

# 南京理工大学

## 2021 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 832

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 (每题 10 分, 共 70 分)

1. 什么是系统的状态参数? 状态参数有什么特征? 强度量状态参数和广延量状态参数有什么不同?
2. 简述热力学系统的热力学能、热量和焓之间的物理意义, 对定容闭口系统三者有什么样的关系?
3. 为什么说理想气体的热力学能和焓都是温度的单值函数? 对于实际气体必须分别满足什么条件才能使其热力学能和焓的变化仅与温度相关?
4. 热力学第二定律的开尔文描述含义是什么? 理想气体进行定温膨胀时, 可从单一恒温热源吸入的热量, 将之全部转变为功对外输出, 与热力学第二定律的开尔文描述是否矛盾?
5. 试在 p-v 图和 T-s 图上绘出理想混合加热循环图并说明压缩比、定容升压比及定压预胀比的定义。
6. 什么叫绝热滞止? 绝热滞止温度和速度、马赫数相关的公式是什么?
7. 压缩机压缩过程的多变指数 n 的取值范围是多少? 若想减少压缩机所消耗的轴功, 多变指数应如何变化。

### 二、计算 (证明) 题 (每题 16 分, 共 80 分)

1. 质量为 0.25kg 气体在活塞气缸系统中按  $pV^{1.2}=C$  规律从压强  $p_1=8\text{bar}$ , 体积  $V_1=0.02\text{m}^3$  膨胀到压强  $p_2=2\text{bar}$ 。膨胀过程中气体比内能降低了 55J/kg。(其中 C 为常量, 忽略膨胀过程中气体动能的变化)。求 (1) 膨胀到终态时的体积  $V_2$ ; (2) 气体的膨胀功 W; (3) 气体在膨胀过程吸收的热量 Q。
2. 水平放置的绝热管道中输送氮气的质量流量为 3kg/s, 已知进口参量为: 速度 20m/s, 温度 340K, 压强 400kPa; 出口参量为: 速度 300m/s, 压强 100kPa。求 (1) 氮气在出口的温度, (2) 出口的截面积。(氮气看作理想气体, 分子量为 28g/mol,

定压比热容取 1040J/kg·K)

3. 压力为 30bar, 温度为 400°C 的过水热蒸汽以 160m/s 的速度水平方向进入汽轮机, 通过驱动叶片产生 540kJ/kg 的输出功, 同时向温度为 350K 的环境散热, 在汽轮机的出口形成 100°C 的饱和蒸汽以 100m/s 的速度排出。求 (1) 单位质量工质的过程热熵流和质熵流; (2) 单位质量工质的熵产。(30bar, 温度为 400°C 的过热蒸汽比焓 3230.9kJ/kg, 比熵为 6.9212kJ/(kg·K), 100°C 饱和水蒸汽比焓 2676.1kJ/kg, 比熵为 7.3549kJ/(kg·K))
4. 证明:  $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_s = \frac{k}{k-1} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$
5. 蒸汽稳定流过一个绝热的涡轮, 进口的蒸汽条件是 4 MPa, 500°C, 以及 80 m/s, 出口的条件是 30 kPa, 92% 质量以及 50 m/s。蒸汽的质量流率是 12 kg/s, 求解 1) 动能的改变; 2) 出口的能量; 3) 涡轮的进口面积。

Superheated water (Continued)

T °C	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg·K	P = 4.0 MPa (250.35°C)				P = 4.5 MPa (257.44°C)			
					v	u	h	s	v	u	h	s
Sat.	0.04978	2601.7	2800.8	6.0696	0.04406	2599.7	2798.0	6.0198				
275	0.05461	2668.9	2887.3	6.2312	0.04733	2651.4	2864.4	6.1429				
300	0.05887	2726.2	2961.7	6.3639	0.05138	2713.0	2944.2	6.2854				
350	0.06647	2827.4	3093.3	6.5843	0.05842	2818.6	3081.5	6.5153				
400	0.07343	2920.8	3214.5	6.7714	0.06477	2914.2	3205.7	6.7071				
450	0.08004	3011.0	3331.2	6.9386	0.07076	3005.8	3324.2	6.8770				
500	0.08644	3100.3	3446.0	7.0922	0.07652	3096.0	3440.4	7.0323				
600	0.09886	3279.4	3674.9	7.3706	0.08766	3276.4	3670.9	7.3127				

图 1 过热水的热力学参数

Saturated water—Pressure table

Press., P kPa	Sat. temp., T <sub>sat</sub> °C	Specific volume, m³/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg·K		
		Sat. liquid, v <sub>f</sub>	Sat. vapor, v <sub>g</sub>	Sat. liquid, u <sub>f</sub>	Evap., u <sub>fg</sub>	Sat. vapor, u <sub>g</sub>	Sat. liquid, h <sub>f</sub>	Evap., h <sub>fg</sub>	Sat. vapor, h <sub>g</sub>	Sat. liquid, s <sub>f</sub>	Evap., s <sub>fg</sub>	Sat. vapor, s <sub>g</sub>
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931

图 2 饱和水-压力表