

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

基本关系式

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{p}{\rho} + gZ = \text{const} \\ \rho_1 \bar{u}_1 A_1 = \rho_2 \bar{u}_2 A_2 = q_m \quad u_1 d_1^2 = u_2 d_2^2 \\ gz_1 + \frac{p_1}{\rho} + \frac{u_1^2}{2} + h_e = gz_2 + \frac{p_2}{\rho} + \frac{u_2^2}{2} + h_f \\ \sum h_f = \left(\lambda \frac{l+l_e}{d} + \sum \zeta \right) \frac{u^2}{2} \\ \lambda = f\left(R_e, \frac{\varepsilon}{d}\right) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{层流} \quad \lambda = \frac{64}{R_e} \quad h_f = \frac{32\mu l u}{d^2 \rho} \\ \text{湍流} \quad \text{查图} \end{array} \right. \\ R_e = \frac{du\rho}{\mu} \end{array} \right.$$

应用注意事项

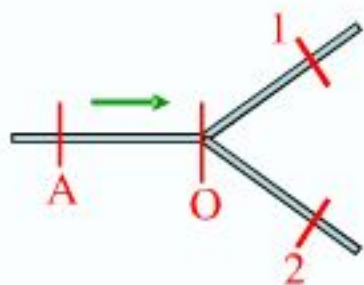
- (1) 画草图
- (2) 选截面
- (3) 定基准
- (4) 单位一致,
压强基准
一致
- (5) 列式求解

管路计算

简单管路

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

复杂管路



$$\begin{cases} q_v = q_{v1} + q_{v2} \\ h_f = h_{f1} + h_{f2} \end{cases}$$

为



$$q_v = q_{v1} + q_{v2} + q_{v3}$$

$$\sum h_{f1} = \sum h_{f2} = \sum h_{f3}$$

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

流量测量

按工作原理

变压差

变

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

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

p

u

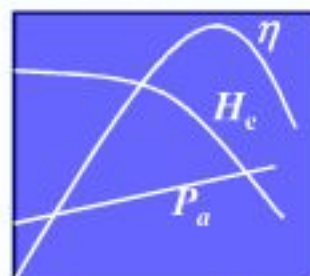
h_f

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 $\begin{cases} q_v - H_e \\ q_v - P_a \\ q_v - \eta \end{cases}$
- 影响因素 {
 - 物性 $\begin{cases} \mu \\ \rho \end{cases}$ $-q_v, H_e$ 与 ρ 无关 $P_a \propto \rho, \Delta p \propto \rho$ 灌泵
 - 泵 n — 比例定律

