

上海交通大学国家电投智慧能源创新学院

硕士统考初试专业课大纲

*考试科目	工程热力学
*考试形式	闭卷考试，3 小时，满分 150 分
*考试内容范围	一 基本概念 1. 系统： 系统、外界、边界；开口系（控制容积）、闭口系（控制质量）；绝热系；孤立系；简单可压缩系。 2. 平衡状态和状态参数： 平衡状态、平衡状态的充要条件；平衡与稳定；状态参数，系统两状态相同的判定；状态参数的特征；强度量与广延量；状态参数图与平衡状态。 3. 温度和压力： 温度的物理概念；热力学温标、国际摄氏温标与热力学温标的关系、压力、压力的单位、系统绝对压力、表压力、真空度。 4. 状态方程 理想气体的状态方程、气体常数、通用气体常数；范德瓦尔方程、维里方程。 5. 准静态过程和可逆过程： 准静态过程、可逆过程；可逆过程与准静态过程关系；可逆过程和准静态过程在状态参数图上的表示。 6. 循环： 循环、循环特性、正向循环（动力循环）、逆向循环（制冷循环和热泵循环）；可逆循环；循环的经济性指标。 7. 功和热量： 功和热量的定义、特征；可逆过程中的容积变化功（膨胀功或压缩功）及在压容图中的表示；可逆过程的热量及在温熵图中的表示。 二 气体的性质 1. 理想气体及其混合气的性质： 理想气体、标准状态理想气体的摩尔体积；气体的比热容、理想气体的比定压热容与比定容热容；理想气体比热容比（理想气体的比热容比等于绝热指数）；迈耶公式；理想气体的比定压热容恒大于比定容热容。理想气体的热力学能（亦称内能）与焓、任意过程的热力学能及焓的变化量；理想气体熵变的定义、计算式。 理想气体混合气体、折合分子量、折合气体常数； 质量分数、摩尔分数、体积分数及相互关系；折合分子量和折合气体常数计算。理想气体混合气的分压力定律和分体积定律；利用摩尔分数计算分压力。混合气体的比热容、热力学能、焓及混合气过程的熵变计算式。 2. 水和蒸汽的性质： 饱和状态、饱和状态的温度和压力一一对应、克拉贝隆—克劳修斯方程；水定压汽化过程的压容图和温熵图；临界点、饱和液线、饱和干蒸汽线、未饱和液区、湿蒸汽区和过热区、过冷液、饱和液、湿饱和蒸汽、干饱和蒸汽和过

热蒸汽；干度、湿饱和蒸气比体积、热力学能、焓及熵的计算；汽化潜热。

3. 湿空气：湿空气、水蒸气的分压力及干空气分压力；饱和湿空气、湿空气的吸湿能力、使空气达到饱和的途径；绝对湿度、相对湿度、含湿量；湿空气的焓和焓—湿图。

三 气体的热力过程

1. 理想气体的基本热力过程：多变过程、定压过程、定温过程、定熵过程（可逆绝热过程）、定容过程及过程方程、在 $p-v$ 图和 $T-s$ 图上的表示；理想气体多变过程中热力学能、焓及熵变计算；多变过程中气体的比热容；多变过程中的容积变化功、多变过程中的技术功、多变过程的热量； $p-v$ 图及 $T-s$ 图各参数的变化规律。

