液口的沿程及局部阻力损失、泵中心至最高蒸发器进液口的静压阻力损失、加速度阻力损失等。

蒸发器节流阀前应维持足够的压力，以克服蒸发器及回气管的阻力损失，并有一定裕量使多余氨液顺利流回低压循环桶。

蓝领星球
获取更多资料



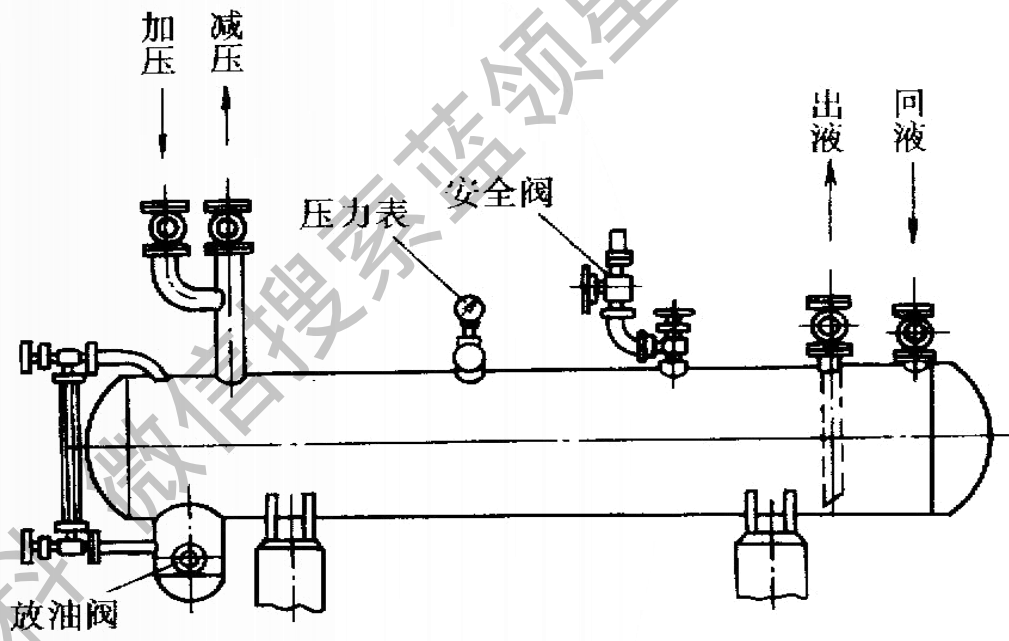
(3) 氨泵的吸入压头

各种型式的氨泵根据自身的结构有各自的气蚀余量。气蚀余量为泵不发生气蚀所必须的吸入压头，称为净正吸入压头(NPSH)。NPSH是泵性能中一个重要参数，数据由制造厂提供。



7、排液桶

暂时存放蒸发器冲霜和其他设备的排液。



根据体积选型，使其能容纳各冷间中排液量最多的一间蒸发器的排液量。



其体积计算:

$$V = V_1 \frac{\Phi}{\beta}$$

- 式中
- V —— 排液桶体积，单位为 m^3 ；
 - V_1 —— 冷却设备制冷剂容量最大一间的冷却设备的总体积，单位为 m^3 ；
 - Φ —— 冷却设备灌氨量的百分比；
 - β —— 排液桶液体充满度，一般取0.7。

