



# 第一篇 船用泵和空气压缩机

泵的性能参数

# 泵的性能参数

泵的性能参数表明泵的性能和完善程度，以便选用和比较，是使用、维护管理的依据。

► **流量** 指泵在单位时间内所排送的液体量。

体积流量：

用体积来度量所送液体量：**Q**

单位：**m<sup>3</sup>/s**，或**m<sup>3</sup>/h**、**L/min**

质量流量：

用质量来度量所送液体量：**G**

单位：**kg/s**，或**t/h**、**kg/min**

# 泵的性能参数

泵的性能参数表明泵的性能和完善程度，以便选用和比较，是使用、维护管理的依据。

► **流量** 指泵在单位时间内所排送的液体量。

**例**

如用 $\rho$ 表示液体的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，则：

$$G = \rho Q \text{ kg/S}$$

泵铭牌上标示的流量是指泵的额定流量，即**泵在额定工况时的流量**，而泵实际工作时的流量则与泵的工作条件有关，不一定等于额定流量。

# 泵的性能参数

泵的性能参数表明泵的性能和完善程度，以便选用和比较，是使用、维护管理的依据。

## ► 扬程（压头） $H$

指单位重量液体通过泵后所增加的机械能。即泵传给单位重量液体的能量。

常用 $H$ 表示，单位是 $\text{Nm} / \text{N} = \text{m}$ 。单位重量液体的总能量又称水头。

泵铭牌上标注的扬程是额定扬程，即泵在设计工况时的扬程。

# 泵的性能参数

泵的性能参数表明泵的性能和完善程度，以便选用和比较，是使用、维护管理的依据。

## ► 扬程（压头） $H$

泵实际工作时的扬程不一定等于额定扬程，它取决于泵所工作的管路的具体条件。

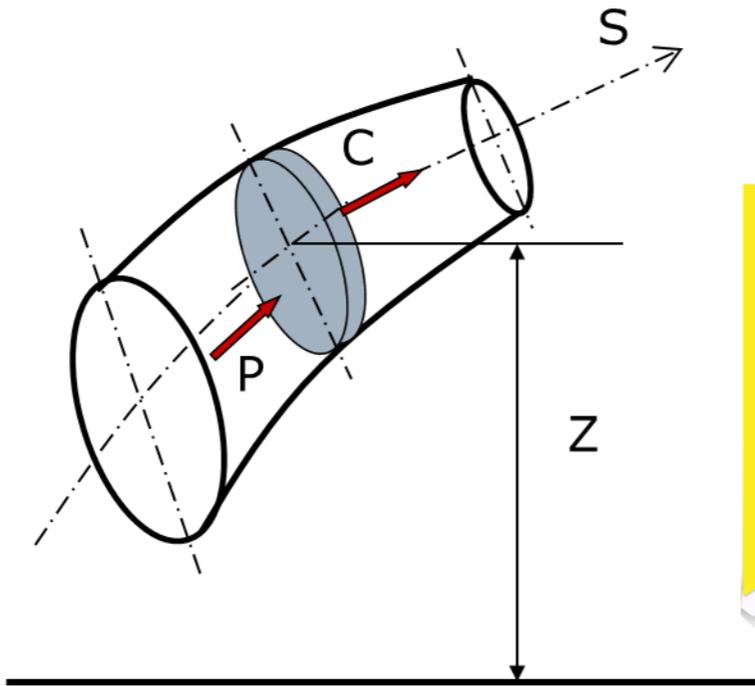
泵的工作扬程可用泵出口和吸口的水头之差来求出，亦即由液体在泵进出口处的压力头之差、位置头之差和速度头之差相加而得到。



