

海军工程大学 2027 年博士研究生招生资格考试大纲

科目代码：3002

科目名称：高等工程热力学

一、考试要求

主要考查学生对高等工程热力学基本概念、基本定律、气体和蒸汽的基本热力性质与热力过程的理解与掌握；应用热力学基础理论和方法分析解决工程应用问题的能力。

二、考试内容

1. 热力学基本概念

热能在热机中转变成机械能的过程，热力系统，热力学状态及其基本状态参数，平衡状态、状态方程式、坐标图，工质的状态变化过程，过程功和热量，热力循环，热力学基本关系式，自由能与最大功定理，逸度及逸度系数，相与相律等。

2. 热力学基本定律

热力学第零定律，热力学第一定律，热力学能和总能，能量的传递和转化，焓，热力学第一定律的基本能量方程，稳定流动能量方程方程式及其应用；热力学第二定律的内涵，卡诺循环和多热源可逆循环分析，卡诺定理，熵、热力学第二定律的数学表达式，熵方程，孤立系统熵增原理，火用概念与火用分析。

3. 气体和蒸汽的热力性质与热力过程

理想气体的概念，理想气体的比热容、热力学能、焓和熵，水蒸气的饱和状态，水的汽化过程和临界点，水和水蒸气的状态参数及热力性质图表；理想气体混合物及湿空气，理想气体的可逆多变过程、定容过程、定压过程、定温过程、绝热过程和热力过程综合分析，水蒸气的基本热力过程；理想气体状态方程用于实际气体的偏差，范德瓦耳方程；化学热力学基础。

4. 热力学基础理论的工程应用

稳定流动的基本方程式，促使流速改变的条件，喷管的计算，背压变化时喷管内的流动过程，有摩擦的绝热流动，绝热节流；单级活塞式压气机的工作原理和理论耗功量，余隙容积的影响，多级压缩和级间冷却；活塞式内燃机循环、活塞式热机循环、燃气轮机装置循环、蒸汽动力装置循环、蒸汽-燃气联合循环、压缩空气制冷循环、压缩蒸气制冷循环、热泵循环等。

三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试，考试时间为 120 分钟，满分 100 分。

题型包括：填空题 30 分、选择题 12 分、问答（含作图）题 28 分、计算题 30 分。

四、参考书目

（1）《工程热力学》（第六版） 童钧耕，王丽伟，叶强主编，高等教育出版社，2022 年。

海军工程大学博士研究生招生资格考试

高等工程热力学 样卷

(科目代码 3002)

注意事项:

1. 本试卷共 2 页, 满分 100 分; 考试时间 120 分钟。
2. 所有试题都作答在答题纸(卡)上, 答在试卷上无效。
3. 考试结束后, 考生将答题纸(卡)和本试卷一同装入试卷袋后密封, 并在密封签上签名。

一、填空题(本大题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分)

1. 不存在任何能量不可逆损耗的_____过程是可逆过程。
2. 系统处于平衡态通常是指同时具备了热、_____、_____的平衡。
3. 在热力设备中, 取决于工质热力学状态并随工质流动而转移的能量为_____ (用物理量定义式表示)。
4. 理想气体的热力学能仅是_____的单值函数。
5. 在 $p-v$ 图上, _____过程线斜率最大, _____过程线斜率最小。
6. 卡诺定理说明: 在相同温度的高温热源和相同温度的低温热源之间工作的一切可逆循环, 其热效率_____, 与可逆循环的种类无关, 与_____也无关。
7. 范德瓦尔方程为_____, 该方程考虑了气体分子本身所占的体积和_____所产生的影响。
8. 不可能制造出从单一热源吸热, 使之全部转化为功_____的热力发动机。
9. 当初压和背压不变时, 若提高初温, 则蒸汽动力装置朗肯循环的热效率将_____。
10. 活塞式压气机, 当初态和增压比一定时, 随着多变指数 n 减小, 压缩的耗功_____。

二、单项选择题(本大题共 4 小题, 每小题 3 分, 共 12 分)

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 请将其代码填写在答题纸上对应题号内。错选、多选或未选均无分。

11. 空气进行 $n=0.7$ 的膨胀过程, 其能量转换关系为 ()。
A. $q>0, \Delta u>0, w>0$; B. $q<0, \Delta u>0, w<0$;
C. $q<0, \Delta u<0, w>0$; D. $q>0, \Delta u<0, w<0$ 。
12. 热力学第二定律的数学表达式可为 ()。
A. $\oint \delta q/T \geq 0$; B. $\Delta S \geq 0$; C. $(ds - \delta q/T) \geq 0$; D. $\eta_i = 1 - T_2/T_1$ 。
13. 亚音速空气流经渐扩截面管道, 出口流速 ()。
A. 大于入口流速; B. 小于入口流速;
C. 等于入口流速; D. 等于当地音速。
14. 燃气轮机装置定压加热理想循环的热效率仅取决于 ()。
A. 吸热量; B. 压缩过程的终温;
C. 吸热过程的终温; D. 压缩过程的终温与初温之比。

三、问答题(本大题共 2 小题, 每小题 7 分, 共 14 分)

15. 采用两级级间冷却的压气机, 若进口压力与出口压力分别为 p_1 和 p_3 , 则其最有利的中间压力 p_2 与 p_1 和 p_3 的关系如何? 这样选取 p_2 有哪些好处?

16. 理想气体由某一初态, 分别经可逆绝热过程 1-2 和不可逆绝热过程 1-2' 膨胀到同一终温, 试问这两个过程的功有何关系? 为什么?

四、作图题 (本大题共 2 小题, 每小题 7 分, 共 14 分)

17. 闭系里的理想气体作不可逆绝热膨胀 1-2, 设环境温度 $T_0 < T_2$, 试在 T-s 图上用面积表示膨胀功和作功能力损失。

18. 当初态、最高压力和吸热量相同时, 画 T-s 图并比较说明活塞式内燃机三种理想循环热效率的高低。

五、计算题 (本大题共 3 小题, 每小题 10 分, 共 30 分)

19. 空气在压气机中被压缩, 压缩前后的参数分别为 $p_1=1\text{bar}$ 、 $v_1=0.845\text{m}^3/\text{kg}$, $p_2=8\text{bar}$, $v_2=0.175\text{m}^3/\text{kg}$ 。若在压缩过程中每 kg 空气的热力学能增加 146.5kJ 并对外放热 50kJ, 求压缩过程中对每 kg 气体所作的功及每生产 1kg 压缩空气所需的功。

20. 在 -23°C 的仓库, 有一只容积为 0.04m^3 的氧气瓶, 其表压力为 150bar。领来车间后长期未使用。经一段时间后, 在车间温度 17°C 下, 指示压力为 152bar, 当地的大气压 $p_b=1\text{bar}$, 试计算氧气瓶漏气量。

21. 某热机工作于 $T_1=1000\text{K}$ 的高温热源和 $T_2=300\text{K}$ 的低温热源之间。若工质从高温热源吸取 1000kJ 热量, 则:

(1) 当热机中的工质按卡诺循环工作时, 求对外输出净功和理想循环的热效率。

(2) 当工质在 $T_1'=800\text{K}$ 时定温吸热、在 $T_2'=350\text{K}$ 时定温放热, 在绝热膨胀和绝热压缩过程中工质的熵分别增加 0.3kJ/K , 求对外输出的净功、实际循环的热效率、包括工质及两个热源在内的系统熵变化量及不可逆性造成的作功能力损失。(环境温度 $T_0=300\text{K}$)