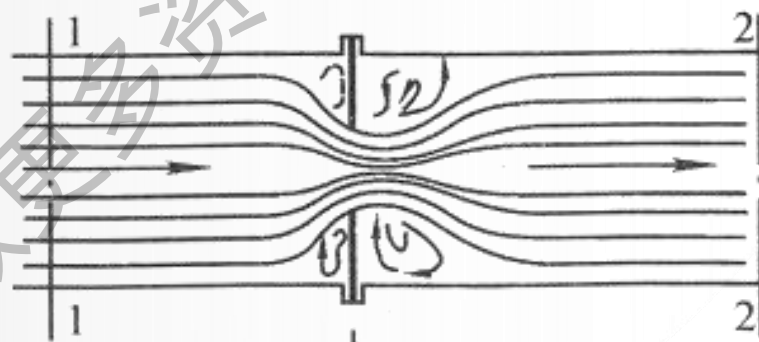


3.3.5 节流机构选型计算

节流装置位于冷凝器（或储液器）和蒸发器之间，从冷凝器来的高压制冷剂液体经节流阀后进入蒸发器中。

节流装置起节流降压，调制冷制冷剂流量的作用。

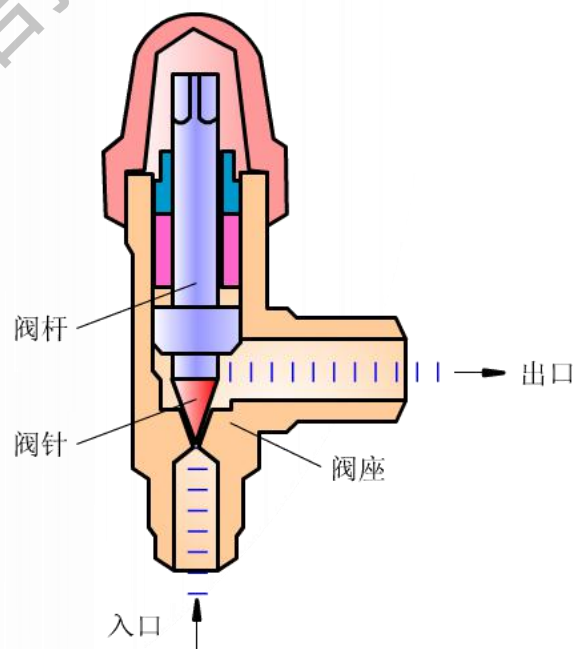
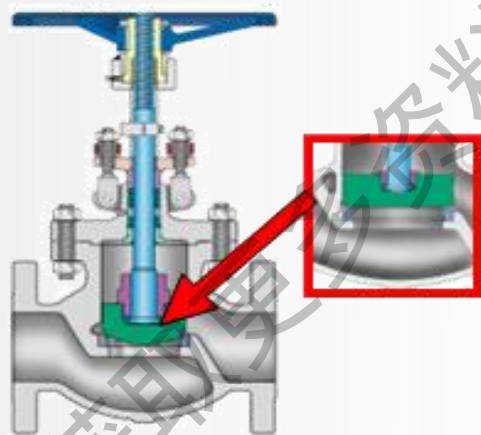
节流装置的选型主要以阀门的容量为依据，选型时考虑阀前后压力差及其他因素，以制冷能力选定其型号。