# 泵的性能参数

## 液体能的形式

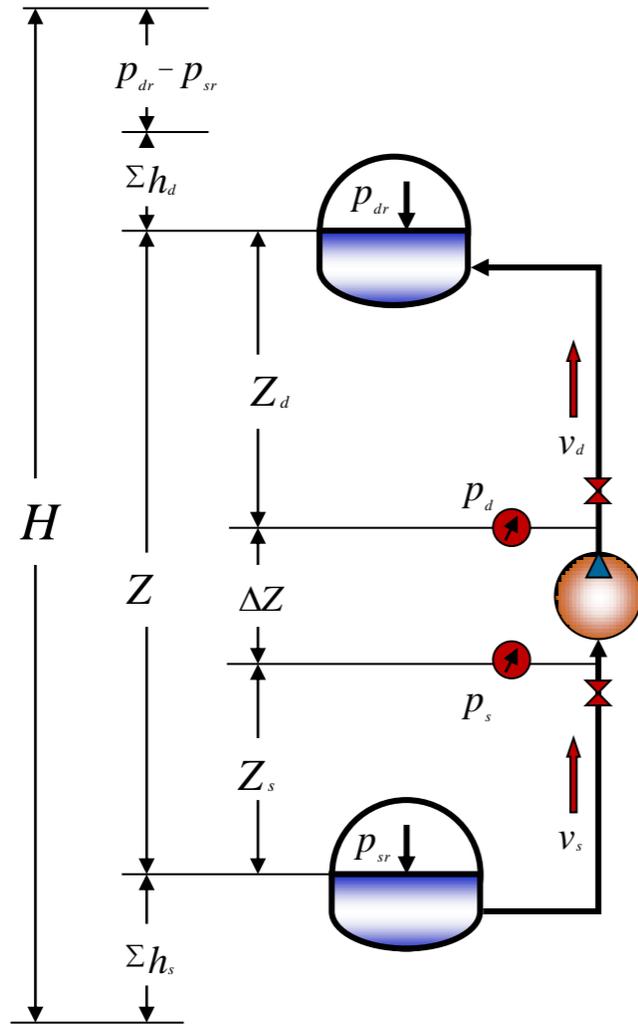
- ▶ 单位重量液体的能量E



$$E = \frac{P}{\rho g} + Z + \frac{v^2}{2g}$$

= 压力能 + 位能 + 速度能

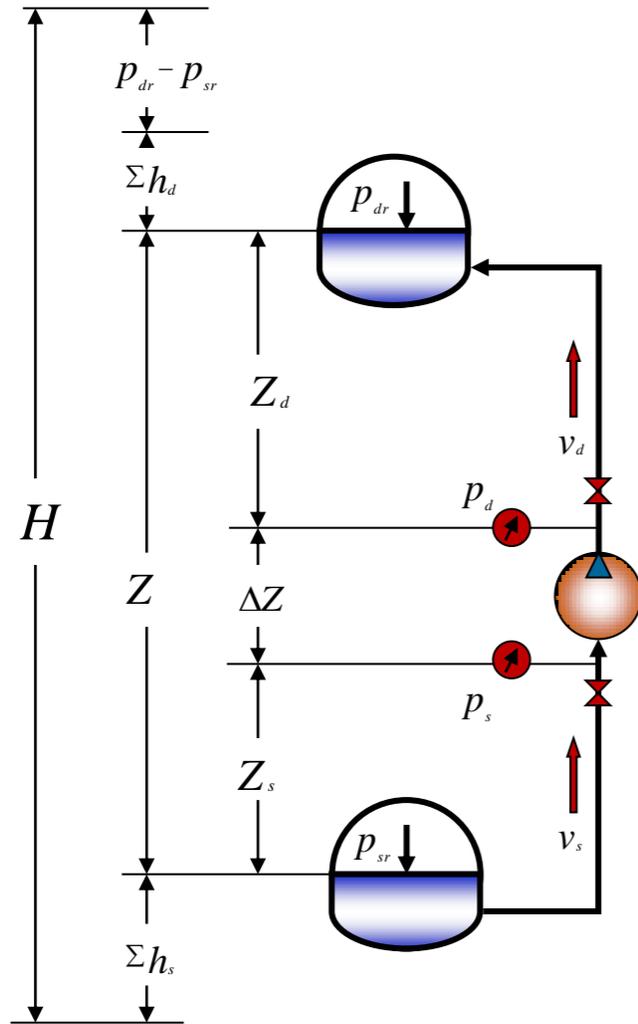
# 泵的性能参数



泵的工作压头（方法1）

$$H = \frac{p_d - p_s}{\rho g} + \Delta Z + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g}$$
$$H \approx \frac{p_d - p_s}{\rho g}$$

