



风流流动的基本方程

主讲教师：骆大勇



重庆工程职业技术学院

安全技术与管理专业教学资源库





主要内容

1

风流流动连续性
方程

3

使用单位体积流
体能量方程的注
意事项

2

风流流动能
量方程



一、风流流动连续性方程

风流在风道中的流动可以看作是**稳定流**（流动参数不随时间变化的流动）

当空气从风道的 1 断面流向 2 断面，且做定常流动时（即在流动过程中不漏风又无补给），则两个过流断面的空气质量流量相等，即

$$\rho_1 v_1 S_1 = \rho_2 v_2 S_2$$



一、风流流动连续性方程

任一过流断面的质量流量为 M_i (kg/s) , 则 $M_i = \text{const}$

01

可压缩流体

当 $S_1 = S_2$ 时, 空气的密度与其流速成**反比**

02

不可压缩流体 (密度为常数)

其通过任一断面的体积流量 Q (m^3/s) 相等, 即:

$$Q = v_i S_i = \text{const}$$

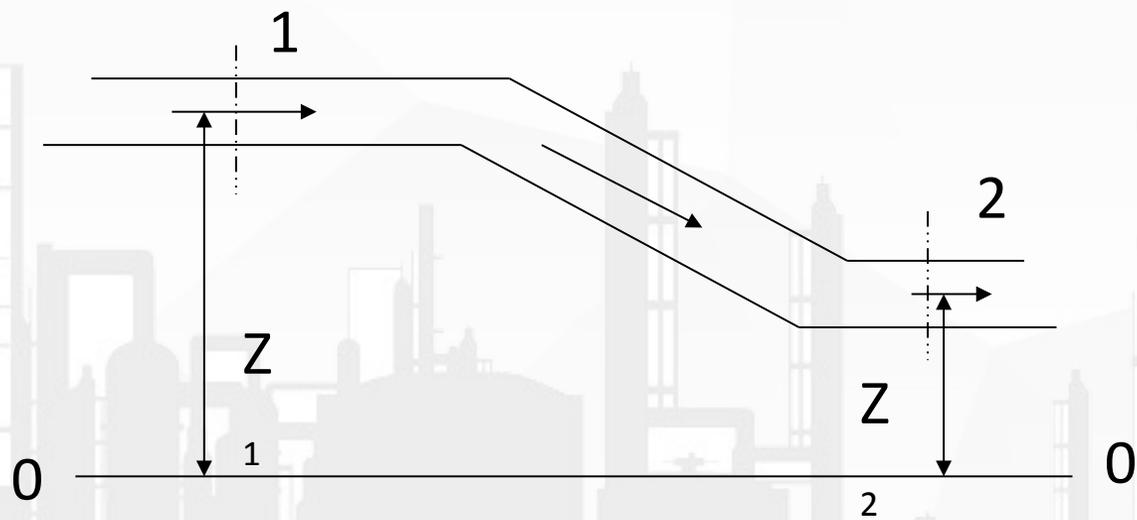
风道断面上风流的平均流速与过流断面的面积成**反比**





二、风流流动能量方程

风流在图所示的风道中由 1 断面流至 2 断面，其间**无其他动力源**。设 1kg 空气克服流动阻力消耗的能量为 L_R ，周围介质传递给空气的热量为 q ；设 1、2 断面的参数分别为风流的绝对静压 p_1 、 p_2 ，风流的平均流速 v_1 、 v_2 ；风流的内能 u_1 、 u_2 ；风流的密度 ρ_1 、 ρ_2 ；距基准面的高度 Z_1 、 Z_2



倾斜风道示意图



二、风流流动能量方程

在 1 断面下，1kg 空气具有的能量为

:

