《锅炉原理及设备》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Boiler Principle & Equipment | **课程代码** | TEPE1020 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 热能与动力工程等专业 |
| **学 分** | 3.0 | **学 时** | 54 |
| **主讲教师** | 陶永明 | **修订日期** | 2021年2月18日 |
| **指定教材** | 樊泉桂主编.锅炉原理（第二版）.北京：中国电力出版社，2014 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《锅炉原理及设备》是一门热能与动力工程类专业必修课程。课程的总体目标是旨在帮助学生掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备。帮助学生掌握主要的燃烧和传热设备与技术。帮助学生掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法。帮助学生了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。为学生今后从事锅炉的设计、制造、运行或与热能与动力工程相关工作打下较好的理论基础。

（二）课程目标：

**课程目标1：**帮助学生掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备。

1.1帮助学生掌握电站锅炉的基本知识。

1.2 帮助学生掌握电煤特性。

1.3帮助学生掌握煤粉制备系统及常用设备。

**课程目标2：**帮助学生掌握主要的燃烧和传热设备与技术。

2.1帮助学生掌握主要的燃烧设备与技术。

2.2帮助学生掌握主要的传热设备与技术。

**课程目标3：**帮助学生掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法。

3.1帮助学生掌握燃烧计算方法。

3.2帮助学生掌握热平衡计算方法。

3.3帮助学生掌握传热计算方法。

3.4帮助学生掌握水循环计算方法。

**课程目标4：**帮助学生了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。

4.1帮助学生了解电站锅炉在安全方面的要求和发展方向。

4.2帮助学生了解电站锅炉在节能方面的要求和发展方向。

4.3帮助学生了解电站锅炉在环保方面的要求和发展方向。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 1.1 | 第一章 | 毕业要求2 |
| 1.2 | 第二章 | 毕业要求2 |
| 1.3 | 第四章 | 毕业要求2 |
| 课程目标2 | 2.1 | 第五章 | 毕业要求2 |
| 2.2 | 第六章、第七章 | 毕业要求2 |
| 课程目标3 | 3.1 | 第三章第一节至第六节 | 毕业要求2 |
| 3.2 | 第三章第七节 | 毕业要求2 |
| 3.3 | 第八章、第九章 | 毕业要求2 |
| 3.4 | 第十章 | 毕业要求2 |
| 课程目标4 | 4.1 | 第四章、第五章、第七章、第十章、第十一章 | 毕业要求2 |
| 4.2 | 第三章、第四章、第五章、第七章 | 毕业要求2 |
| 4.3 | 第五章 | 毕业要求2 |

