

习题: 12

2.3 往复泵

一、 往复泵的结构与工作原理

主要构件：泵缸、活塞、活门

（与离心泵对照）

1、能量传递

离心泵是利用叶轮的旋转运动

往复泵是利用活塞的往复运动

2、气缚现象

离心泵开泵时必须灌泵（否则发生气缚现象）。

因为离心泵泵内的负压是由离心力造成，（空气）密度小，离心力也小，所造成的负压不足以吸入水。

往复泵开泵时不必灌泵，因为泵内的负压是由泵缸内活塞移动使空间扩大而形成，因而不会产生气缚现象。

3、操作

离心泵开泵时关掉出口阀，因为当 $q_v=0$ 时，

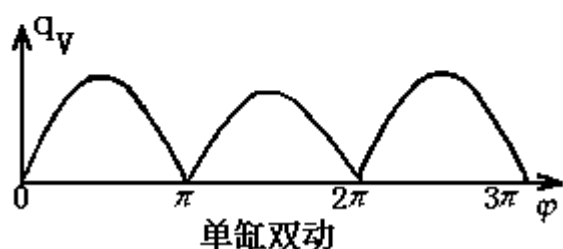
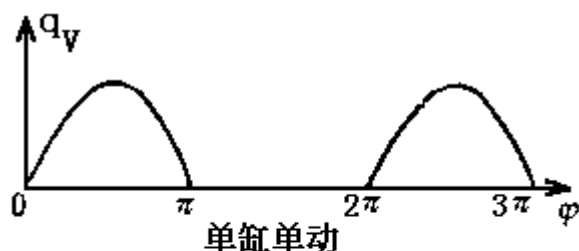
P_a 为最小。

往复泵开泵时不能关掉出口阀，因为当关闭出口阀时，吸入泵体的液体无出路，活塞愈压其压力愈大，甚至大到可能损坏泵体和烧毁马达。

因而往复泵出口一般不装阀门。

二、 往复泵特点

1、 流量不均匀性



措施:双动,多缸,加气室

2、 正位移特性

a、 单动泵理论流量

$$V_T = \frac{ZFSn}{60}$$

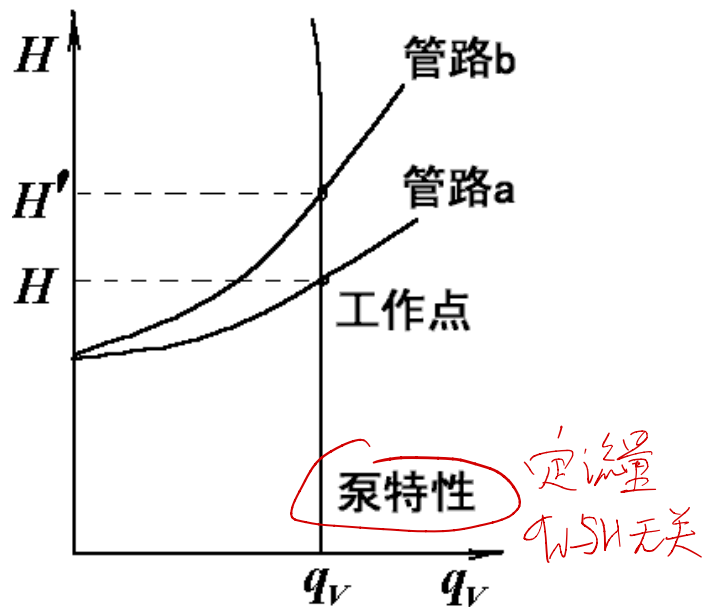
Z :泵缸数量, F :活塞截面积,

S : 行程, n : 往复频率(1 /min)

b、 流量与压头无关

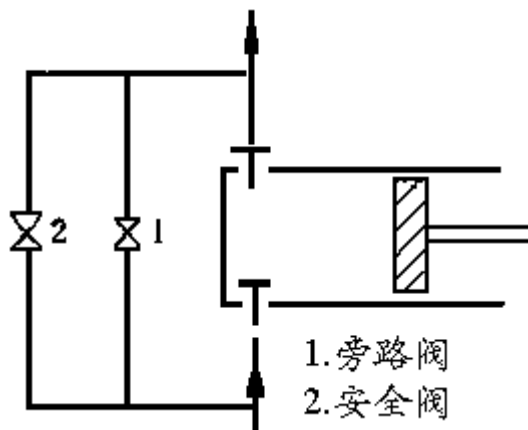
流量—泵特性曲线决定 \rightarrow 往复泵

压头—管路特性决定



3、流量调节

a. 旁路 \rightarrow 旁路阀



b. 冲程和转速 \rightarrow 调节活塞转速

同样存在安装高度问题

2.4 其他化工用泵

2.4.1 非正位移泵

轴流泵，旋涡泵

2.4.2 正位移泵

隔膜泵，计量泵，齿轮泵，螺杆泵

2.4.3 各类化工用泵比较

* p83 表 2-1 各类化工用泵的比较

2.5 气体输送机械

气体输送机械特点:

(1) 流量: $\because \rho_{\text{液}} \approx 1000 \rho_{\text{气}}$

\therefore 当 质量流量相同 时, $q_{v\text{气}} \approx 1000 q_{v\text{液}}$

(2) 经济流速: 水 1~3m/s, 空气 8~15m/s

$\therefore u_{\text{气}} \approx 10 u_{\text{液}}$ 动能项大

(3) 管径: 当质量流量相同时

$$q_{m\text{气}} = q_{m\text{液}}$$

$$(\rho u \cdot \frac{1}{4} \pi d^2)_{\text{气}} = (\rho u \cdot \frac{1}{4} \pi d^2)_{\text{液}}$$

$\therefore d_{\text{气}} \approx 10 d_{\text{液}}$

(4) 阻力损失

$$H_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{u^2}{2g} \quad \therefore H_{f\text{气}} \approx 10 H_{f\text{液}}$$

☆ 特点: 大流量, 高压头

分类:

按结构分:

离心式, 往复式, 旋转式, 流体作用式

☆ 一般按进出口压强分: (填空题) $p_a = 0.1 \text{ MPa}$

通风机: 出口压强(表)不大于 15kPa, 压缩比 1~1.15;

鼓风机: 出口压强(表) 15kPa~0.3MPa, 压缩比小于 4;

压缩机: 出口压强(表)为 0.3MPa 以上, 压缩比大于 4;

△ 进口常压, 出口加压

*进口负压, 出口常压 (进口接封闭环境)

真空泵: 生成负压, 进口小于 0.1MPa, 出口 0.1MPa。

2.5.1 通风机

一、常用类型

轴流式通风机

离心式通风机

二、离心式通风机

基本原理与离心泵完全相同, 不同之处:

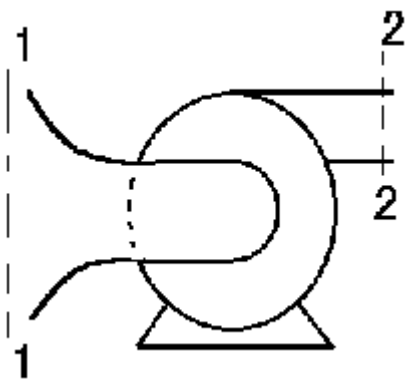
① 叶轮直径大;

② 风压 $p_T \propto \rho$ p_T : N/m²;

1mm 水柱 \approx 1m 空气柱

☆ ③ 动能占总机械能中所占比例明显

$$p_T = \rho g H = (z_2 - z_1) \rho g + (p_2 - p_1) + \frac{\rho(u_2^2 - u_1^2)}{2}$$



$(z_2 - z_1) \rho g$ 可以忽略, 当空气直接由大气进入通风机时 u_1 也可以忽略。

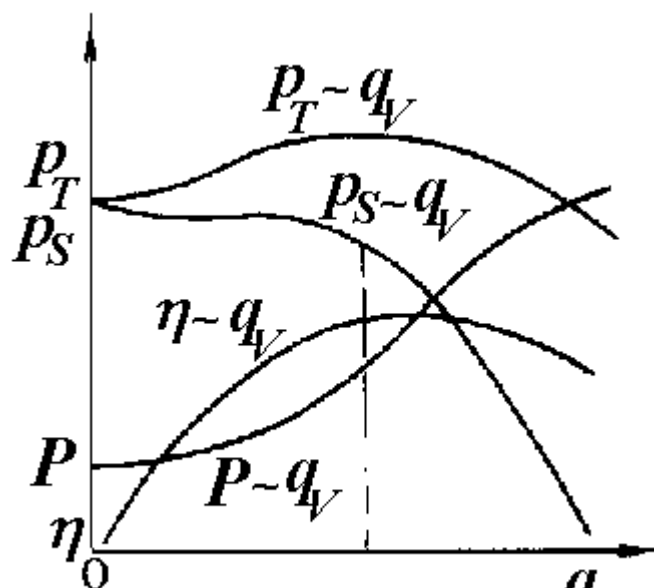
$$p_T = (p_2 - p_1) + \frac{\rho}{2} u_2^2$$

$$p_T = p_s + p_K$$

全压 静压头 动压头

三、特性曲线

参数：风量 q_v ，风压 p_T, p_s ，功率 p ，效率 η



四、单位换算

出厂特性曲线 \rightarrow $20^\circ\text{C}, 101.3\text{kPa}$
 $\rho = 1.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

