



华东理工大学 2005-2006 学年第 一 学期

8页

0.8元

《工程热力学》课程期末考试试卷 A 2005.12

一、 填空题 (共 20 分, 每空格 2 分)

1. 热动力装置的工作可概括成为工质从 高温 热源 吸收 热能, 将其的一部分转化为 机械能, 并把 余下的一部分传给 低温 热源的过程。
2. 一切不可逆过程都是朝着使能量品质 降低 的方向进行的。
3. 将机械能转化为热能的循环叫 逆 循环。
4. 相对湿度  $\phi$  越小, 湿球温度计上水分蒸发得 越快, 干、湿球温度计的温差就 越大。
5. 水的临界点: 压力  $p_{cr} = \underline{22.064 \text{ MPa}}$ , 温度  $T_{cr} = \underline{647.14 \text{ K}}$ 。

二、 (15 分)

已知新蒸汽流入汽轮机时的焓  $h_1 = 3232 \text{ kJ/kg}$ , 流速  $C_{f1} = 50 \text{ m/s}$ ; 乏汽流出汽轮机时的焓  $h_2 = 2302 \text{ kJ/kg}$ , 流速  $C_{f2} = 120 \text{ m/s}$ 。 散热损失和位能差可略去不计。试求每千克蒸汽流经汽轮机时对外界所作的功。

$$W_i = (h_1 - h_2) - \frac{1}{2}(C_{f2}^2 - C_{f1}^2)$$
$$= (3232 - 2302) - \frac{1}{2}(120^2 - 50^2) \times 10^{-3}$$

$$= 930 - 5.95$$

$$= 924.05 \text{ kJ/kg}$$

三、 (15 分)

气体在某一过程中吸收了  $50 \text{ J}$  的热量, 同时热力学能增加了  $84 \text{ J}$ , 问此过程是膨胀过程还是压缩过程? 对外作功是多少 ( $\text{J}$ )?

$$W = Q - \Delta U = 50 - 84 = -34 \text{ J}$$

是压缩过程

对外作功为  $-34 \text{ J}$

四、 (15 分)

空气以  $q_m = 0.012 \text{ kg/s}$  的流速稳定流过压缩机, 空气按定温压缩, 入口参数  $p_1 = 0.102 \text{ MPa}$ ,  $T_1 = 305 \text{ K}$ ; 出口压力  $p_2 = 0.51 \text{ MPa}$ , 然后进入储气罐。比热容取定值  $c_p = 1.004 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ;  $R_g = 287 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ;

$$\Delta s = -R_g \ln \frac{p_2}{p_1} \text{。求:}$$

(1)  $1 \text{ kg}$  空气的焓变  $\Delta h$  和熵变  $\Delta s$ 。

(2) 该压缩机的技术功。

$$T_2 = T_1 = 305 \text{ K}, \Delta h = 0$$

$$\Delta S = -R_g \ln \frac{p_2}{p_1} = -0.287 \times \ln \frac{0.51}{0.102} = -0.4619 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$W_{i,r} = -R_g T_1 \ln \frac{p_2}{p_1} = -0.287 \times 305 \times \ln \frac{0.51}{0.102} = -140.88 \text{ kJ/kg}$$

五、 (20 分)

设工质在  $T_H = 1000 \text{ K}$  的恒温热源和  $T_L = 300 \text{ K}$  的恒温冷源间按卡诺热力循环工作, 已知吸热量为  $100 \text{ kJ}$ , 求热效率和循环净功。

(1) 理想情况, 无任何不可逆损失。

(2) 吸热时有  $200 \text{ K}$  温差, 放热时有  $100 \text{ K}$  温差。

打印中心祝您取得好成绩!

$$(1) \because H = u + pv$$

$$\therefore \Delta H = \Delta u + \Delta(pv) = \Delta u + (p_2 v_2 - p_1 v_1)$$

$$\Delta u = -67.95 - (170 \times 10^3 \times 0.2744 - 520 \times 10^3 \times 0.1419) \\ = -40.81 \text{ kJ}$$

$$(2) \text{ 定值热容时, } \Delta u = mc_v \Delta T, \Delta H = mc_p \Delta T$$

$$\therefore c_v = \frac{c_p}{\Delta H / \Delta u} = \frac{5.20}{-67.95 / (-40.81)} = 3.123 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$R_g = c_p - c_v = 5.20 - 3.123 = 2.077 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

五、(15 分)