# 泵的性能参数



泵的工作压头（方法2）

$$H = \frac{p_{dr} - p_{sr}}{\rho g} + Z + \Sigma h$$

静压头

管阻损失  
失压头

# 泵的性能参数

## ► 转速

指泵轴每分钟的回转数，用 $n$ 表示，单位是 $r/min$ 。

泵铭牌上的转速为额定转速。

泵转速与原动机的转速  
并非相同。



# 泵的性能参数

## ► 功率

有效功率 $P_e$ （输出功率）：单位时间泵实际排出的液体所增加的能量。

轴功率 $P$ （输入功率）：原动机传给泵的功率；

水力功率 $P_h$ ：按理论流量和理论压头计算的功率。

$$P_e = G \times H = \rho g Q \times H$$

$P_e$ ：有效功率 瓦 J/s=Nm/s

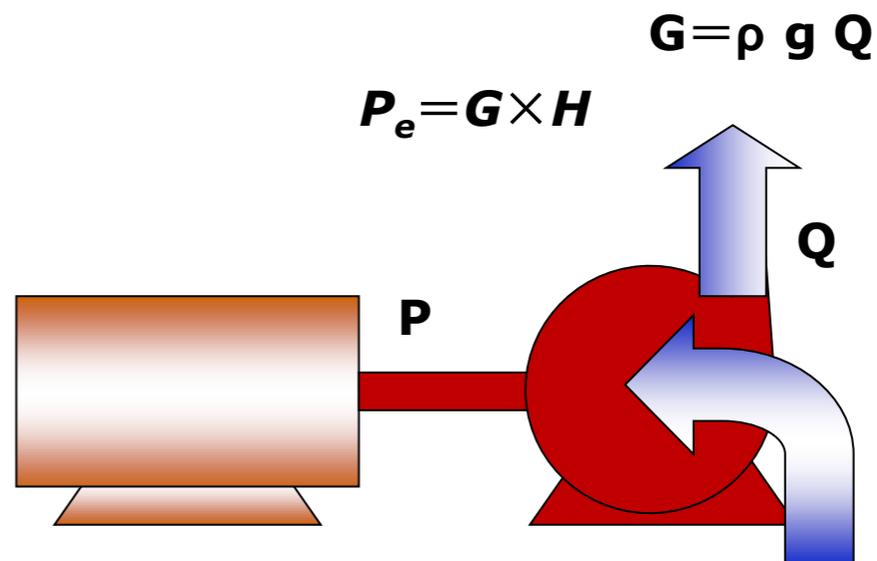
$G$ ：重量流量N/s

$H$ ：压头m

$\rho$ ：密度 N/m<sup>3</sup>

$Q$ ：体积流量m<sup>3</sup>/s

$g$ ：重力加速度m/s<sup>2</sup>



# 泵的性能参数

## 效率

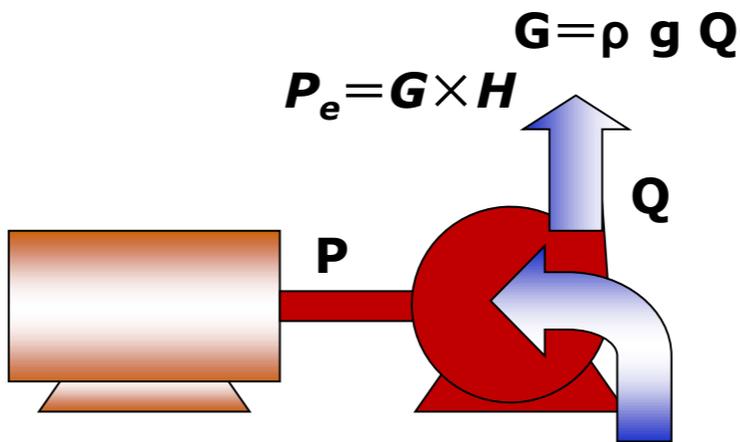
泵效率 $\eta$ : 输出功率与输入功率之比。  $\eta = \frac{P_e}{P}$

容积效率 $\eta_v$ : 实际流量与理论流量之比。  $\eta_v = \frac{Q}{Q_t}$

水力效率 $\eta_h$ : 实际压头与理论压头之比。  $\eta_h = \frac{H}{H_t}$

机械效率 $\eta_m$ : 水力功率与输入功率之比。  $\eta_m = \frac{P_h}{P}$

$$\eta = \frac{P_e}{P} = \frac{\rho g Q H}{\rho g Q_t H_t} \cdot \frac{\rho g Q_t H_t}{P} = \eta_v \eta_h \eta_m$$

