

第一章 流体流动小结

基本内容:

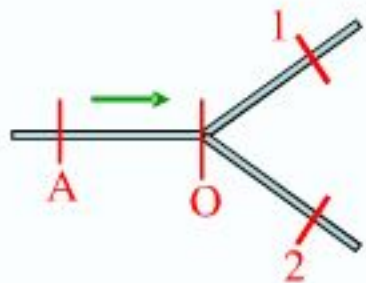
1. 静力学基本方程
2. 质量守恒—连续性方程
3. 机械能守恒—柏努利方程
4. 阻力损失 h_f
5. 复杂管路计算
6. 流量测量

管路计算
(按管路布置)

简单管路

- 特征 $\left\{ \begin{array}{l} q_{v1} = q_{v2} = \dots \\ \sum h_f = \sum h_{f1} + \sum h_{f2} + \dots \end{array} \right.$
- 计算 $\left\{ \begin{array}{l} \text{设计型计算—参数优化 (如给出压降, 则无此问题)} \\ \text{操作型计算—试算 (如已知为层流, 光滑管, 或在阻力平方区, 则无此问题)} \end{array} \right.$

复杂管路



$$\left\{ \begin{array}{l} q_v = q_{v1} + q_{v2} \\ h_f = h_{f1} + h_{f2} \end{array} \right.$$

为



$$\left\{ \begin{array}{l} q_v = q_{v1} + q_{v2} + q_{v3} \\ \sum h_{f1} = \sum h_{f2} = \sum h_{f3} \end{array} \right.$$

$$q_{v1} \quad q_{v2} \quad q_{v3} = \sqrt{\frac{d_1^5}{\lambda_1 l_1}} \quad \sqrt{\frac{d_2^5}{\lambda_2 l_2}} \quad \sqrt{\frac{d_3^5}{\lambda_3 l_3}}$$

流量测量

(按工作原理)

变压差

$$q_v = A_0 u_0 = C_0 A_0 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}}$$

$$= C_0 A_0 \sqrt{\frac{2gR(\rho' - \rho)}{\rho}}$$

变

p

u

h_f

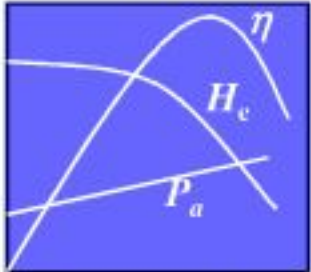


第二章 流体输送机械小结

离心泵

特性

- 理论特性 假设 $H_T = u_2^2 / g - (u_2 / A_2 g) \text{ctg} \beta_2 q_v$
- 实际特性 实测
 - $q_v - H_e$
 - $q_v - P_a$
 - $q_v - \eta$



影响因素

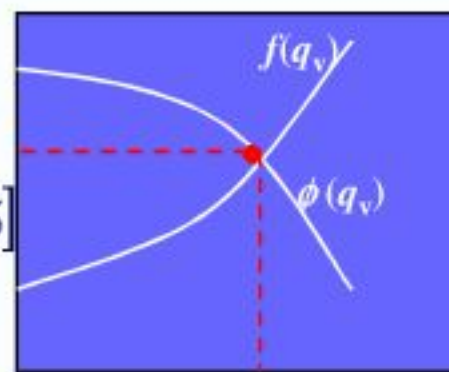
- 物性 μ
- ρ — q_v, H_e 与 ρ 无关 $P_a \propto \rho, \Delta p \propto \rho$ 灌泵
- 泵 n — 比例定律

运行

- 工作点 $\begin{cases} H = f(q_v) \\ H = \phi(q_v) \end{cases}$
- 流量调节-变工作点 $\begin{cases} \text{变 } f(q_v) \text{ — 调节出口阀门} \\ \text{变 } \phi(q_v) \text{ — } n \end{cases}$

最大允许安装高度

$$[H_g] = \frac{P_0}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - \sum H_{f(0-1)} - [(NPSH)_r + 0.5]$$