一体积为  $0.15 \text{ m}^3$  的储气罐，内装有  $P_1 = 0.55 \text{ Mpa}$ ,  $t_1 = 38^\circ \text{C}$  的氧气。今对氧气加热，其温度、压力将升高。罐上装有压力控制阀，当压力超过  $0.7 \text{ Mpa}$  时阀门自动打开，放走部分氧气，使罐中维持最大压力  $0.7 \text{ Mpa}$ 。问当罐中氧气温度的  $285^\circ \text{C}$  时，对罐内氧气共加入了多少热量？设氧气的比热容  $c_v = 0.677 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 、 $c_p = 0.917 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 。

$$R_g = \frac{R}{\mu} = \frac{8.3145}{16 \times 2} = 0.260 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

$$m_1 = \frac{P_1 V}{R_g T_1} = \frac{0.55 \times 10^6 \times 0.15}{0.260 \times 10^3 \times 311} = 1.02 \text{ kg}$$

$$m_2 = \frac{P_2 V}{R_g T_2} = \frac{0.7 \times 10^6 \times 0.15}{0.260 \times 10^3 \times 558} = 0.72 \text{ kg}$$

定容过程:

$$Q_v = m_1 c_v (T_2' - T_1)$$

$$\text{而 } T_2' = \frac{P_2}{P_1} \cdot T_1 = \frac{0.7}{0.55} \times 311 = 395.8$$

$$\text{故 } Q_v = 1.02 \times 0.677 (395.8 - 311) = 58.56 \text{ kJ}$$

放气过程:

$$Q_p = \int_{T_1}^{T_2} mc_p dT = c_p \int \frac{P_2 V}{R_g T} dT = \frac{c_p P_2 V}{R_g} \ln \frac{T_2}{T_1} \\ = \frac{0.917 \times 0.7 \times 10^6 \times 0.15}{0.260 \times 10^3} \ln \frac{558}{395.8} = 127.19 \text{ kJ}$$

$$\text{总加热量 } Q = Q_v + Q_p = 58.56 + 127.19 = 185.75 \text{ kJ}$$

六、(10 分)

$m = 1 \times 10^6 \text{ kg}$ 、温度  $t = 45^\circ \text{C}$  的水向环境放热，温度降低到环境温度  $t_0 = 10^\circ \text{C}$ ，试确定其热量火用  $E_{x,q}$  和热量火无  $A_{n,q}$ 。已知水的比热容  $C_w = 4.187 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 。

$$T_1 = t_1 + 273 = 45 + 273 = 318 \text{ K}$$

$$T_0 = 10 + 273 = 283 \text{ K}$$

由  $318 \text{ K}$  至  $283 \text{ K}$  降温过程的平均温度为:

$$\bar{T} = \frac{Q}{\Delta S} = \frac{C_w (T_1 - T_0)}{C_w \ln \frac{T_1}{T_0}} = \frac{318 - 283}{\ln \frac{318}{283}} = 300.16 \text{ K}$$

六、(15分)

设工质在  $T_H = 1000\text{K}$  的恒温热源和  $T_L = 300\text{K}$  的恒温冷源间按循环 a-b-c-d-a 工作 (见图 1), 工质从热源吸热和向冷源放热都存在 50 K 的温差。

- (1) 计算循环的热效率;
- (2) 设体系的最低温度即环境温度  $T_0 = 300\text{K}$ , 求热源每供给 1000 kJ 热量引起的火用损失  $I_1$  和  $I_2$  及总火用损失。

$$(1) \eta_t = 1 - \frac{T_2'}{T_1'} = 1 - \frac{300 + 50}{1000 - 50} = 0.635$$

$$(2) \text{已知 } Q_1 = 1000\text{kJ}$$

$$Q_2 = \frac{T_2'}{T_1'} \cdot Q_1 = \frac{350}{950} \times 1000 = 368\text{kJ}$$

$$\Delta S_{iso,1} = \Delta S_H + \Delta S_{ab} = \frac{-Q_1}{T} + \frac{Q_1}{T_1'} = \frac{-1000}{1000} + \frac{1000}{950} = 0.0526\text{kJ/K}$$

$$I_1 = T_0 \Delta S_{iso,1} = 300 \times 0.0526 = 15.78\text{kJ}$$

$$\Delta S_{iso,2} = \Delta S_{cd} + \Delta S_L = \frac{-Q_2}{T_2'} + \frac{Q_2}{T_2} = \frac{-368}{350} + \frac{368}{300} = 0.1752\text{kJ/K}$$