1. 手动节流阀

选型时根据阀前后压力差、阀门所处制冷回路的制冷量(稍大于实际制冷量,下同),确定阀门的口径,选择与之相对应的节流阀型号。



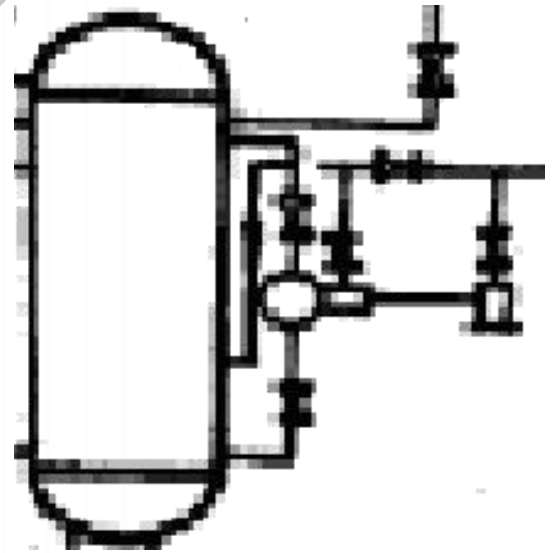
手动膨胀阀



2. 浮球阀

用于具有自由液面的蒸发器、中间冷却器和气液分离器
供液量的自动调节。

浮球阀一般根据制冷系统
制冷量的大小来选用。





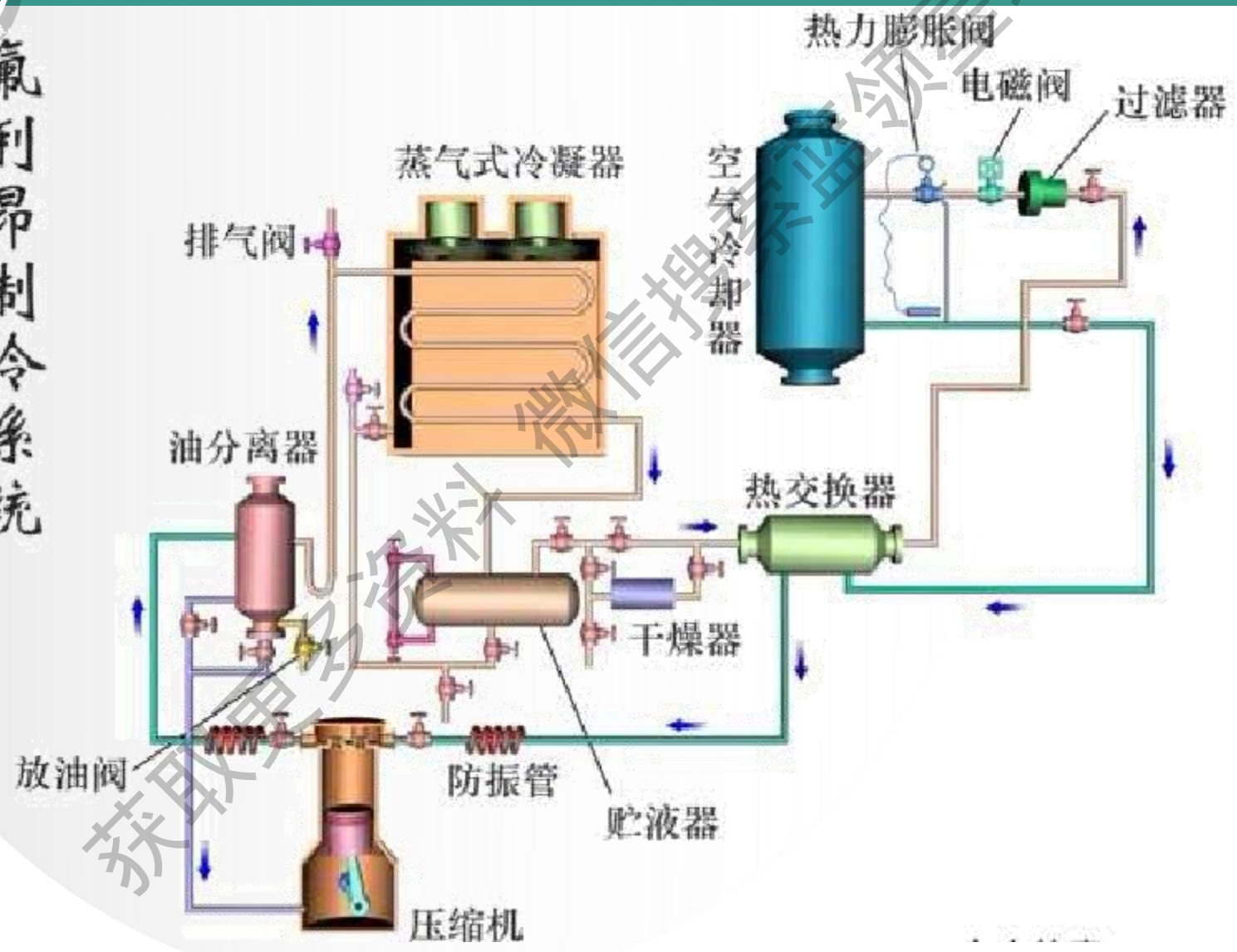
