

2014 年在职攻读能源工程学系工程硕士 (动力工程专业) 专业课考试大纲

一、参考书目:

- 1)、《传热学》(第四版) 杨世铭、陶文铨编著, 高等教育出版社;
- 2)、内容类似的其它教科书;

二、考试大纲

基本要求:

- 1) 掌握有关热量传递规律的基本概念、基本定律和基本计算方法;
- 2) 掌握导热、对流、热辐射和换热器的基本概念、基本定律、基本特点和基本关系式, 并能熟练应用;
- 3) 掌握工程传热问题的基本计算方法, 并具备相应的计算能力;
- 4) 能运用有关传热基本知识分析工程传热问题, 解释和分析有关传热过程和传热现象。

第一章 绪论

(一) 课程内容

- 第 1 节 传热学的研究内容及应用
- 第 2 节 热能传递的三种基本方式
- 第 3 节 传热过程和传热系数

(二) 要求

了解传热学的基本概念、三种传热模式及其基本规律, 了解传热过程、传热系数和传热热阻, 能够运用三种传递热量的基本方式分析热量传递过程中各个环节的换热方式, 应用热阻的概念进行简单传热过程的计算和分析。

本章的重点是三种基本传热模式、传热过程分析及热阻分析法。

考核知识点与考核要求:

- 1、三种基本传热模式的基本概念和基本计算式, 要求达到“识记”层次。
 - 1.1 热流量和热流密度的概念、单位及相互关系。
 - 1.2 热传导的基本概念和傅里叶定律的基本式。
 - 1.3 热对流的基本概念、对流表面传热系数和牛顿冷却公式。
 - 1.4 热辐射的基本概念和斯蒂潘-玻尔兹曼定律(四次方定律)。
- 2、传热过程和传热系数的基本概念和基本计算式, 达到“识记”层次。
 - 2.1 传热系数和传热热阻的定义、单位及相互关系。
 - 2.2 传热系数、传热热阻与热流和温度的关系。
- 3、对流传热表面传热系数与传热系数的应用, 达到“简单应用”层次。
 - 3.1 对流传热表面传热系数的大致数值范围, 定性了解。
 - 3.2 传热系数的大致数值范围, 定性了解。
 - 3.3 传热环节、传热过程与传热热阻分析。

第二章 稳态热传导

(一) 课程内容

- 第 1 节 导热基本定律
- 第 2 节 导热问题的数值描写
- 第 3 节 典型一维导热问题的分析解
- 第 4 节 通过肋片的导热

(二) 要求

掌握傅里叶定律, 了解导热系数及其主要影响因素和各类材料的大致数值情况, 了解变导热系数问题的处理方法, 理解各向同性物体导热问题的导热微分方程式及定解条件, 能计算常物性无内热源的一维稳态导热问题, 掌握热阻分析方法及其在多层壁导热计算中的应用, 会分析和计算等截面直肋和环肋

的导热问题。

本章的重点是傅里叶定律、导热微分方程及定解条件、一维稳态无内热源导热问题的计算求解。

考核知识点与考核要求:

- 1、导热基本定律——傅立叶定律，要求达到“识记”层次。
 - 1.1 傅立叶定律的基本表达式和向量表达式。
 - 1.2 傅立叶定律中各个符号的名称、物理意义及单位。
 - 1.3 傅立叶定律的适用范围。
- 2、导热系数和导温系数，达到“领会”层次。
 - 2.1 各类材料的导热机理、导热系数 λ 与哪些因素有关。
 - 2.2 导热系数 λ 的大致范围（定性）。
 - 2.3 保温材料的定义及多孔材料等保温材料的基本保温机理。
 - 2.4 热扩散率（导温系数）的定义及与导热系数的区别与联系。
- 3、导热微分方程及其定解条件。
 - 3.1 导热微分方程的推导依据以及直角坐标下几种典型方程的适用条件，达到“领会”层次。
 - 3.2 三类边界条件和初始条件，达到“识记”层次。
- 4、一维稳态无内热源导热问题的计算，达到“识记”层次。
 - 4.1 单层与多层平壁的温度分布曲线、平壁导热热阻。
 - 4.2 单层与多层圆筒壁的温度分布曲线、圆筒壁导热热阻。
 - 4.3 肋片的作用、肋效率定义及利用肋效率计算单个肋片散热量。
 - 4.4 肋面总效率、肋化系数及肋化表面的散热量计算。
 - 4.5 利用肋片导热解分析温度计套管的测温误差。