$$I_2 = T_0 \Delta S_{iso,2} = 300 \times 0.1752 = 52.56\text{kJ}$$

$$I = I_1 + I_2 = 15.78 + 52.56 = 68.34\text{kJ}$$

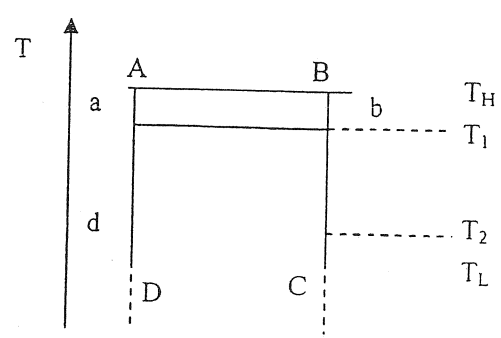


图 1 题六

七、(15分)

一逆向卡诺制冷循环, 其性能系数为 4, 问高温热源与低温热源温度之比是多少? 若输入功率为 1.5kW, 试问制冷量为多少冷吨? (已知 1 冷吨 = 3.86kJ/s)

$$1) \varepsilon_c = \frac{T_L}{T_H - T_L}, \frac{T_H}{T_L} = 1 + \frac{1}{\varepsilon_c} = 1 + \frac{1}{4} = 1.25$$

$$2) \varepsilon_c = \frac{\psi_c}{P_{net}}, \psi_c = \varepsilon_c P_{net} = 125 \times 1.5 = 1.875\text{kW}$$

$$\frac{1.875}{3.86} = 0.486\text{冷吨}$$

$$A = \frac{mv}{c} = 8.6 \times 10^{-3} m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 0.1046m$$

华东理工大学 2006 - 2007 学年第一学期  
《工程热力学》课程期末考试试卷 A 2007.1

一、填空题 (共 20 分, 每空格 2 分)

- 朗肯循环热效率的高低取决于新蒸汽的 焓  $h_1$ 、排气的 焓  $h_2$  以及排气压力下的饱和水的 焓  $h_{f1}$ 。
- 一切不可逆过程都是朝着使能量品质 贬值 的方向进行的。
- 喷管外形的选择取决于滞止压力  $p_0$  和背压  $p_b$ , 当  $p_b \geq p_{cr}$  时选用 渐缩 喷管。
- 将机械能转化为热能的循环叫 逆向 循环。
- 相对湿度  $\phi$  越小, 湿球温度计上水分蒸发得 快, 干、湿球温度计的温差就 大。
- 水的临界点: 压力  $p_{cr} = \underline{22.064}$  MPa, 温度  $T_{cr} = \underline{647.14}$  K。

二、(15 分)

空气在压气机中被压缩。压缩前空气的参数为  $p_1 = 0.1 \text{ MPa}$ ,  $v_1 = 0.845 \text{ m}^3/\text{kg}$ ; 压缩后的参数为  $p_2 = 0.8 \text{ MPa}$ ,  $v_2 = 0.175 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。设在压缩过程中每千克空气的热力学能增加  $146.5 \text{ kJ}$ , 同时向外放出热量  $50 \text{ kJ}$ 。压气机每分钟产生压缩空气  $10 \text{ kg}$ 。求:

- (1) 压缩过程中对每千克空气作的功;
- (2) 每生产  $1 \text{ kg}$  压缩空气所需的功 (技术功);
- (3) 带动此压气机所用电动机的功率。

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

$$\therefore w = q - \Delta u = -50 - 146.5 = -196.5 \text{ kJ/kg}$$

$$(2) \because q = \Delta h + w_t$$

$$\therefore w = q - \Delta h = -50 - 146.5 - (8 \times 0.175 \times 10^2 - 1 \times 0.845 \times 10^2)$$

$$= -252 \text{ kJ/kg}$$

故需要技术功为  $252 \text{ kJ/kg}$

$$(3) N = \frac{252 \times 10}{60} = 42 \text{ kW}$$

三、(10 分)

直径为  $1 \text{ m}$  的球形刚性容器, 抽气后真空度为  $752.5 \text{ mmHg}$

- (1) 求容器内绝对压力为多少 Pa;
- (2) 若当地大气压为  $0.1 \text{ MPa}$ , 求容器外表面受力为多少 N?