3. 热力膨胀阀

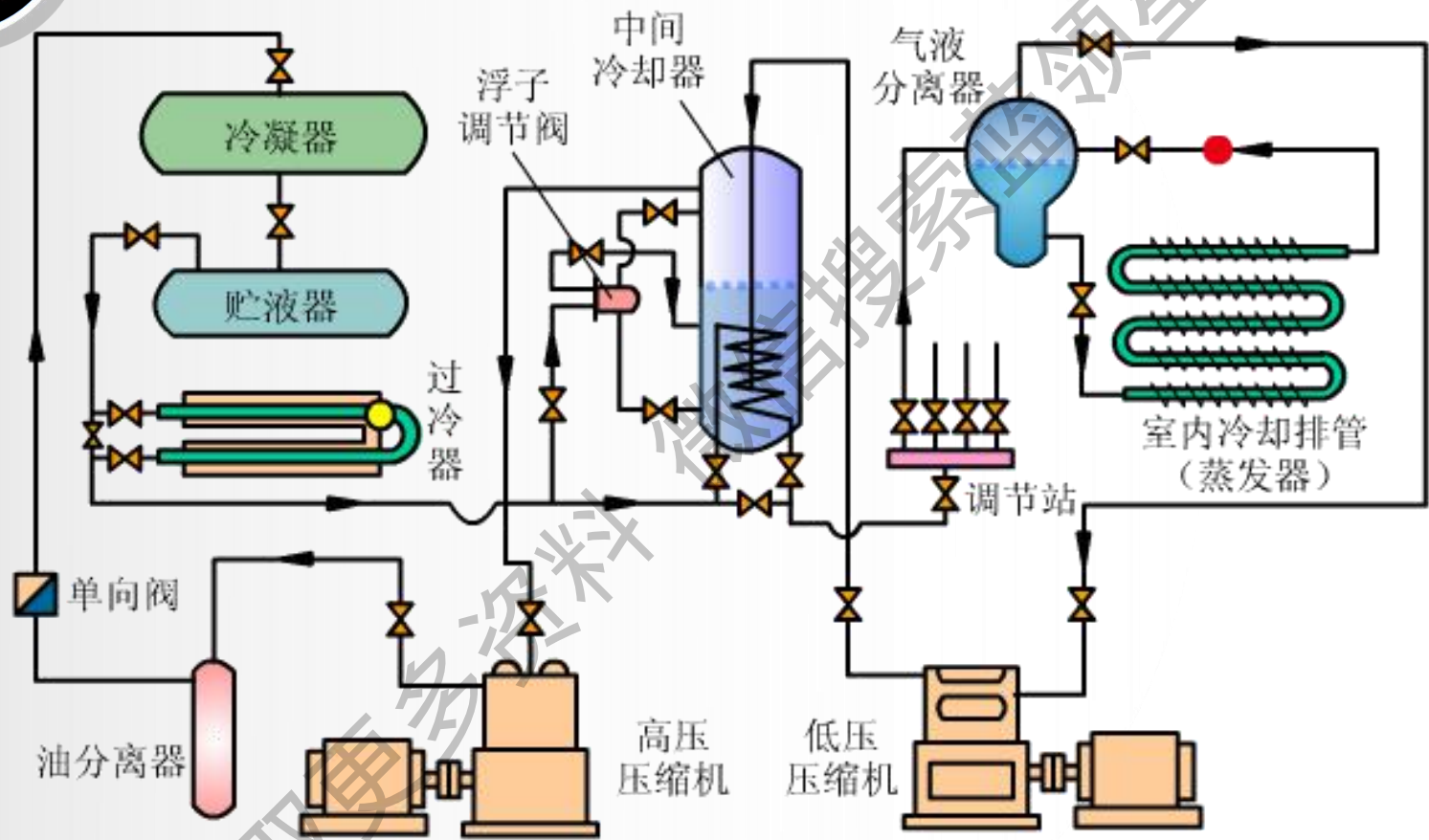
普遍用于氟利昂制冷系统中。它可以根据蒸发器出口处制冷剂蒸发过热度的大小自动调节阀门的开度，达到调节制冷剂供液量的目的，使制冷剂的流量与蒸发器的负荷相匹配。

热力膨胀阀适用于没有自由液面的蒸发器。选配主要是根据制冷量大小、制冷剂种类、节流前后的压力差、蒸发器管内制冷剂的流动阻力等因素，利用热力膨胀阀性能参数表来确定膨胀阀的型式和规格型号，应考虑20%~30%的余量。

