

工程热力学

一、简述题 (每小题 5 分, 共 30 分)

1. 开系非稳定流动能量方程式:

$$\delta Q = dE_{C.V} + \delta m_{out} \left(h + \frac{1}{2} c_f^2 + gz \right)_{out} - \delta m_{in} \left(h + \frac{1}{2} c_f^2 + gz \right)_{in} + \delta W_{net}$$

对于稳定流动, $dE_{C.V} = 0$, $m_{in} = m_{out} = m = \text{const}$, 故上式简化为

$$\delta Q = dH + \frac{1}{2} mdc_f^2 + mgdz + \delta W_{net}$$

或其积分形式: $Q = \Delta H + \frac{1}{2} m\Delta c_f^2 + mg\Delta z + W_{net}$

对于单位质量流体质工: $q = \Delta h + \Delta c_f^2 + g\Delta z + w_{net}$

2. 闭系的熵方程:

$$dS = \delta S_f + \delta S_g$$

即 系统的熵变等于熵流加熵产。其中熵流 $\delta S_f = \frac{\delta Q}{T}$ 为热流引起的熵变, 熵产 δS_g 为不可逆因素导致的熵变。

开系的熵方程:

$$dS_{C.V} = \delta S_f + \delta m_{in} s_{in} - \delta m_{out} s_{out} + \delta S_{g,C.V}$$

即 系统的熵变等于热流和质量流引起的净熵流加熵产。与闭系相比, 开系多了质量熵流项 $\delta m_{in} s_{in} - \delta m_{out} s_{out}$ 。

3. 工质在闭系中的可用能表达式: $E_x = (U + p_0 V - T_0 S) - (U_0 + p_0 V_0 - T_0 S_0)$

工质在开系中的可用能表达式: $E_x = (H - T_0 S) - (H_0 - T_0 S_0)$
 $= (U + pV - T_0 S) - (U_0 + p_0 V_0 - T_0 S_0)$

二者的差异在等式右边的第一项中, 闭系用的是环境压力 p_0 ; 开系用的是流动工质的压力 p 。

考试科目: 热工基础

第 1 页 共 9 页