

# 南京航空航天大学

## 2014 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 817

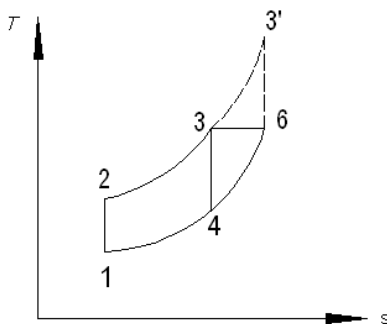
科目名称: 工程热力学

满分: 150 分

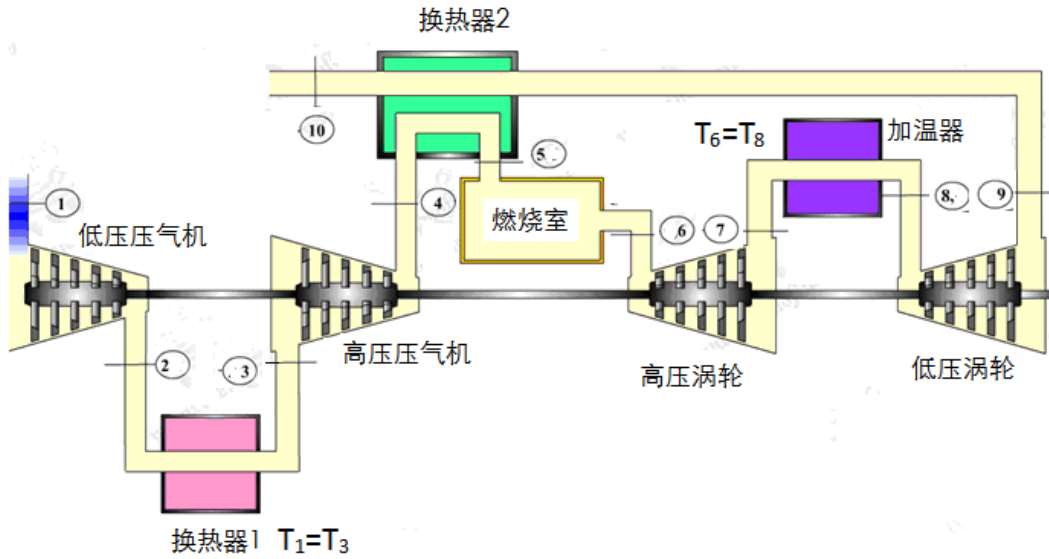
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

### 一、简答题 (共 55 分)

- 1、(5 分) 工质经历正向循环, 其熵变大于零; 经历逆向循环, 其熵变小于零。该说法正确吗? 简要说明理由。
- 2、(5 分) 如何理解准平衡过程就是“过程进行得很慢, 驰豫时间很短的过程”?
- 3、(5 分) 由理想气体混合物分压力及分体积的定义可推断:  $p_i V = p V_i$ 。该推断成立吗? 简要说明理由。
- 4、(8 分) 在冬季, 室外空气条件相同的情况下, A 房屋顶有结霜现象, 而 B 房屋顶则无结霜现象, 试分析产生此现象可能的原因。
- 5、(8 分) 喷管内有摩擦阻力时, 其出口的流速、流量、焓、比体积、温度、熵与无摩擦阻力 (等熵过程) 时有何区别 (假定进出口压力降相同, 工质为理想气体)?
- 6、(8 分) 与理想气体比较, 实际气体的两个最大特点是什么? 试推导范德瓦耳气体在定温膨胀时所做的膨胀功。 ( $p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$ )
- 7、(8 分) 若未饱和湿空气被等容冷却到其中水蒸气刚开始凝结的温度  $T_v$ , 问此温度比露点温度  $T_d$  高还是低? 为什么? (要求借助水蒸气 p-v 图加以说明)
- 8、(8 分) 如图所示, 循环 1-2-3-4-1 和循环 1-2-3'-6-1 均为燃气轮机装置中的理想定压循环, 循环 1-2-3-6-1 为在理想极限条件下采用定温膨胀的燃气轮机循环, 在没有回热的情况下, 试比较三个循环的循环热效率大小, 简单说明理由。



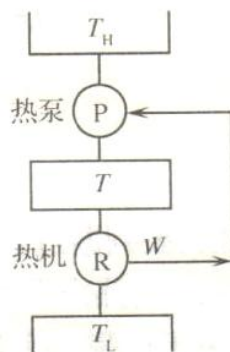
二、(10分) 某燃气轮机装置部件示意图如下图，分析下图中装置使用了哪些提高循环热效率的措施，并将该装置理想循环过程定性地表示在 T-S 图上。



三、(13分) 一可逆热机以理想气体为工质，自状态 1 定容吸热达到状态 2，接着绝热膨胀到状态 3，再定压返回状态 1 完成循环。1) 画出该循环的  $p-v$  图；2) 证明该循环热效率

$$\eta_t = \frac{w_{net}}{Q_1} = 1 - k \frac{V_3/V_1 - 1}{p_2/p_1 - 1}。$$

四、(12分) 某人声称可在  $T_H = 385K$ 、 $T = 350K$ 、 $T_L = 297.5K$  这 3 个恒温热源之间设计一整套理想的热力设备，如下图。该设备可将 T 热源中 100kJ 热量的 50% 传给  $T_H$  高温热源，其余 50% 放给  $T_L$  低温热源，试判断 1) 该方案能否实现？为什么？ 2) 如果可以实现，计算传给  $T_H$  热量的极限值是多少？



五、(12分) 2kg 质量的某种理想气体按可逆多变过程膨胀到原有体积的 3 倍，温度则从  $300^\circ C$  降到  $60^\circ C$ ，膨胀过程中做功 400kJ，吸热 80kJ。求该气体的比定压热容  $c_p$  及气体常数  $R_g$ 。(假设该气体比热容为常数)。

六、(13分) 现有 5kg 水处于温度为  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  环境中, 1) 若将其加热到  $70^\circ\text{C}$ , 试求热水所具有的可用能; 2) 如果再在  $70^\circ\text{C}$  热水中掺入 3kg、 $20^\circ\text{C}$  的凉水, 并使冷、热水充分混合, 试求全部可用能的损失。已知水的比热容为  $4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

七、(15分) 温度为 300K 天然气(甲烷)绝热节流后压力由 4MPa 降为 2MPa, 试求: 1) 节流造成天然气比熵的增加  $\Delta s$ ; 2) 节流造成天然气熵产  $\delta s_g$ ; 3) 如果上述参数的天然气经过透平可逆绝热膨胀, 压力也降为 2MPa, 那么每 kg 天然气将能做出多少功? 4) 将上述绝热节流过程和可逆绝热膨胀过程分别表示在 T-s 图和 P-v 图上。天然气(甲烷)视为定比热理想气体,  $k_0 = 1.3$ ,  $R_g = 518.3\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

八、(20分) 某单位设计了一套超音速试验系统, 压气机提供压力和温度分别为  $p_1 = 13.8\text{MPa}$ 、 $T_1 = 43.3^\circ\text{C}$  的高压气体, 采用喉部截面积为  $1\text{mm}^2$  的缩放喷管实现超音速流动, 设计时要求出口截面上压力达到喉部压力的 10 倍。假设该喷管工作环境压力为 0.1MPa, 试求稳定工作时, 该缩放喷管的流量、出口截面上的马赫数以及马赫数为 0.8 截面的面积。忽略喷管进口速度, 空气视为定比热理想气体,  $R_g = 0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $k = 1.4$ ,  $c_p = 1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。