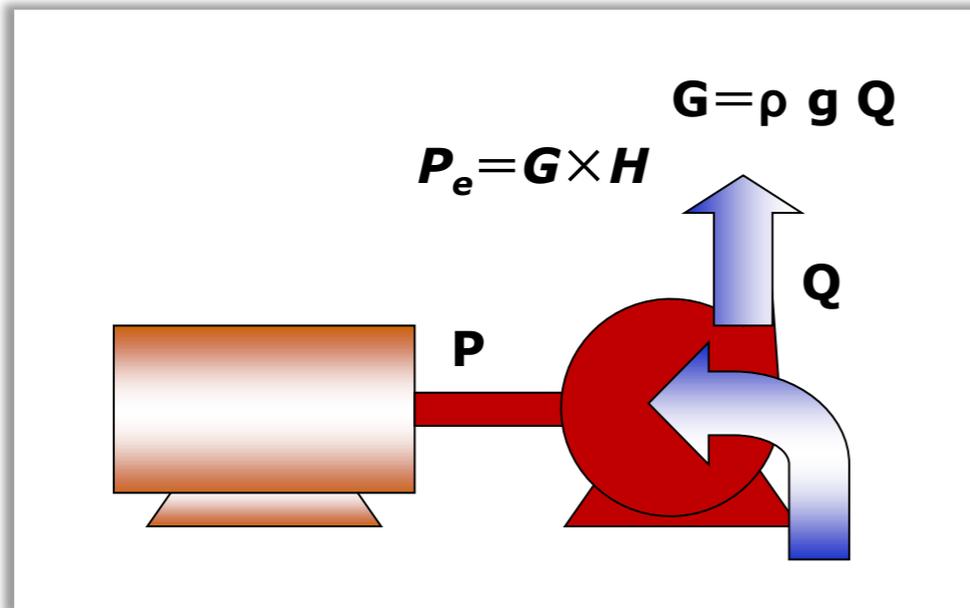


# 泵的性能参数

配套功率  $P_m$

所配原动机的额定功率。（考虑泵超负荷）

$$P_m = K_m P$$



$$P = 0.5 \sim 5 \text{ kW} \quad K_m \geq 1.42 \sim 1.25$$

$$P = 5 \sim 10 \text{ kW} \quad K_m \geq 1.25 \sim 1.2$$

$$P > 10 \text{ kW} \quad K_m \geq 1.2 \sim 1.1$$

# 泵的性能参数

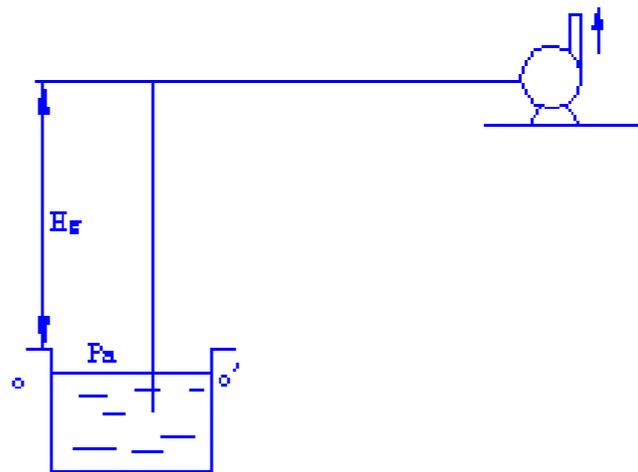
## ▶ 允许吸上真空度 $H_s$

保证泵在净正吸入高度情况下，正常吸入而不发生气蚀的最大允许吸上真空度，是泵吸入性能好坏的重要标志。

净正吸入：吸入液面低于泵的吸入口

流柱吸入：吸入液面高于泵的吸入口

水温 (°C)	0	5	10	20
汽化压力 (mH <sub>2</sub> O)	0.06	0.09	0.12	0.24
水温 (°C)	30	40	50	100
汽化压力 (mH <sub>2</sub> O)	0.43	0.72	1.26	10.33