气体输送机械

特点：气体 ρ 小， q_v 大， u 大。

离心风机：

性能参数和特性曲线： q_v ， p_T ， p_s ， η ， P_a

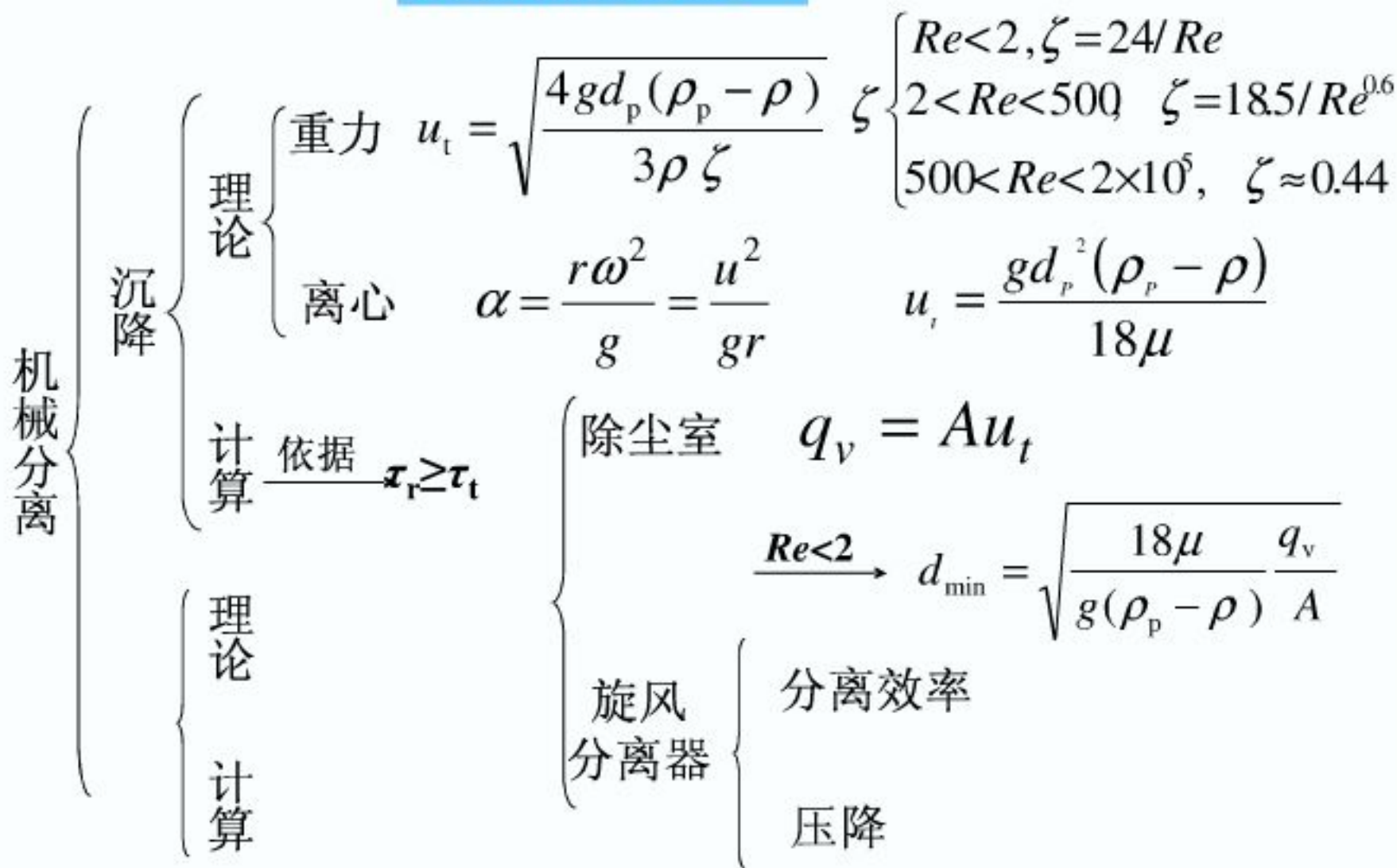
q_v ：风机进口状态下的值。

$$P_T = P_s + P_k$$

全风压 静风压 动风压

★ 试验条件：0.1MPa，20℃空气 ($\rho=1.2\text{kg} / \text{m}^3$)

过滤和沉降小结



过

理论

床层
压降

$$\frac{\Delta \mathcal{P}}{L} = K' \frac{a^2 (1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \mu u$$

过滤
方程

$$\frac{dq}{d\tau} = \frac{K}{2(q + q_c)}$$

恒压

$$(q + q_c)^2 = K(\tau + \tau_c)$$

$$V^2 + 2VV_c = KA^2\tau$$

恒速

$$q^2 + qq_c = \frac{K}{2}\tau$$

$$V^2 + VV_c = \frac{K}{2}A^2\tau$$

洗涤

$$\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_W = \left(\frac{dV}{d\tau}\right)_E$$

$$\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_W = \frac{1}{4}\left(\frac{dV}{d\tau}\right)_E$$

常数

$$K = 2 \frac{\Delta P}{r\phi\mu}$$

$$r = r_o \Delta P^s$$

$$\tau_w = \frac{V_w}{(dV/d\tau)_w}$$

设计

板框

$$Q = \frac{3600V}{\tau + \tau_w + \tau_D}$$

最佳过滤周期 $\tau + \tau_w = \tau_D$

操作

转筒

忽略介质阻力

$$Q = \sqrt{KA^2\phi n}$$

传热小结

■ 导热 $Q = -\lambda A \frac{dt}{dn}$ —— $Q = \frac{\text{推动力}}{\text{阻力}} = \frac{\sum \Delta t}{\sum \frac{b}{\lambda A_m}}$

Fourier定律

——局部量

对圆筒壁： $A_m = \frac{A_2 - A_1}{\ln(A_2 / A_1)}$

$$A_2 / A_1 < 2, A_m = \frac{A_2 + A_1}{2}$$

■ 对流 $q = \frac{dQ}{dA} = \alpha \Delta t = \alpha (t_w - t) = \alpha' (T - T_w)$

Newton定律—— α 、 $t_w - t$ 为局部量

■ 传热速率 $q = \frac{dQ}{dA} = K \Delta t = K (T - t)$

传热基本方程—— K 、 $T-t$ 为局部量

■ 工程处理——平均化

$$Q = KA \Delta t_m \left\{ \begin{array}{l} Q = Q' = q_{m1} c_{p1} \Delta t_1 = q_{m2} c_{p2} \Delta t_2, (=q_{m2} r) \\ \Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln(\Delta t_1 / \Delta t_2)} \\ \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} \frac{d_2}{d_1} + R_1 + \frac{b}{\lambda} \frac{d_2}{d_m} + R_2 + \frac{1}{\alpha_2} \\ \alpha = 0.023 \frac{\lambda}{d} \left(\frac{\rho u d}{\mu} \right)^{0.8} \left(\frac{c_p \mu}{\lambda} \right)^b \text{ (圆直管强制湍流)} \end{array} \right.$$