2. 水蒸气的基本热力过程：水蒸气定压过程的热量、水蒸气绝热过程的功、水蒸气定容过程压力和干度变化规律；水蒸气的节流。

3. 湿空气的热力过程：湿空气加热过程、冷却去湿过程、绝热增湿过程、绝热混合过程、干燥过程的参数、热量和析水量；湿空气节流。

四 热力学基本定律

1. 膨胀功、技术功和流动功：可逆过程的容积变化功；技术功、技术功的计算及在 $p-v$ 图上表示；内部功、轴功；推动功、流动功。

2. 热力学第一定律的实质及数学表达式：热力学第一定律基本表述和一般表达式；闭口系第一定律的解析式及在过程、循环和孤立系中的应用；稳流开系第一定律表达式。

3. 热力学第二定律的基本表述：克劳修斯表述、开尔文表述、孤立系统熵增

4. 卡诺循环和卡诺定理：卡诺循环的组成、卡诺循环的热效率、卡诺制冷循环的制冷系数和卡诺热泵循环的供暖系数；卡诺定理及其推论。

5. 平均吸（放）热温度和多热源热机的热效率：系统在可逆过程中的平均吸（放）热温度、多热源可逆循环的热效率和概括性卡诺循环（如斯特林循环）的热效率。

6. 克劳修斯积分和热力学第二定律的数学表达式：克劳修斯积分不等式和积分等式、热力学第二定律的数学表达式、孤立系统的熵增原理及过程进行判据。

7. 熵和熵方程：熵的定义、不可逆过程熵变的计算；熵流、熵产；一般开系熵方程、闭口系熵方程、稳态稳流系统熵方程。

8. 作功能力损失与熵产：热量的可用能、闭口系的作功能力、稳流开系的作功能力、系统作功能力损失和熵产。

五 气体的流动与压缩

1. 喷管内气体的流动：气体在喷管（或扩压管）内流速变化的压力条件和几何条件；滞止过程、滞止参数；音速、马赫数；临界截面、临界压力、临界温度、临界

压力比；喷管内流速和流量分析及计算、背压和背压对收缩喷管及缩放喷管的流速和流量的影响；气体在扩压管中流动；速度系数和能量损失系数及气体在喷管内不可逆流动。

2. 绝热节流：绝热节流的特征、气体的焦耳—汤姆逊系数、转回温度和转回曲线。

3. 压气机的热力过程：压气机分类和特征；单级活塞式压气机的理论耗功；余隙容积、余隙容积比、容积效率、余隙容积对压气机理论耗功的影响；多级压缩级间冷却及各级的增压比、多级压缩级间冷却耗功计算、活塞式压气机定温效率；叶轮式压气机绝热效率及压气机所需的功。

六 热力循环

1. 循环分析的目的和方法：循环分析的目的和方法；第一定律分析法、第二定律分析法；空气标准假设。

2. 活塞式内燃机循环：活塞式内燃机混合加热理想循环（又称萨巴德循环）构成、循环的特性参数及特性点参数计算；循环热效率及特性参数对热效率的影响分析；活塞式内燃机定压加热理想循环（又称狄塞尔循环）构成、循环的特性参数及特性点参数计算；循环热效率及特性参数对热效率的影响分析；活塞式内燃机定容加热理想循环（又称奥托循环）构成、循环的特性参数及特性点参数计算；循环热效率及特性参数对热效率的影响分析；活塞式内燃机各种理想循环的热力学比较。

3. 燃气轮机装置循环：燃气轮机装置定压加热的理想循环（又称布雷顿循环）的构成、循环增压比、循环增温比、装置热效率计算及分析；燃气轮机装置定压加热的实际循环、压气机绝热效率、燃气轮机的相对内效率、循环内部热效率；回热和回热度；回热的基础上分级压缩、中间冷却和分级膨胀、中间再热。

4. 蒸汽动力装置循环：基本蒸汽动力循环—朗肯循环构成、压容图和温熵图、利用图或表确定各状态点参数、朗肯循环的热效率；蒸汽参数对热效率影响的分析；有摩阻的实际循环、汽轮机的相对内效率、循环内部热效率；理想耗汽率、内部功耗汽率、有效功耗汽率；再热循环构成、压容图和温熵图、利用图或表确定各状态点参数、循环的热效率和分析；抽汽回热循环构成、压容图和温熵图、抽汽量、利用图或表确定各状态点参数、循环的热效率和分析。

5. 制冷装置循环：逆向卡诺循环；制冷量；压缩空气制冷循环构成及温熵图、制冷系数、制冷量与循环增压比关系；回热式压缩空气制冷循环；压缩蒸汽制冷循环构成、温熵图和压焓图、利用图或表确定各状态点参数、制冷系数；制冷剂性质；热泵循环的一般概念。

七 热力学一般关系式及实际气体性质

1. 热力学参数的定义、物理意义及其相互关系：亥姆霍兹函数、吉布斯函数、定压膨胀系数、等温压缩率、温度压力系数。

	2. 热力学一般关系式：吉布斯方程，麦克斯韦关系，熵、热力学能、焓及比热容的一般表达式，定容比热与定压比热的普遍关系。 3. 实际气体状态方程及对应态原理：范德瓦尔斯状态方程、压缩因子及其物理意义、对比参数、对应态原理；通用压缩因子图。
*参考书目	《工程热力学》童钧耕、王丽伟、叶强主编，高等教育出版社，2022 年 2 月第六版，ISBN：978-7-04-057243-8； 《工程热力学学习辅导与习题解答》童钧耕主编，高等教育出版社，2023 年 6 月第四版。ISBN：978-7-04-060349-1。
备注	考试不可以使用计算器。