第三章 非稳态热传导

(一) 课程内容

- 第 1 节 非稳态导热的基本概念
- 第 2 节 集中参数法
- 第 3 节 典型一维物体非稳态导热的分析解

(二) 要求

掌握非稳态导热过程的特点及热扩散率，了解集中参数法的适用条件，能用集中参数法分析计算非稳态导热问题，能用诺谟图计算一维平壁和圆柱及简单形状多维物体的非稳态导热问题。

本章的重点是非稳态导热的基本概念和集中参数法的应用。

考核知识点与考核要求:

- 1、非稳态导热过程的基本概念及特点，达到“识记”层次。
 - 1.1 非稳态导热特点、温度场及正规热状况阶段的概念。
 - 1.2 Bi 数和 Fo 数的表达式、物理意义及其对温度分布的影响。
- 2、集中参数法，达到“识记”层次。
 - 2.1 原理和适用范围。
 - 2.2 计算式及其应用。
 - 2.3 时间常数、加热与冷却速度比较。
- 3、诺谟图的应用范围及多维问题求解的乘法，达到“理解”层次。

第五章 对流传热的理论基础

(一) 课程内容

- 第 1 节 对流传热概说
- 第 2 节 对流传热问题的数学描写
- 第 3 节 边界层型对流传热问题的数学描写
- 第 4 节 流体外掠平板传热层流分析解及比拟理论

(二) 要求

掌握牛顿冷却公式和速度边界层与温度边界层的概念，了解对流传热的机理和影响因素、对流传热现象的分类和研究方法，以及如何通过温度场计算表面传热系数。

本章的重点是牛顿冷却公式、对流传热的影响因素、速度边界层与温度边界层的概念及其应用，以及雷诺比拟。

考核知识点与考核要求：

- 1、对流传热的基本公式，达到“识记”层次。
 - 1.1 牛顿冷却公式及其应用。
 - 1.2 从温度场 t 求解表面传热系数 h 的换热微分方程。
 - 1.3 影响 h 的因素。
- 2、边界层理论，达到“领会”层次。
 - 2.1 速度边界层与温度边界层的定义及边界层的形成和发展。
 - 2.2 边界层类型流动与传热的基本特点。
 - 2.3 导出边界层方程的数量级比较法。
 - 2.4 求解 h 的几种方法的特点。
- 3、Nu 数、Re 数、Pr 数及 St 数的定义及物理意义，达到“识记”层次。
- 4、比拟理论，达到“领会”层次。
 - 4.1 比拟理论的基本思想。
 - 4.2 雷诺比拟的基本思想、结果及适用范围。
 - 4.3 紊流切应力和紊流热流密度。
 - 4.4 雷诺比拟的修正。

第六章 单相对流传热的实验关联式

(一) 课程内容

- 第 1 节 相似原理
- 第 2 节 相似原理的应用
- 第 3 节 内部强制对流传热的实验关联式
- 第 4 节 外部强制对流传热
- 第 5 节 大空间与有限空间内自然对流传热的实验关联式

(二) 要求

理解相似原理在指导对流换热实验的安排及数据处理方面的作用，掌握管内流动换热入口段及充分发展段的概念，能选用合适的公式计算：管内层、紊流换热、外掠单管及管束的换热、以及简单形状物体的大空间自然对流换热，了解有限空间自然对流换热的特点。

本章的重点是能用合适的准则方程式计算外掠平板、圆柱和管内的强制对流换热，竖壁及横圆柱在大空间的自然对流换热，会分析有关问题。

考核知识点与考核要求：

- 1、相似原理。
 - 1.1 两个同类物理现象相似的充要条件，达到“识记”层次。
 - 1.2 相似理论的作用，达到“领会”层次。
 - 1.3 临界 Re 数、定性温度、特征尺度及特征速度，达到“领会”层次。
 - 1.4 几个常用相似准则数的定义及物理意义，达到“识记”层次。
- 2、内部强制对流传热实验关联式的应用。
 - 2.1 入口段与充分发展段的 h ，达到“识记”层次。
 - 2.2 实验关联式的应用，达到“领会及计算应用”层次。
 - 2.3 入口段效应和弯管效应，达到“领会及分析应用”层次。
- 3、外部强制对流传热实验关联式的应用。
 - 3.1 流体流过平板的边界层的形成和发展，达到“领会”层次。
 - 3.2 流体横掠单管流动的特点及边界层分离，达到“理解”层次。