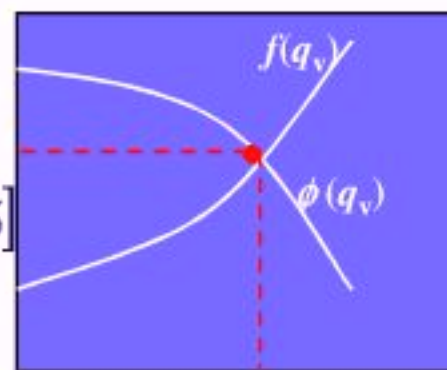


运行 {

- 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

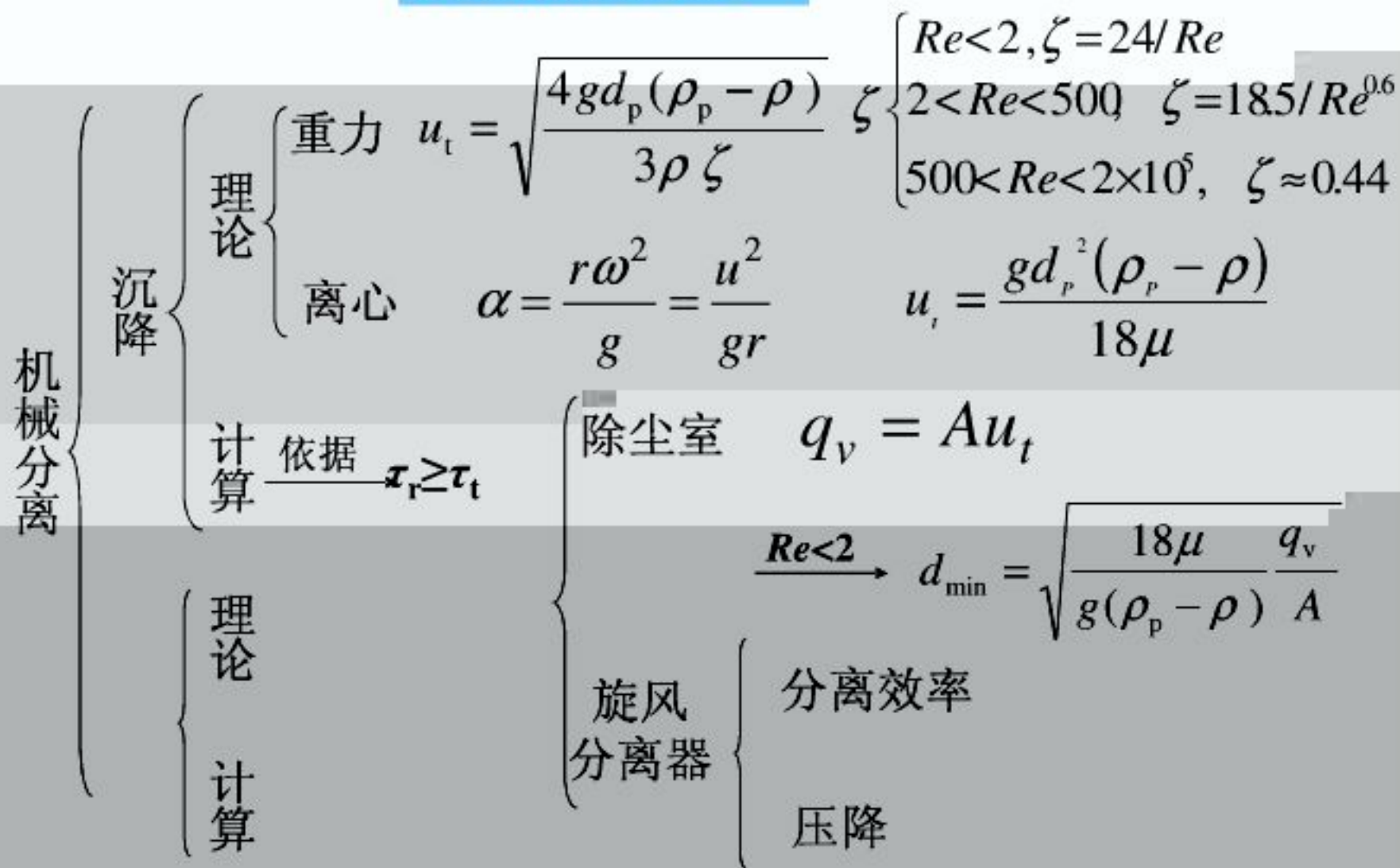
q_v ：风机进口状态下的值。

$$p_T = p_s + p_k$$

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

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

恒压

$$(q + q_e)^2 = K(\tau + \tau_e)$$

恒速

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

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

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

洗涤

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{dV}{d\tau} \right)_W = \left(\frac{dV}{d\tau} \right)_E \\ \left(\frac{dV}{d\tau} \right)_W = \frac{1}{4} \left(\frac{dV}{d\tau} \right)_E \\ \tau_W = \frac{V_W}{(dV/d\tau)_W} \end{array} \right.$$

常数

$$\left\{ \begin{array}{l} K = 2 \frac{\Delta P}{r\phi\mu} \\ r = r_o \Delta P^s \end{array} \right.$$

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 $q = \frac{dQ}{dt} = K \Delta t = K (T_1 - T_2)$