

# 柏努力定律與阻抗曲線

簡煥然

## 柏努力定律

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho gZ_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho gZ_2$$

$$\text{全壓} P_t = P_s + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gZ$$

$$\text{靜壓} = P_s$$

$$\text{動壓} = P_d = \frac{1}{2}\rho V^2$$

在理想狀態下，流體的流線總壓力能量會守恆不變，但流體能量的形式會互相改變，壓力能量的形式可分為：

靜壓(P)：流體的壓力可以用壓力錶量測，可分為錶壓力值與絕對壓力值，錶壓力值在一大氣壓時壓力值為零，單位Nt/m<sup>2</sup>。

動壓(1/2ρV<sup>2</sup>)：流體流速所具有的動量所產生的壓力能，單位Nt/m<sup>2</sup>

位能(ρgH)：流體所處的位置高度產生的水柱高度壓力，單位Nt/m<sup>2</sup>

## 柏努力定律與管路阻抗

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g Z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g Z_2 + \rho g H_L$$

$$\rho g \Delta H_L = (P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g Z_1) - (P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g Z_2)$$

$$\rho g \Delta H_L = (P_1 - P_2) + \frac{1}{2}\rho(V_1^2 - V_2^2) + \rho g(Z_1 - Z_2)$$

流動損失      靜壓差 $\Delta P_s$       動壓差 $\Delta P_d$       位差 $\Delta Z$

流體在管路內流動時會有流動損失，含摩擦損失、流動損失等，使流體由高能量改變為低能量的狀態，二者的差異為流動損失。

## 柏努力定律與阻抗係數

流動損失  $\rho g \Delta H_L$  可以用動壓來表示。

$$\rho g \Delta H_L = C_L \times \frac{1}{2} \rho V^2 \quad C_L : \text{無因次, 揚程損失係數}$$

$$P_1 = \rho g H_1 \quad P_2 = \rho g H_2$$

$$\Delta H_L = \frac{1}{\rho g} (P_1 - P_2) + \frac{1}{\rho g} \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_2^2) + \frac{1}{\rho g} \rho g (Z_1 - Z_2)$$

$$\Delta H_L = (H_1 - H_2) + \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g} + (Z_1 - Z_2)$$

$$\Delta H_L = C_0 + C_L \times \frac{V^2}{2g}$$

位差  $\Delta Z$    流動損失

# 管路阻抗曲線

$$\Delta H_L = C_0 + C_L \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_L = C_0 + C_L \times \left(\frac{A}{A}\right)^2 \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_L = C_0 + C_L \times \left(\frac{1}{A}\right)^2 \times \frac{(AV)^2}{2g}$$

$$\Delta H_L = C_0 + C_1 \times Q^2$$

阻抗係數, 含因次

# 泵浦操作點與管路阻抗曲線

$$\Delta H_L = C_0 + C_1 \times Q^2$$

操作點A:  
位於操作範圍  
內且位於最佳  
效率點。

操作點B:  
位於操作範圍  
外且位於率  
低點。

操作點C:  
位於操作範圍  
外且位於效率  
低點。