# 泵的性能参数

## ▶ 允许吸上真空度 $H_s$

气穴：液体中出现的气泡和汽泡。

气蚀：叶轮入口附近的压强 $\leq$ 输送温度下液体的饱和蒸气压

产生气泡和汽泡（低压区）



气泡和汽泡破裂（高压区）



出现水力冲击现象



产生局部真空

# 泵的性能参数

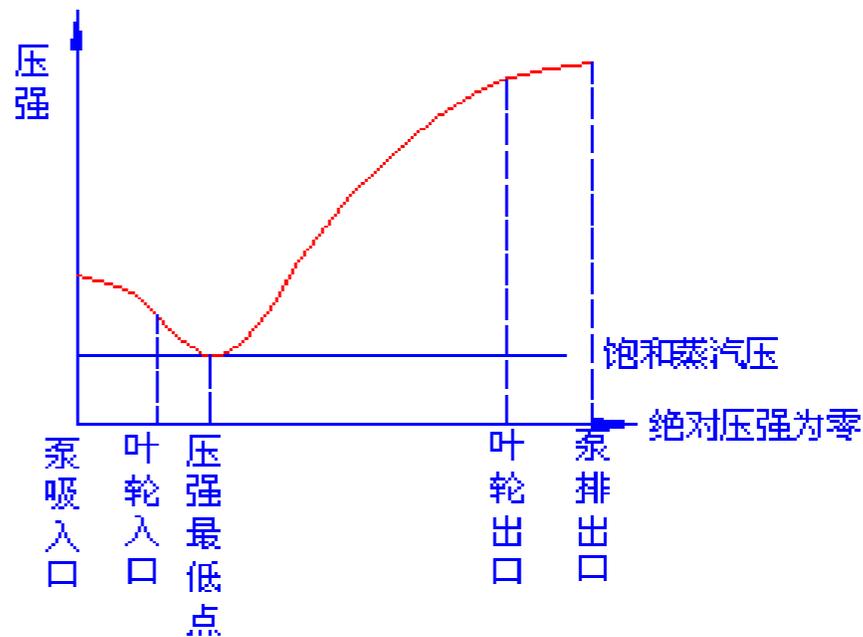
## ▶ 允许吸上真空度 $H_s$

**气穴：**液体中出现的气泡和汽泡。

**气蚀：**叶轮入口附近的压强 $\leq$ 输送温度下液体的饱和蒸气压

### 气蚀的危害

气蚀发生时产生噪音和震动，叶轮局部在巨大冲击的反复作用下，表面出现斑痕及裂纹，甚至呈海绵状逐渐脱落，液体流量明显下降，同时压头、效率也大幅度降低，严重时排不出液体。



# 泵的性能参数

## ▶ 允许吸上真空度 $H_s$

### 吸入真空度标定值 $H_s$

国标规定：厂家在标准大气压（760mmHg）下以常温（20℃）清水在额定工况下进行试验，试验时逐渐增加泵的吸入真空度。

容积式泵以流量比正常工作时下降3%时的吸入真空度为  $H_s$ ；

叶轮式泵以压头或效率下降到规定值为临界状态，再留一定的余量（气蚀余量  $\Delta h$ ）时的吸入真空度为  $H_s$ 。

$$\text{允许吸上真空高度}[H_s] = \text{吸入真空度标定值} H_s / \rho g$$

# 泵的性能参数

- ▶ 允许吸上真空度  $H_s$

最大允许吸高  $[Z_s]$

贮槽液面0-0'与入口处1-1'两截面间的柏努利方程:

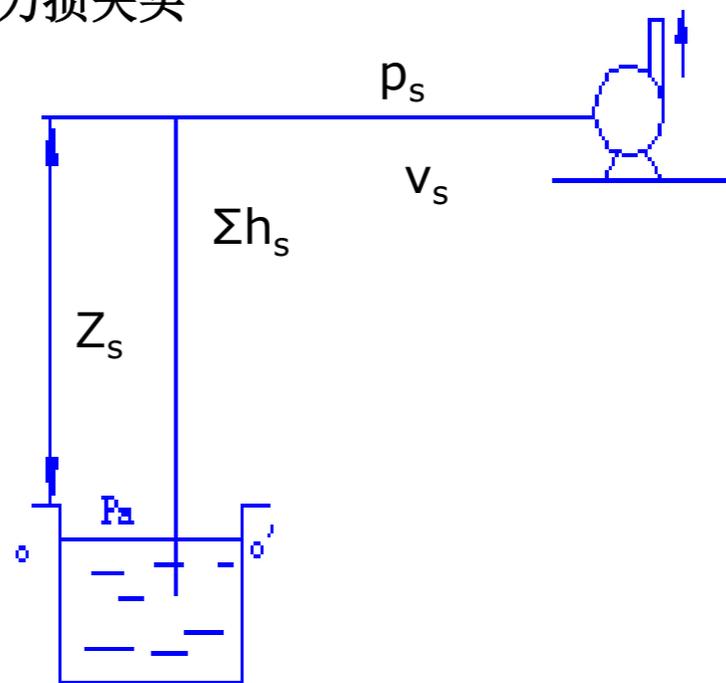
= 允许吸上真空高度 - 吸入速度头 - 管路阻力损失头

$$\frac{P_a}{\rho g} = Z_s + \frac{P_s}{\rho g} + \frac{v_s^2}{2g} + \sum h_s$$

$$Z_s = \frac{P_a - P_s}{\rho g} - \frac{v_s^2}{2g} - \sum h_s$$

$$[Z_s] = \frac{[P_a - P_s]}{\rho g} - \frac{v_s^2}{2g} - \sum h_s$$

$$[Z_s] = [H_s] - \frac{v_s^2}{2g} - \sum h_s$$



谢谢