$$(1) P = P_b - P_v = 0.101 \times 10^6 - 725.5 \times 133.3 = 691.75 \text{ Pa}$$

$$(2) A_0 = 4\pi R^2 = 4 \times 3.1416 \times \frac{1}{4} = 3.1416 \text{ m}^2$$

$$F = A_0 \Delta P = A_0 (P_b - P) = 3.1416 \times (0.101 \times 10^6 - 691.75)$$

$$= 315127.7 \text{ N}$$

四、(15 分)

某种理想气体初态时  $p_1 = 520 \text{ kPa}$ ,  $V_1 = 0.1419 \text{ m}^3$ , 经放热膨胀过程, 终态的压力  $p_2 = 170 \text{ kPa}$ ,  $V_2 = 0.2744 \text{ m}^3$ , 过程中焓值变化  $\Delta H = -67.95 \text{ kJ}$ 。已知该气体的比定压热容  $C_p = 5.20 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ , 且为定值, 试求:

- (1) 热力学能变化量  $\Delta U$ ;
- (2) 比定容热容  $C_v$  和气体常数  $R_g$ 。

$$E_{x,Q} = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) Q = m C_w (T_1 - T_0) \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$$

$$= 10^6 \times 4.187 \times (318 - 283) \times \left(1 - \frac{283}{300.16}\right)$$

$$= 8.38 \times 10^6 \text{ kJ}$$

$$A_{n,Q} = Q - E_{x,Q} = \frac{T_0}{T} Q = \frac{283}{300.16} \times 10^6 \times 4.187 \times (318 - 283)$$

$$= 138.16 \times 10^6 \text{ kJ}$$

七、(15分)

设有一台制冷机在  $-20^\circ\text{C}$  和  $30^\circ\text{C}$  的热源间工作，若其吸热为  $10 \text{ kW}$ ，循环制冷系数是同温限间逆向卡诺循环的  $75\%$ ，装置所消耗的功率为  $4 \text{ kW}$ ，假设按逆向卡诺循环计算，已知  $1 \text{ 冷吨} = 3.86 \text{ kJ/s}$ ，试求：

(1) 散热量；

(2) 循环净耗功量；

(3) 消耗制冷量 (冷吨)。

$\therefore$  在  $-20^\circ\text{C}$  和  $30^\circ\text{C}$  间的  $\varepsilon_c$  为：

$$\varepsilon_c = \frac{T_L}{T_Q - T_L} = \frac{273.15 - 20}{30 - (-20)} = 5.06$$

$$\varepsilon_{act} = 0.75 \varepsilon_c = 0.75 \times 5.06 = 3.80$$

$$(1) \varepsilon_{act} = \frac{\psi_c}{P_{net}} = \frac{\psi_c}{\psi - \psi_c}, \therefore \psi = \psi_c \left[ 1 + \frac{1}{\varepsilon_{act}} \right] = 10 \times \left( 1 + \frac{1}{3.80} \right)$$

$$= 12.63 \text{ kW}$$

$$(2) P_{net} = \frac{\psi_c}{\varepsilon_{act}} = \frac{10}{3.80} = 2.63 \text{ kW}$$

$$(3) \frac{\psi_c}{3.86} = \frac{10}{3.86} = 2.59 \text{ "冷吨"}$$

华东理工大学 2006 - 2007 学年第一学期

《工程热力学》课程期末考试试卷 B 2007.1

一、填空题 (共 20 分，每空格 2 分)

1. 抽汽回热循环会使蒸汽动力装置系统热经济性 提高。
2. 工质与外界的热力交换 均为无限小的过程 是准平衡过程。
3. 热力学第一定律是 能量守恒与转换定律 在热现象上的应用。
4. 热力学中的标准状态定为：压力  $p_0 = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，温度  $T_0 = 273.15 \text{ K}$ 。
5. 单位物量的物体温度升高 1 度所需的热量叫 比热容。
6. 孤立系统的熵可以 增大，或保持 不变，但不可能 减小。
7. 喷管外形的选择取决于滞止压力  $p_0$  和背压  $p_b$ ，当  $p_b < p_{cr}$  时选用 缩放 喷管。

二、(10 分)

容器中的真空度  $p_v = 600 \text{ mmHg}$ ，气压计上水银柱高度为  $755 \text{ mm}$ ，

(1) 求容器中的绝对压力 (以  $\text{Mpa}$  表示)

(2) 如果容器中的绝对压力不变, 而气压计上水银柱高度为 770mm, 求此时真空表上的读数(以 mmHg 表示) 是多少?

