

# 811 热工理论 考试大纲

## 一、考试性质与范围

“传热学”与“工程热力学”是热能与动力工程专业的学科基础课程。传热学是研究由温差引起的热能传递规律的科学;工程热力学是研究热能和和其它形式能量(特别是机械能)相互转换规律以及提高能量利用经济性的科学。

考试性质:考查考生对传热学、热力学的基本概念和基本定律的理解和掌握,运用这些知识去分析、求解有关热工问题的能力。

考试范围:热力过程、热力循环和热量传递过程的基本知识与基本定律,分析工程传热学、工程热力学问题的基本能力,计算热工问题的基本方法及相应的计算能力,解决能量传递与转换问题,提高能量利用率。

## 二、考试基本要求

要求考生全面系统地掌握传热学的导热、对流、辐射三种基本热能传递方式的基本规律,并能灵活运用这些规律进行各种传热过程的分析计算,包括换热器的设计与校核,具有较强的综合分析问题和解决问题的能力。

要求考生熟练掌握工程热力学的基本概念、基本定律和基本方法,掌握常用工质热力学性质基本热力过程与热力循环的分析计算方法,能够熟练地对典型的热力过程和循环进行热力学分析。包括:准确掌握热能和机械能相互转换的基本规律;掌握热力过程和热力循环的热力学分析方法,深刻了解提高能量利用经济性的基本原则和主要途径;能熟练运用常用工质的物性公式进行热力计算。

## 三、考试形式与分值

1. 答卷方式:闭卷,笔试;
2. 答题时间:3小时;
3. 试卷分数:满分为150分;
4. 试卷结构及考查比例:试卷主要分为两大部分
  - 传热学部分:简答题约占13%,计算题约占37%;
  - 热力学部分:简答题约占18%,计算分析题约占32%。

## 四、考试内容

- 传热学部分

## 1. 热传导的基本概念和方程

导热的基本概念，热导率，热扩散率，傅立叶定律，导热微分方程，求解导热微分方程的定解条件。熟练掌握温度场、温度梯度、热流密度、热流和热量等基本概念，及导热问题的数学模型的建立：导热微分方程、边界条件与初始条件。

## 2. 稳态导热

平壁、圆筒壁、球壳的一维导热。单层和多层壁的一维导热。具有内热源的一维稳态导热。肋片的导热，肋效率。接触热阻、热阻网络图、临界绝热半径。多维稳态导热。熟练掌握本章基本概念、基本理论及导热计算。

## 3. 非稳态导热

非稳态导热的基本概念。无限薄材加热或冷却的集中参数法。无限大平板、无限长圆柱体、球体和半无限大物体非稳态导热问题的求解。多维非稳态导热的计算。熟练掌握本章基本概念、基本理论及导热计算。

## 4. 导热的数值解法

稳态和非稳态导热的数值解法：空间/时间离散化，节点差分方程的建立和求解。熟练掌握本章基本概念、基本方法及导热数值计算。

## 5. 强制对流换热

对流换热定义。对流换热问题的完整数学描述。边界层对流换热微分方程组的建立和求解。动量及热量的类比、相似原理在对流换热上的应用。外掠平板、单管、管束的强制对流换热和管内受迫对流换热。熟练掌握本章基本概念、基本理论及对流换热计算。

## 6. 自然对流换热

自然对流机理。浮升力。大空间、有限空间自然流动换热。熟练掌握本章基本概念、基本理论及对流换热计算。

## 7. 沸腾换热和凝结换热

沸腾换热和凝结换热。了解沸腾曲线上各状态间的区别，了解影响沸腾曲线的主要因素，了解凝结换热的基本概念。

## 8. 辐射换热

热辐射的本质、概念及基本定义。黑体与灰体。普朗克定律，斯蒂芬-玻尔兹曼定律，维恩位移定律，兰贝特定律，克希荷夫（基尔霍夫）定律。辐射角系数的定义、基本性质和计算方法。两表面和多表面系统的辐射换热计算。辐射热阻与网络求解法。辐射遮热板。气体辐射的特点和贝尔定律，具有吸收-透过性介质的辐射换热。熟练掌握本章基本概念、基本理论及辐射换热计算。

## 9. 换热器

换热器的类型和原理，换热器的设计和校核计算。对数平均温差法、效能-传热单元数法。强化/削弱传热的方法。熟练掌握本章基本概念、基本理论及传热计算。

## ● 工程热力学部分

### 1. 基本概念

热力系统，状态与状态参数，平衡状态，准静态过程，可逆过程，稳定流动，膨胀功、技术功、流动功和轴功，功与热量，能量的数量和品质。热力系统、平衡状态、状态参数及其数学特征；准平衡过程、可逆过程以及可逆过程中的功和热量在状态参数图上的表示。