3.3 管束的排列方式（叉排和顺排）的特点，对流动和传热的影响，达到“领会和分析应用”层次。

3.4 实验关联式的应用，达到“领会及计算应用”层次。

4、自然对流传热实验关联式的应用。

4.1 自然对流的定义和起因，达到“识记”层次。

4.2 大空间自然对流边界层中的速度与温度分布，达到“领会”层次。

4.3 Gr 数的定义及物理意义，有限空间中的 Gr 数，达到“识记”层次。

4.4 自模化现象，达到“领会”层次。

4.5 实验关联式的应用，达到“领会及计算应用”层次。

第七章 相变对流传热

（一）课程内容

第1节 凝结传热的模式

第2节 膜状凝结分析解及其计算关联式

第3节 膜状凝结的影响因素及其传热强化

第4节 沸腾传热的模式

第5节 大容器沸腾传热的实验关联式

（二）要求

了解珠状凝结和膜状凝结现象，理解大容器饱和沸腾曲线各段的沸腾状态，了解影响凝结换热与沸腾换热的主要因素，能计算层流膜状凝结及大容器中的核态沸腾换热。

本章的重点是膜状凝结的热阻、膜状凝结的主要影响因素和影响情况，大容器饱和沸腾的沸腾曲线、沸腾的主要影响因素以及临界热流密度。

考核知识点与考核要求

1、凝结换热。

1.1 两种凝结形式及其成因，达到“领会”层次。

1.2 膜状凝结的主要热阻，达到“识记”层次。

1.3 Nusselt 简化假定，达到“领会”层次。

1.4 膜状凝结换热的影响因素分析以及强化换热的基本原则，达到“领会”层次。

2、沸腾换热。

2.1 沸腾的种类，达到“领会”层次。

2.2 沸腾曲线，达到“识记”层次。

2.3 影响大容器沸腾的关键因素，达到“领会”层次。

2.4 临界热流密度和烧毁点，达到“识记”层次。

第八章 热辐射基本定律和辐射特性

（一）课程内容

第1节 热辐射现象的基本概念

第2节 黑体热辐射的基本定律

第3节 固体和液体的辐射特性

第4节 实际物体对辐射能的吸收和辐射的关系

（二）要求

了解热辐射的本质，掌握黑体、灰体、漫射体、黑度、吸收率、反射率及穿透率的概念，掌握斯蒂芬-波尔兹曼定律及基尔霍夫定律，理解普朗克定律、维恩位移定律及兰贝特定律，了解影响实际物体表面辐射特性的因素，理解与分析温室效应。

本章的重点是热辐射的相关基本概念和基本定律，以及基本定律的适用条件。

考核知识点与考核要求：

1、热辐射相关的基本概念，达到“识记”层次。

1.1 热辐射的定义和特点。

1.2 黑体、白体、灰体、漫射体、镜体、透明体的定义及特点。

1.3 吸收率、反射率、穿透率、黑度、发射率的概念。

1.4 人工黑体模型。

1.5 辐射力、定向辐射强度的概念及其相互关系。

2、辐射基本定律。

2.1 斯蒂芬-波尔兹曼定律及其应用，达到“识记”层次。

2.2 普朗克定律、兰贝特定律，达到“理解”层次。

2.3 维恩位移定律及其应用，达到“识记”层次。

2.4 三个层次上的基尔霍夫定律，达到“领会”层次。

3、温室效应，达到“领会与分析应用”层次。

第九章 辐射传热的计算

(一)课程内容

第1节 辐射传热的角系数

第2节 两表面封闭系统的辐射传热

第3节 多表面系统的辐射传热

第4节 气体辐射的特点及计算

第5节 辐射传热的控制（强化与削弱）

第6节 综合传热问题分析

(二)要求

理解角系数及有效辐射的概念，能用代数分析法及图线法计算常见几何结构的角系数，能计算充满透热介质的由二个和三个灰体表面组成的封闭空腔中每个表面的净辐射换热量和表面之间的辐射换热量，理解遮热板原理，了解气体辐射的特点。