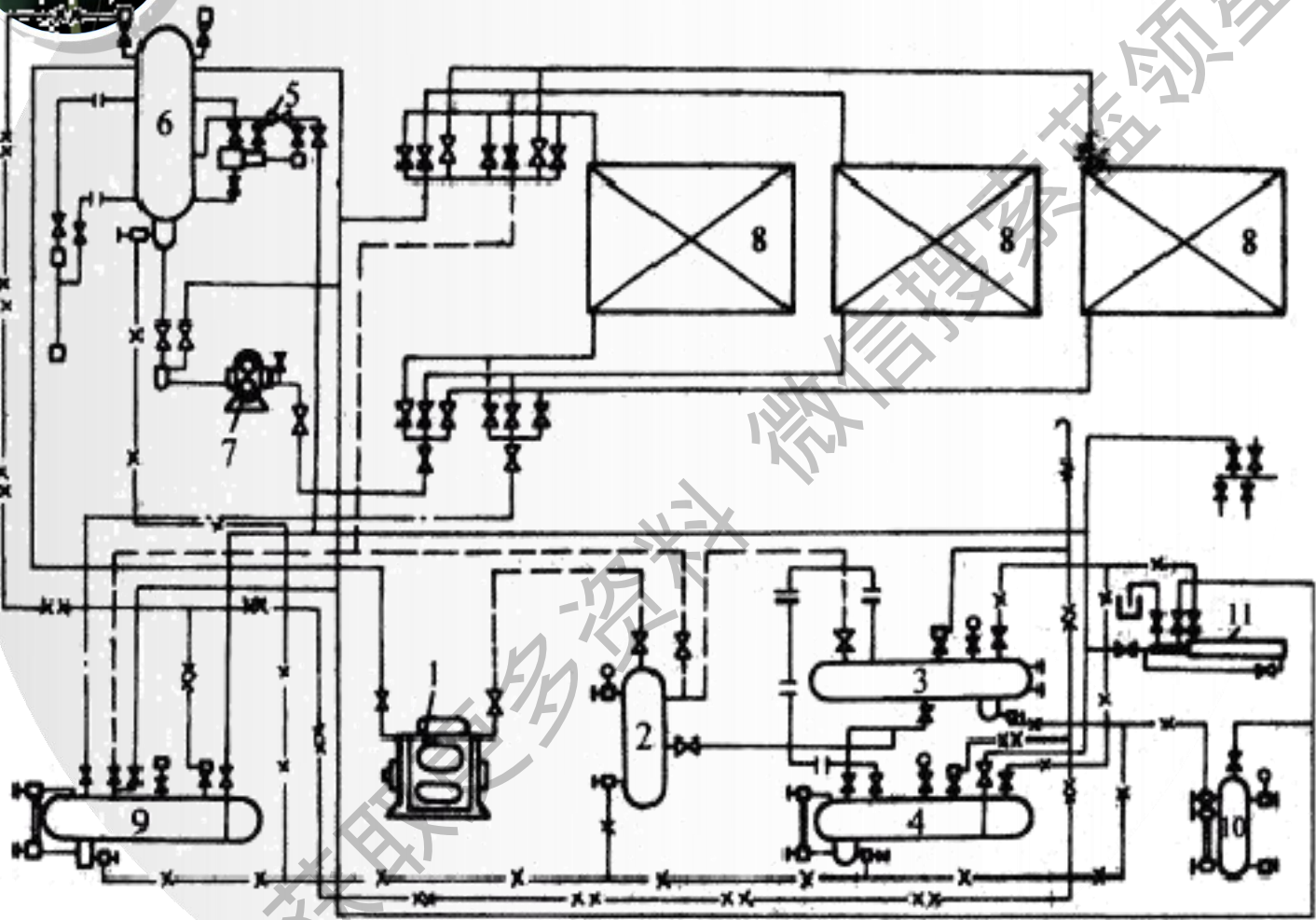


氟利昂制冷系统





两级压缩氨制冷机的实际系统图



- 1-压缩机
- 2-油分离器
- 3-冷凝器
- 4-高压贮液器
- 5-节流阀
- 6-气液分离器
- 7-氨泵
- 8-蒸发器
- 9-排液桶
- 10-集油器

单级压缩氨泵供液制冷系统



Thank You !



获取更多资料 微信搜公众号 领星球