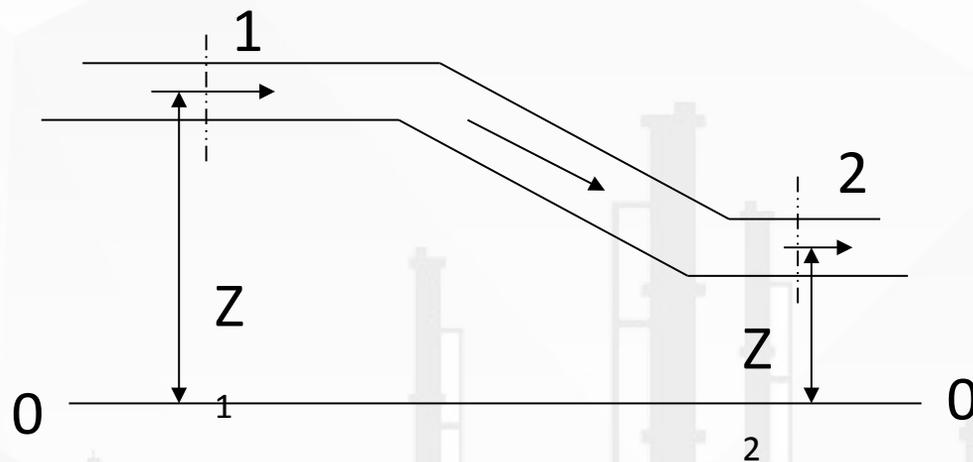
$$\frac{p_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} + gZ_1 + u_1$$

到达 2 断面时的能量为：

$$\frac{p_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + gZ_2 + u_2$$

根据能量守恒定律：

$$\frac{p_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} + gZ_1 + u_1 + q_R + q = \frac{p_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + gZ_2 + u_2 + L_R$$

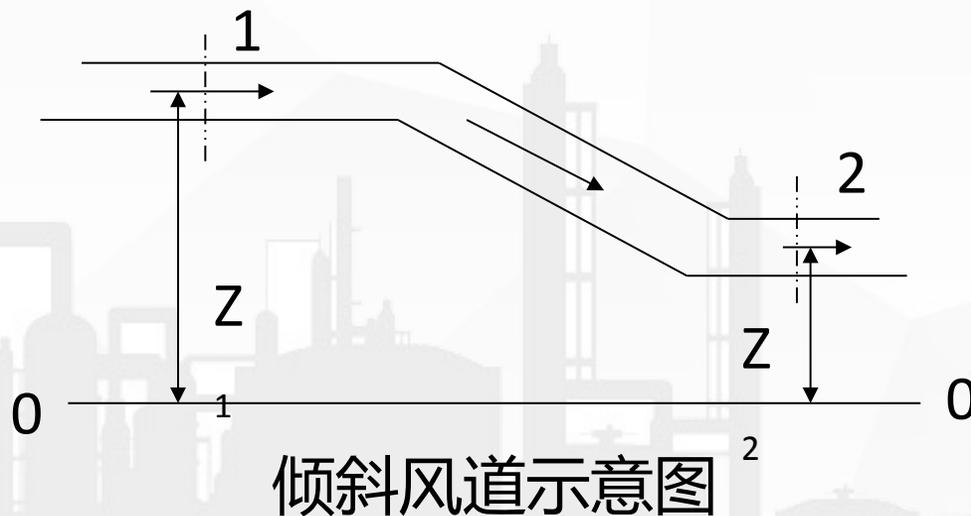


倾斜风道示意图



二、风流流动能量方程

$$h_R = p_1 - p_2 + \left(\frac{v_1^2}{2} - \frac{v_2^2}{2} \right) \rho_m + g\rho_m(Z_1 - Z_2)$$