本章的重点是辐射换热的基本概念和基本计算方法。

考核知识点与考核要求：

1、角系数及其算法。

1.1 角系数的定义和相关性质，达到“识记”层次。

1.2 代数分析法计算角系数，达到“领会及计算应用”层次。

2、辐射换热计算的网路法。

2.1 有效辐射的定义和表达式，达到“识记”层次。

2.2 空间热阻和表面热阻的表达式，达到“识记”层次。

2.3 两个或三个灰表面组成的封闭系统的辐射网路图，达到“领会及计算应用”层次。

2.4 遮热板（或遮热罩）的原理及计算，达到“领会及计算应用”层次。

2.5 具有重辐射面问题的计算，达到“领会及计算应用”层次。

3、气体辐射的特点及辐射传递规律（贝尔定律），达到“识记”层次。

4、大气温室效应，达到“领会和分析应用”层次。

5、辐射换热的强化和削弱，达到“领会和分析应用”层次。

6、提高热电偶测温精度、太阳能集热器等辐射与对流综合传热问题，达到“领会和综合分析”层次。

第十章 传热过程分析与换热器的热计算

(一)课程内容

第1节 传热过程的分析和计算

第2节 换热器的类型

第3节 换热器中传热过程平均温差的计算

第4节 间壁式换热器的热设计

第5节 热量传递过程的控制（强化与削弱）

(二)要求

理解传热过程及传热系数，掌握传热量的计算方法，熟悉强化和削弱热量传递过程的原理和技术手段，能应用热阻概念综合分析热量传递过程，了解工程上常见换热器的类型，能对间壁式换热器用对数

平均温差法及传热单元数法进行设计与校核计算。

本章的重点是传热过程分析及传热系数计算，对数平均温差计算，利用热阻进行分析，以及利用对数平均温差法进行换热器的设计与校核计算。

考核知识点与考核要求：

- 1、传热过程的分析 and 计算，达到“领会和计算应用”层次。
 - 1.1 通过平壁的传热热阻和传热系数。
 - 1.2 通过圆筒壁的传热热阻和传热系数。
 - 1.3 通过肋壁的传热热阻和传热系数。
 - 1.4 有污垢热阻时的传热系数。
 - 1.5 临界热绝缘直径的表达式、意义、应用及其分析和计算。
- 2、换热器的设计与校核。
 - 2.1 换热器的类型，达到“理解”层次。
 - 2.2 传热基本方程和热平衡方程，达到“识记”层次。
 - 2.3 顺流、逆流、交叉流时的对数平均温差计算式，达到“识记”层次。
 - 2.4 换热器顺流与逆流等流动布置方式的特点和比较，达到“领会和分析应用”层次。
 - 2.5 换热器设计和校核的平均温差法，达到“领会和计算应用”层次。
- 3、强化传热和隔热保温技术，达到“领会和分析应用”层次。

三、试题类型：

- 填空题（15 题，共 30 分）
- 简答题（4 题，共 24 分）
- 计算题（3 题，共 46 分）

附录 题型举例

一、填空题

1. 肋效率 η_f 的定义为_____（1）_____。
2. 管内强迫对流换热，影响表面对流传热系数的主要因素有_____（2）_____。
3. 已知一外径（直径）25mm、壁厚 2mm 的圆管，管壁材料的导热系数为 0.2 W/(m·K)，其单位长度的管壁导热热阻是_____（3）_____。

二、简答题

1. 请比较换热器顺流布置与逆流布置的特点，并说明在实际应用中如何选用。
2. 为什么泡沫塑料能够保温？请用传热学知识加以分析解释。

三、计算题

1. 有一直径 $d=200\text{mm}$ 的蒸汽管道，放在剖面为 $400\times 500\text{mm}^2$ 的砖砌沟中，管道表面的发射率 $\varepsilon_1=0.74$ ，砖砌沟的发射率 $\varepsilon_2=0.92$ ，蒸汽管道的表面温度为 150°C ，沟壁的表面温度为 50°C ，请画出辐射换热网络图，并求每米蒸汽管道的辐射热损失。（已知 $\sigma=5.67\times 10^{-8}\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}^4)$ ）