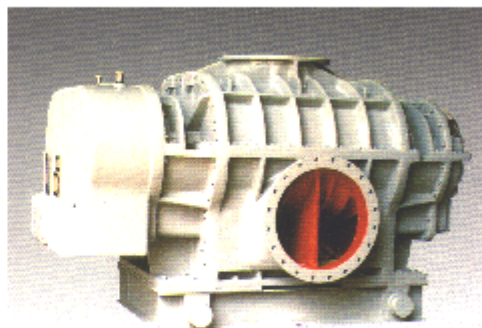
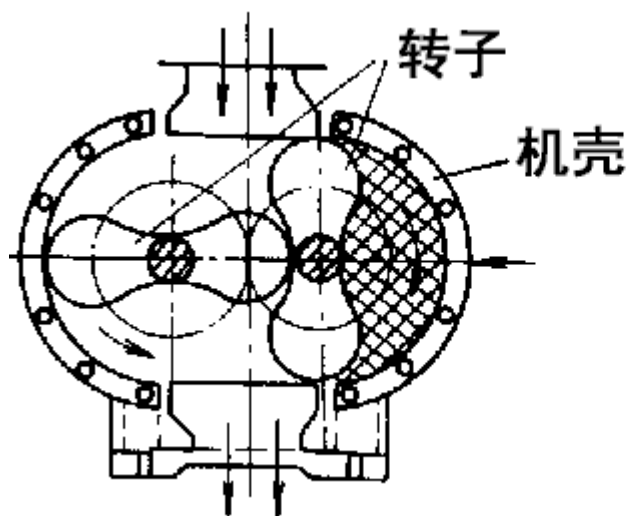
$$p'_T = p_T \left(\frac{\rho'}{\rho} \right) = p_T \left(\frac{1.2}{\rho} \right)$$

$\left(\frac{p_T}{\rho} = c \text{ 换算} \right)$

出厂样本在 20°C ， 101.3kPa 空气下测得。选择通风机时，其 p_T 标准化。查图 p288

2.5.2 鼓风机

一、罗茨风机



注意：①正位移特性

②温度过高会使转子卡住

三、离心鼓风机

工作原理与离心通风机相同

2.5.3 压缩机

一、往复式压缩机

1、理论循环

(1) 吸气

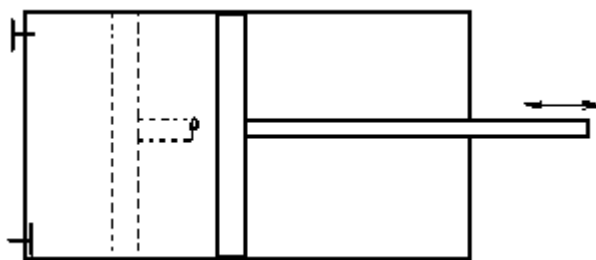
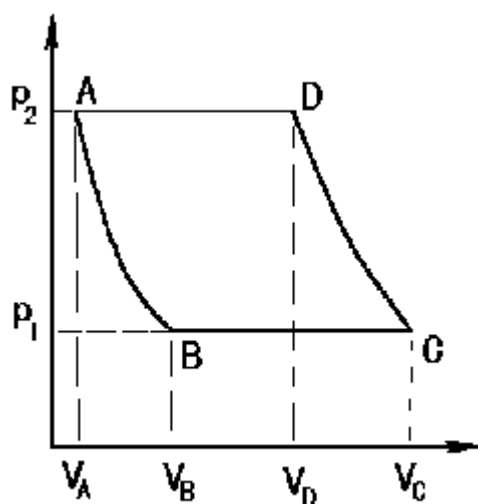
(2) 压缩（等温，多变，绝热）

(3) 排气

理论循环指无阻力，无余隙等。

等温过程最省功，绝热过程功耗最大。

2、实际压缩



有余隙存在，因此多了一个膨胀过程，使吸入量减少。实际压缩功是 ABCD 所围面积。
A→B 膨胀, **B→C** 吸入, **C→D** 压缩, **D→A** 压出

二、离心式压缩机

工作原理与离心式鼓风机完全相同。

主要指标：①生产能力 q_v (以吸入状态计) ②排出压强 p_2

2.5.4 真空泵

目的：获得和维持负压

主要性能参数：

- 1、**极限真空**：能达到的稳定的最低压强，用绝对压强表示。
- 2、**抽气速率**：以吸入口状态为基准 (m^3/h)

真空泵抽什么？

- ①漏入系统的空气；
- ②系统内产生的不凝性气体
- ③部分物料（占有一定的分压）

选真空泵时注意：

- 1、抽气速率要大于漏气速率
- 2、被带走的物料量是多少？

→ 负压下吸气，在大气压下排气，
不可装反，否则功率过大会烧电机



流体输送机械的安全问题:

现象: 烧保险丝, 烧电机, 毁坏输送机械
认识三点:

- ① $P \sim q_v$ 曲线的趋势
- ② 正位移特性;
- ③ 密度 ρ 的大小 (以入口状态为基准)

实例:

- ① 某研究生用罗茨风机做小风量实验时, 保险丝老是烧, 换铜丝后, 电机烧了;
- ② 用旋涡泵输水, 启动前关闭出口阀, 结果启动时总是烧保险丝;
- ③ 用真空泵时, 将真空泵入口接了大气, 开了一会儿电机烧了。