

# 化工原理

## 化工原理

### 第四章 传热

#### 热传导

##### 傅里叶定律

##### 热导率

##### 平壁的稳态热传导

##### 单层平壁的稳态热传导

##### 多层平壁的稳态热传导

##### 圆筒壁的稳态热传导

##### 单层圆筒壁的稳态热传导

##### 多层圆筒壁的稳态热传导

## 第四章 传热

### 热传导

#### 傅里叶定律

$$Q = -\lambda A \frac{dt}{dx}$$

$Q$  (W) : 导热速率

$A(m^2)$ :

$\lambda(W/m \cdot K)$ :

$\frac{dt}{dx}(K/m)$ :

#### 热导率

$$\lambda = -\frac{Q}{A \frac{dt}{dx}}$$

热导率：数值上等于温度梯度为 $1^\circ C/m$ ,单位时间通过单位传热面积的热量

### 平壁的稳态热传导

#### 单层平壁的稳态热传导

传热速率方程式

$$Q = \frac{\lambda}{b} A(t_1 - t_2) = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b}{\lambda A}} = \frac{\Delta t}{R} = \frac{\text{传热推动力}}{\text{热阻}}$$

$\Delta t$  :传热推动力

$R = \frac{b}{\lambda A}$  :热阻

单位面积的传热速率 ( $W/m^2$ )

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{\lambda}{b}(t_1 - t_2)$$

## 多层平壁的稳态热传导

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{b_1}{\lambda_1 A} + \frac{b_2}{\lambda_2 A} + \frac{b_3}{\lambda_3 A}} = \frac{\Delta t}{\sum_{i=0}^m R_i} = \frac{\text{总推动力}}{\text{总热阻}}$$

多层平壁稳态热传导的总推动力等于各层推动力之和,总热阻等于各层热阻之和。

并且,因各层的传热速率相等,所以各层的传热推动力与其热阻之比值都相等,也等于总推动力与总热阻之比值。

在多层平壁中,热阻大的壁层,其温度差也大。

## 圆筒壁的稳态热传导

### 单层圆筒壁的稳态热传导

$$Q = 2\pi l \lambda \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\Delta t}{R}$$

单层平壁类似形式计算式

$$Q = \frac{\lambda}{b} A_m (t_1 - t_2) = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b}{\lambda A_m}}$$

$$A_m = \frac{A_2 - A_1}{\ln \frac{A_2}{A_1}} \quad A_m = 2\pi r_m l \quad r_m = \frac{r_2 - r_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

近似计算

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

$$\text{if } r_2/r_1 < 2, r_m = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

热流密度

$$q_l = \frac{Q}{l} = 2\pi \lambda \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

### 多层圆筒壁的稳态热传导

$$Q = 2\pi l \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1 A_{m1}} + \frac{b_2}{\lambda_2 A_{m2}} + \frac{b_3}{\lambda_3 A_{m3}}} \quad (\text{三层})$$