### 2. 热力学第一定律

闭口系统能量方程，开口系统能量方程，稳定流动能量方程，热力学能、焓的定义及其

物理意义；可逆过程的容积变化功、推动功、轴功和技术功的计算及在  $p-v$  图或  $T-s$  图上的表示；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；稳定流动开口系第一定律表达式。

### 3. 气体和蒸汽的性质

理想气体模型，理想气体状态方程及通用气体常数，理想气体的比热，理想气体的热力学能、焓、熵及其计算；水蒸汽的发生过程，水蒸气的饱和状态和相图，水蒸气的基本热力过程，水蒸汽图表结构和应用，水蒸汽的状态及其状态参数的确定。

### 4. 气体和蒸汽的基本热力过程

理想气体状态方程；理想气体基本过程与多变过程的分析；理想气体多变过程中热力学能、焓、熵变、容积变化功、技术功和热量的计算；应用  $p-v$  图或  $T-s$  图分析多变过程。蒸气的定压过程和绝热过程分析及其在  $p-v$  图或  $T-s$  图上的表示；蒸气热力过程的热量和功量的计算。

### 5. 热力学第二定律

热力学第二定律的经典表述、卡诺循环及定理、克劳修斯不等式和孤立系统熵增原理；卡诺循环的效率、卡诺定理及其推论；热力学第二定律的数学表达式；不可逆过程熵变的计算；熵的定义及其物理意义；熵流、熵产以及熵方程；孤立系统的熵增原理；热量的可用能、系统作功能力损失。利用热力学第二定律及其定理正确地判断热力学系统和过程的进行方向和各种可逆循环的热效率。

### 6. 压气机的热力过程

压气机分类和特征；不同压缩过程状态参数的变化规律、耗功计算以及压气机的耗功计算；活塞式压气机理论耗功、余隙容积对活塞式压气机工作特性的影响；多级压缩，中间冷却的最佳中间压力及耗功计算。

### 7. 气体动力循环

循环分析的一般方法、循环抽象与简化、标准空气假设、活塞式内燃机循环抽象与简化、活塞式内燃机的混合加热理想循环、定压加热理想循环和定容加热理想循环分析、活塞式内燃机的特性参数：压缩比、定容增压比、定压预胀比及它们对热效率及循环净功的影响、活塞式内燃机各种理想循环的热力学比较；燃气轮机装置的抽象与简化、燃气轮机装置的定压加热理想循环、循环增压比和增温比、燃气轮机装置理想循环分析、提高燃气轮机装置循环热效率的热力学措施。

### 8. 蒸汽动力装置循环

朗肯循环及热效率、蒸汽初参数对循环热效率的影响；再热循环分析、回热循环分析；各种循环的在  $p-v$  和  $T-s$  图上的表示及分析。

## 9. 动力装置、制冷装置及其循环

逆向循环的经济性指标及循环进行的条件；压缩气体制冷循环、制冷量和制冷系数及循环压力比的关系、回热式压缩气体制冷循环、热泵循环；压缩蒸气制冷循环分析、制冷工质性质表、制冷剂的性质。各种装置循环的工作流程及其热力过程在 T-s 图或 p-h 图上的表示；循环热力过程的热力分析；各种循环吸热量、放热量、循环净功、热效率或制冷系数的分析计算；循环能量利用经济性的影响因素及提高能量利用率方法和途径。

## 10. 理想混合气体及湿空气

理想混合气体的概念；理想气体混合物；理想混合气体的密度、气体常数以及比热容、热力学能、焓和熵的计算；湿空气、未饱和湿空气、饱和湿空气的含义；绝对湿度、相对湿度和含湿量的概念；湿空气的基本热力过程的分析与计算。

## 五、参考书

1. 陶文铨编著，《传热学》，高等教育出版社，2019年，第五版
2. Yunus A Çengel, Afshin J. Ghajar 著，冯妍卉，豆瑞锋，冯黛丽，邱琳，张欣欣 改编. 《传热与传质，Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications(fifth edition)》，高等教育出版社，2020年，第二版
3. 沈维道，童钧耕主编，《工程热力学》，高等教育出版社，2007，第四版
4. 传热传质学\_北京科技大学\_中国大学 MOOC(慕课) (icourse163.org): [https://www.icourse163.org/course/0805USTB044-1206693832?outVendor=zw\\_mooc\\_pclszykctj\\_](https://www.icourse163.org/course/0805USTB044-1206693832?outVendor=zw_mooc_pclszykctj_)
5. 杨世铭，陶文铨，《传热学》，高等教育出版社，2006，第四版
6. Yunus A.Cengel 著，冯妍卉，贾力，张欣欣，彭晓峰改编，《传热学(第2版)(改编版)》，高等教育出版社，2007
7. 北京科技大学“传热传质学”课程网站——国家资源共享课：  
[http://www.icourses.cn/coursestatic/course\\_3642.html](http://www.icourses.cn/coursestatic/course_3642.html)