$$p = p_b - p_v = 755 - 600 = 155 \text{ mmHg} = 0.0207 \text{ MPa}$$

$$p_v = p_b - p = 770 - 155 = 615 \text{ mmHg}$$

三、(10 分)

在冬季, 某加工车间每小时经过墙壁和玻璃等处损失热量  $3 \times 10^6 \text{ kJ}$ , 车间中各种机床的总功率为 375 kW, 且全部动力最终变成了热量。另外, 室内经常点着 50 盏 100 W 的电灯。为使该车间温度保持不变, 问每小时需另外加入多少热量?

$$Q = Q_m + Q_E + Q_{\text{外}} + Q_{\text{loss}} = 0$$

$$Q_m = 375 \times 3600 = 1.35 \times 10^6 \text{ kJ}$$

$$Q_E = 50 \times 0.1 \times 3600 = 18000 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{loss}} = -3 \times 10^6 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{外}} = -Q_m - Q_E - Q_{\text{loss}} = 1632000 \text{ kJ}$$

四、(15 分)

混合气体各组分的摩尔分数为  $x_{\text{CO}_2}=0.4$ 、 $x_{\text{O}_2}=0.4$ 、 $x_{\text{N}_2}=0.2$ , 混合气体的温度  $t=50^\circ\text{C}$ , 表压力  $p_e=0.04 \text{ MPa}$ , 气压计上读数为  $p_b=750 \text{ mmHg}$ 。试求:

(1) 体积  $V=4 \text{ m}^3$  的混合气体的质量;

(2) 混合气体在标准状态下的体积。

$$(1) p = p_e + p_b = 0.04 + 750 \times 133.32 = 0.14 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$m = \frac{pv}{R_g T} = \frac{0.14 \times 10^6 \times 4}{231 \times 323} = 7.51 \text{ kg}$$

$$(2) V_0 = mv_0 = m \frac{V_{0,m}}{M} = 7.51 \times \frac{22.4 \times 10^{-3}}{36 \times 10^{-3}} = 4.67 \text{ m}^3 (\text{标准状态})$$

五、(15 分)

3 kg 空气, 某种理想气体初态时  $p_1 = 1 \text{ MPa}$ ,  $T_1 = 900 \text{ K}$ , 绝热膨胀到  $p_2 = 0.1 \text{ MPa}$ 。设比热容为定值,  $C_v = 718 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ,  $C_p = 1005 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , 绝热指数  $k=1.4$ , 求:

(1) 终态参数  $T_2$  和  $v_2$  ; ;

(2) 过程功和技术功;

(3)  $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。

$$(1) T_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \cdot T_1 = \left( \frac{0.1}{1} \right)^{\frac{0.4}{1.4}} \times 900 = 466.15 \text{ K}$$

$$v_2 = \frac{R_g T_2}{p_2} = \frac{8.3145 \times 466.15}{2897 \times 10^{-3} \times 10^5} = 1.3379 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$(2) W = mc_v (T_1 - T_2) = 3 \times 718 \times (900 - 466.15) = 933.21 \text{ kJ}$$

$$W_t = kW = 1.4 \times 933.21 = 1306.50 \text{ kJ}$$

$$(3) \Delta u = -W = -933.21 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -W_t = -1306.50 \text{ kJ}$$

六、(15 分)

$$(1)\eta_c = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{300}{1000} = 70\%$$

$$W_{net} = \eta_c \cdot Q = 0.7 \times 100 = 70 \text{ kJ}$$

$$(2)\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{400}{800} = 50\%$$

$$W_{net} = \eta_t \cdot Q = 0.5 \times 100 = 50 \text{ kJ}$$

六、(15 分)

空气以  $c_f=180\text{m/s}$  的速度在风洞中流动, 用水银温度计测量空气的温度, 温度计的读数是  $70^\circ\text{C}$ 。假设空气在温度计周围得到完全滞止, 求空气的实际温度。

$$T_0 = T + \frac{1}{C_p} \frac{C^2}{2}$$

$$T = T_0 - \frac{1}{C_p} \frac{C^2}{2} = 343 - \frac{1 \times 180^2}{1.004 \times 10^3 \times 2} = 327 \text{ K}$$

即  $t=54^\circ\text{C}$

华东理工大学 2005 - 2006 学年第一学期

《工程热力学》课程期末考试试卷 B 2005. 12

一、填空题 (共 20 分, 每空格 2 分)

