

## 第二章作业

2-4 如图 2-7 所示。某闭口系统,工质沿  $a-c-b$  由状态  $a$  变化到状态  $b$  时,吸热  $100 \text{ kJ}$ ,对外作功  $40 \text{ kJ}$ 。当工质沿过程  $a-d-b$  变化到状态  $b$  时,对外作功  $20 \text{ kJ}$ ,试求过程  $a-d-b$  中工质与外界交换的热量。当工质沿曲线从  $b$  返回初态  $a$  时,外界对系统作功  $30 \text{ kJ}$ ,试求此过程中工质与外界交换的热量;如果  $U_a = 0 \text{ kJ}$ ,  $U_d = 40 \text{ kJ}$ ,求过程  $a-d$ 、 $d-b$  与外界交换的热量。

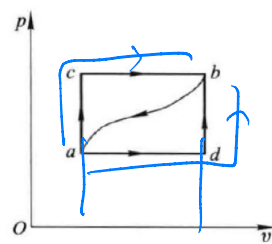


图 2-7 习题 2-4 附图

(1)  $a-c-b$ :

$$Q = \Delta U_{ba} + W$$

$$100 = \Delta U_{ba} + 40$$

$$\Delta U_{ba} = 60 \text{ kJ}$$

$a-d-b$ :

$$Q = \Delta U_{ba} + W$$

$$Q = 60 + 20$$

$$Q = 80 \text{ kJ}$$

(2)  $b-a$ :

$$Q = \Delta U_{ab} + W$$

$$Q = -60 + (-30)$$

$$Q = -90 \text{ kJ}$$

(3)  $a-d$ :

$$Q = \Delta U_{da} + W$$

$$Q = (U_d - U_a) + W_{a-d-b}$$

$$Q = (40 - 0) + 20$$

$$Q = 60 \text{ kJ}$$

$d-b$ :

$$Q = \Delta U_{bd} + W$$

$$Q = (60 - 40) + 0$$

$$Q = 20 \text{ kJ}$$

2-5 定量工质,经历了由下表所列的 4 个过程组成的循环,请填写下表中空缺的数据。

图 2-7 习题 2-4 附图

过程	$Q/\text{kJ}$	$W/\text{kJ}$	$\Delta U/\text{kJ}$
1-2	1390	0	1390
2-3	0	395	-395
3-4	-1000	0	-1000
4-1	0	-5	5

21

3-2

4-3

2-7 如图 2-8 所示,气缸内充有空气,活塞截面积为  $100 \text{ cm}^2$ ,活塞距底面高度为  $10 \text{ cm}$ ,活塞及其上负载的总质量为  $195 \text{ kg}$ ,当地大气压力为  $771 \text{ mmHg}$ ,环境温度  $t_0 = 27^\circ\text{C}$ ,气缸内气体此时恰与外界处于热力平衡。若将活塞上的负载减少  $100 \text{ kg}$ ,活塞将突然上升,最后重新达到热力平衡。假设活塞与气缸壁无摩擦,气体可通过气缸壁充分与外界换热,求活塞上升的距离及气体与外界交换的热量。

$$T_0 = T_1$$

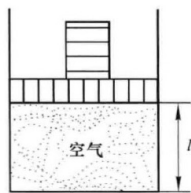


图 2-8 习题 2-7 附图

$$p_0 = 771 \times 133.3 + \frac{195 \times 9.8}{100 \times 10^{-4}} = 293874 \text{ Pa}$$

$$p_1 = 771 \times 133.3 + \frac{95 \times 9.8}{100 \times 10^{-4}} = 195874 \text{ Pa}$$

$$V_0 = 100 \times 10^{-4} \times 10 \times 10^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_1 = T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T_0 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$V_1 = \frac{P_0 V_0}{P_1}$$

$$V_1 = \frac{293874 \times 1 \times 10^{-3}}{195874}$$

$$V_1 = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Delta L = \frac{V_1 - V_0}{S}$$

$$\Delta L = \frac{1.5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-4}}$$

$$\Delta L = 5 \text{ cm}$$

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = 0 + F \Delta L$$

$$Q = 0 + P_s \Delta L$$

$$Q = 0 + 195874 \times 100 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-2}$$

$$Q = 97.937 \text{ J}$$

2-8 空气在某压气机中被压缩, 压缩前空气的参数为  $p_1 = 0.1 \text{ MPa}$ ,  $v_1 = 0.845 \text{ m}^3/\text{kg}$ ; 压缩后为  $p_2 = 0.8 \text{ MPa}$ ,  $v_2 = 0.175 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。若在压缩过程中每千克空气的热力学能增加为  $146.5 \text{ kJ}$ , 同时向外界放热  $50 \text{ kJ}$ , 压气机每分钟生产压缩空气  $10 \text{ kg}$ , 试求:

- (1) 压缩过程中对每千克空气所作的压缩功;
- (2) 生产  $1 \text{ kg}$  压缩空气所需的轴功;
- (3) 带动此压气机所需功率至少为多少(kW)?

$$(1) \quad q = \Delta u + w$$

$$-50 = 146.5 + w$$

$$w = -196.5 \text{ kJ}$$

即对每千克空气做  $196.5 \text{ kJ}$  压缩功

$$(2) \quad w = \Delta(pv) + w_t$$

$$w = \Delta(pv) + w_s \quad (\text{忽略动能, } w_t = w_s)$$

$$-196.5 = (0.8 \times 10^6 \times 0.175 - 0.845 \times 10^6 \times 0.1) + w_s$$

$$w_s = -252 \text{ kJ}$$

即生产  $1 \text{ kg}$  压缩空气所需  $252 \text{ kJ}$  轴功

$$(3) \quad P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{252 \times 10}{60}$$

$$P = 42 \text{ kW}$$

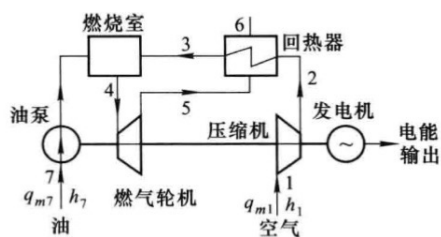


图 2-9 习题 2-11 附图

回热器, 吸收从燃气轮机排出的废气中的一部分热量后, 经 3 进入燃烧室。在燃烧室中与油泵送来的油混合, 燃烧产生热量, 高温燃烧产物经 4 进入燃气轮机作功。排出的废气由 5 送入回热器, 最后由 6 排至大气。其中, 压缩机、油泵、发电机均由燃气轮机带动。试建立整个系统的能量平衡式; 若空气质量流量  $q_{m1} = 50 \text{ t/h}$ , 进口焓  $h_1 = 12 \text{ kJ/kg}$ , 燃油的质量流量  $q_{m7} = 700 \text{ kg/h}$ , 燃油进口的焓  $h_7 = 42 \text{ kJ/kg}$ , 油的发热量  $q = 41800 \text{ kJ/kg}$ , 排出废气的焓  $h_6 = 418 \text{ kJ/kg}$ , 求发电机发出的功率。

$$Q = \Delta H + \frac{1}{2} m \Delta c_f^2 + mg \Delta z + W_s$$

$$41800 \times 700 = (418 \times (50 \times 10^3 + 700) - (700 \times 42 + 12 \times 50 \times 10^3)) + W_s$$

$$W_s = 8696800 \text{ kJ/h}$$

$$W_s = 2416 \text{ kW}$$