二、风流流动能量方程

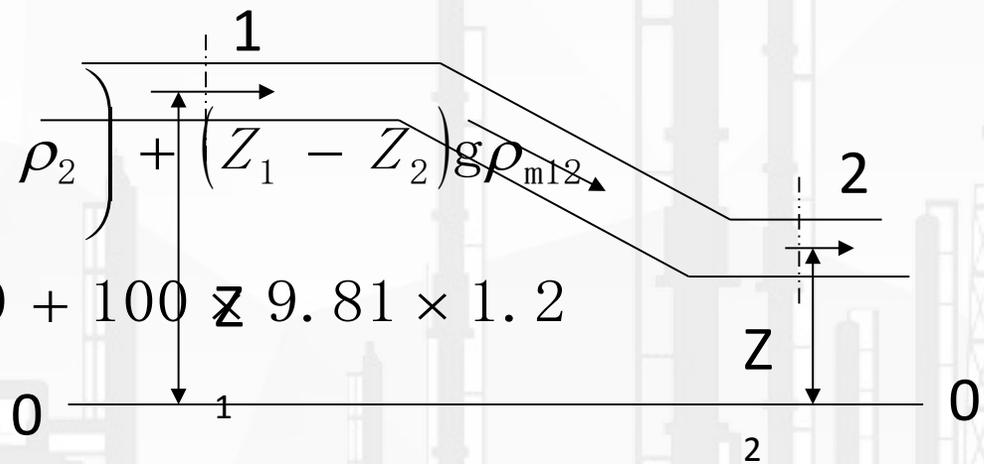
例

在某一通风井巷中，测得 1、2 两断面的绝对静压分别为 101324.7Pa 和 101858Pa，若 $S_1=S_2$ ，两断面间的高差 $Z_1-Z_2=100$ 米，巷道中 $\rho_{m12}=1.2\text{kg/m}^3$ ，求：1、2 两断面间的通风阻力，并判断风流方向

解

假设风流方向 1→2，列能量方程

$$\begin{aligned}
 h_{R12} &= (P_1 - P_2) + \left(\frac{v_1^2}{2} \rho_1 - \frac{v_2^2}{2} \rho_2 \right) + (Z_1 - Z_2) g \rho_{m12} \\
 &= (101324.7 - 101858) + 0 + 100 \times 9.81 \times 1.2 \\
 &= 643.9 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$



由于阻力值为正，所以原假设风流方向正确，即 1→2

三、使用单位体积流体能量方程的注意事项

01

由于风道断面上风速分布的不均匀性和测量**误差**，从严格意义上讲，用实际测得的断面平均风速计算出来的断面总动能和断面实际总动能是**不等**的。实际测得的断面平均风速计算出来的断面总动能应**乘以动能系数**加以修正

02

在工业通风中，一般其动能差较小，式中 ρ_m 可分别用各自断面上的密度来代替，以计算其动能差

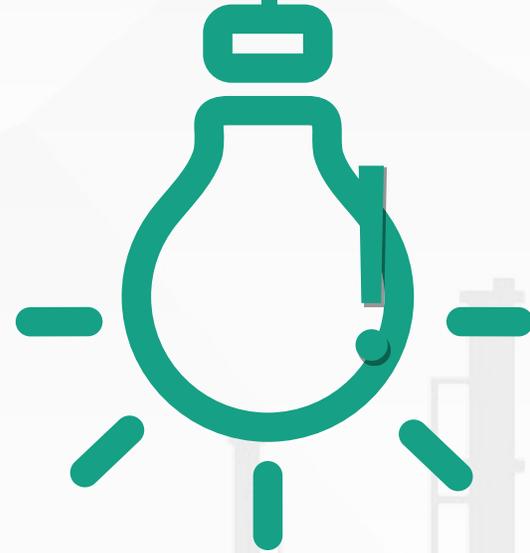
三、使用单位体积流体能量方程的注意事项

03

风流流动必须是**稳定流**，即断面上的参数不随时间的变化而变化，所研究的始、末断面要选在缓变流场上

04

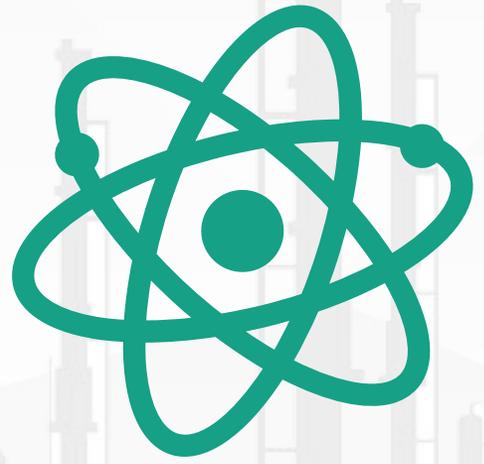
风流总是从总能量（机械能）大的地方流向总能量小的地方。在判断**风流方向**时，应用始、末两断面上的总能量来进行



▶ 三、使用单位体积流体能量方程的注意事项

05 在始、末断面有**压源**时，压源的作用方向与风流的方向一致，压源为正，说明压源对风流做功；反之，则为通风阻力

06 单位质量或单位体积流量的能量方程只适用于 1、2 断面间**流量不变**的条件，对于流动过程中有流量变化的情况，应按总能量的守恒定律列方程





谢谢观看

主讲教师：骆大勇



重庆工程职业技术学院
安全技术与管理专业教学资源库