1. 热力学温标的基准点采用水的 三相 点, 并规定该点温度为 273.16 K。
2. 工质与外界的 热力交换 均为无限小的过程是准平衡过程。
3. 热力学第一定律是 能量守恒与转换定律 在热现象上的应用。
4. 热力学中的标准状态定为: 压力  $p_0 = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 温度  $T_0 = 273.15 \text{ K}$ 。
5. 单位物量的物体温度升高 1 度所需的热量叫 比热容。

6. 孤立系统的熵可以 增大, 或保持 不变, 但不可能 减小。

二、(15 分)

有一绝对真空的钢瓶, 当阀门打开时, 在大气压力  $p_b=1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  的作用下, 有体积为  $0.1 \text{ m}^3$  的空气输入钢瓶, 求大气对输入钢瓶的空气所作的功。

$$\because P_b = 1.013 \times 10^5 p_a$$

$$V = 0.1 \text{ m}^3$$

$$\therefore W = P_b \cdot V = 1.013 \times 10^5 \times 0.1 = 1.013 \times 10^4 \text{ J}$$

三、(15 分)

空气在压气机中被压缩。压缩前空气的参数为  $p_1=0.1\text{MPa}$ ,  $v_1=0.845 \text{ m}^3/\text{kg}$ ; 压缩后的参数为  $p_2=0.8\text{MPa}$ ,  $v_2=0.175 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。设在压缩过程中每千克空气的热力学能增加  $146.5\text{kJ}$ , 同时向外放出热量  $50\text{kJ}$ 。压气机每分钟产生压缩空气  $10\text{kg}$ 。求:

- (1) 压缩过程中对每千克空气作的功;
- (2) 每生产  $1\text{kg}$  压缩空气所需的功 (技术功);
- (3) 带动此压气机所用电动机的功率。

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

$$\therefore w = q - \Delta u = -50 - 146.5 = -196.5 \text{ kJ/kg}$$

$$(2) \because q = \Delta h + w_t$$

$$\therefore w = q - \Delta h = -50 - 146.5 - (8 \times 0.175 \times 10^2 - 1 \times 0.845 \times 10^2) = -252 \text{ kJ/kg}$$

故需要技术功为  $252 \text{ kJ/kg}$

$$(3) N = \frac{252 \times 10}{60} = 42 \text{ kW}$$

四、(15 分)

空气以  $q_m = 0.012 \text{ kg/s}$  的流速稳定流过压缩机，空气按可逆绝热压缩，入口参数  $p_1 = 0.102 \text{ MPa}$ ,

$T_1 = 305 \text{ K}$ ; 出口压力  $p_2 = 0.51 \text{ MPa}$ , 然后进入储气罐。比热容取定值  $c_p = 1.004 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ ;  $k = 1.4$ 。求:

$$T_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} T_1$$

(1)  $1 \text{ kg}$  空气的焓变  $\Delta h$  和熵变  $\Delta s$ 。

(2) 该压缩机的技术功。

$$(1) T_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} T_1 = \left( \frac{0.51}{0.102} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} \times 305 = 483.1 \text{ K}$$

$$\Delta h = c_p (T_2 - T_1) = 1.004 \times (483.1 - 305) = 178.87 \text{ kJ/kg}$$

可逆绝热是定熵过程,  $\Delta s = 0$

$$(2) w_{t,s} = -\Delta h = -178.87 \text{ kJ/kg}$$

五、(20 分)

利用逆向卡诺机作为热泵向房间供热，设室外温度为  $-5^\circ\text{C}$ ，室内温度保持  $20^\circ\text{C}$ 。要求每小时向室内供热  $2.5 \times 10^4 \text{ kJ}$ ，试求:

(1) 每小时从室外吸收多少热量?

(2) 此循环的供暖系数多大?

$$(1) \because \text{逆向卡诺循环}, \varepsilon' = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

$$\text{且 } T_1 = 293 \text{ K}, T_2 = 268 \text{ K}, Q_1 = 2.5 \times 10^4 \text{ kJ/h}$$

$$\therefore Q_2 = Q_1 - Q_1 / \left( \frac{T_1}{T_1 - T_2} \right) = 2.2867 \times 10^4 \text{ kJ/h}$$

$$(2) \varepsilon' = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = 11.72$$

六、(15 分)

用管子输送压力为  $1 \text{ MPa}$ 、温度为  $300^\circ\text{C}$  的水蒸气,  $v = 0.258 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。若管中允许的最大流速为  $100 \text{ m/s}$ , 问水蒸气的质量流量为  $12000 \text{ kg/h}$  时管子直径最小要多大?