**三、教学内容**

**第一章 概述**

1.教学目标

（1）掌握电站锅炉的基本知识。

（2）建立该类锅炉的基本概念。

2.教学重难点

（1）重点：理解锅炉的基本构造、工作过程

（2）难点：建立锅炉的概念

3.教学内容

第一节 锅炉机组的工作过程

一、电站锅炉的作用

二、锅炉机组的工作过程

第二节 锅炉机组的系统及其组成部件

一、系统

二、锅炉机组的组成部件

第三节 锅炉的容量、参数及其分类

一、电站锅炉的蒸汽参数及容量

二、锅炉的分类

4.教学方法

讲授与演示相结合：讲授过程中播放一些动画让学生了解典型的电站锅炉的结构和工作过程，建立锅炉的概念。

5.教学评价

思考题：

（1）电站锅炉的作用是什么？

（2）锅炉机组的工作过程是怎样的？

（3）锅炉机组由哪些系统和部件组成？

（4）电站锅炉的参数和容量指的什么，大概是多少？

（5）锅炉可以分成哪些类型？

**第二章 燃料及其燃烧特性**

1.教学目标

（1）掌握煤的元素分析和工业分析成分及其分析基准。

（2）掌握煤的发热量及相关概念。

（3）掌握煤灰的结渣和积灰特性判别。

（4）掌握煤的分类方法。

2.教学重难点

（1）掌握煤的元素分析和工业分析成分及其分析基准。

（2）掌握煤的发热量及相关概念。

（3）掌握煤灰的结渣和积灰特性判别。

3.教学内容

第一节 煤的元素分析和工业分析

一、元素分析成分

二、工业分析成分

第二节 煤的成分的计算基准

一、各种分析基准

二、各种分析基之间的关系

第三节 煤的发热量及相关概念

一、煤的发热量

二、相关概念

第四节 煤灰的结渣和积灰特性判别

一、煤灰的熔融特性

二、煤灰的结渣和积灰特性

第五节 煤的分类

一、我国煤的分类

二、电煤

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）什么是煤的元素分析成分和工业分析成分？

（2）煤有哪几种分析基准？

（3）如何确定煤的发热量？

（4）什么是标煤？

（5）煤灰的熔点是怎么测定的？

（6）什么是电厂设计煤种？

**第三章 燃料燃烧计算和锅炉机组热平衡**

1.教学目标

（1）掌握燃烧计算的原理和方法。

（2）掌握烟气分析的原理和方法。

（3）掌握空气、烟气的焓的概念及烟气焓温表。

（4）掌握锅炉热平衡概念、计算及方法。

2.教学重难点

（1）掌握燃烧计算。

（2）掌握热平衡计算。

（3）掌握烟气分析和热平衡试验的方法。

3.教学内容

第一节 燃烧过程的化学反应

一、碳、氢、硫的燃烧

第二节 燃烧所需的空气量

1. 理论空气量
2. 实际空气量和过量空气系数

三、漏风系数和空气平衡

第三节 燃烧产生的烟气量

1. 理论烟气量
2. 实际烟气量的计算

三、三原子气体的容积份额和飞灰浓度

第四节 烟气分析

1. 烟气分析的目的
2. 用奥氏烟气分析仪进行烟气分析
3. 其它烟气分析方法

第五节 燃烧方程式和运行中过量空气系数的确定

1. 燃烧方程式

二、运行中过量空气系数的确定

第六节 空气和烟气的焓

一、空气焓

二、烟气焓

第七节 锅炉机组的热平衡

一、锅炉的热平衡方程

二、锅炉输入热量

三、锅炉有效利用热

四、固体不完全燃烧热损失

五、气体不完全燃烧热损失

五、排烟热损失

六、散热损失

七、灰渣物理热损失

八、燃料消耗量

第八节 锅炉机组的热平衡试验

一、热平衡试验目的

二、确定锅炉机组热效率的方法

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）什么是理论空气量和理论烟气量？

（2）什么是漏风系数？

（3）奥氏烟气分析仪和氧化锆氧量计的原理和作用有什么不同？

（4）什么是理论烟气焓？

（5）热平衡的目的和试验方法是什么？

（6）锅炉的各项损失有哪些，分别如何确定？

**第四章 煤粉制备及系统**

1.教学目标

（1）掌握煤粉的特性。

（2）掌握各种磨煤机的结构、特点和工作原理。

（3）掌握各种制粉系统的构成、特点和要求。

2.教学重难点

（1）重点：掌握煤粉的安全特性。掌握各种磨煤机的结构、特点。掌握各种制粉系统的构成和特点。

（2）难点：理解磨煤机的结构。

3.教学内容

第一节 煤粉的一般特性

一、煤粉的流动性

二、自燃与爆炸性

三、堆积特性

四、影响煤的爆炸性和着火性的因素

五、安全运行的措施

第二节 煤粉细度和煤粉颗粒分布特性

一、煤粉细度

二、煤粉颗粒分布的特性

第三节 煤的可磨性系数和磨损指数

一、煤的可磨性系数

二、煤的磨损指数

第四节 磨煤机

一、低速磨煤机

二、中速磨煤机

三、高速磨煤机

第五节 制粉系统

一、直吹式制粉系统

二、中间储仓式制粉系统

第六节 制粉系统设备

一、粗粉分离器

二、细粉分离器

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）煤粉为什么具有流动性，如何确保制粉系统的安全？

（2）我国煤粉细度是如何来衡量的？

（3）低速磨煤机的原理是什么，有什么优缺点？

（4）中速磨煤机适合什么煤种？

（5）高速磨煤机有几种干燥原煤的方式？

（6）直吹式制粉系统与中间储仓式制粉系统有什么不同？

（7）粗粉分离器和细粉分离器分别用在什么场合？

**第五章 燃烧设备和煤粉燃烧新技术**

1.教学目标

（1）掌握常规的煤粉燃烧设备和技术。

（2）掌握煤粉燃烧的新技术。

（3）掌握循环流化床锅炉的工作原理、特点和构成。

2.教学重难点

（1）掌握四角切圆燃烧和旋流燃烧的原理。

（2）掌握低负荷稳燃和低氮燃烧技术。

（3）掌握循环流化床锅炉的工作原理、特点和构成。

3.教学内容

第一节 概述

一、概述

第二节 直流式煤粉燃烧器

一、直流煤粉燃烧器的特点

二、直流煤粉燃烧器的类型

三、四角布置直流燃烧器的工作原理

四、四角切圆燃烧的气流偏斜及切圆直径

五、一次风与二次风

六、三次风、周界风、夹心风

七、摆动式燃烧器

八、四角切圆燃烧锅炉的残余旋转

第三节 旋流式煤粉燃烧器

一、旋流式燃烧器的工作原理

二、可动叶片双调风旋流燃烧器

三、双调风燃烧器的燃烧过程

四、蜗壳式燃烧器

五、旋流式燃烧器的布置与供风方式

六、单只燃烧器的热功率

七、旋转火焰的特性

第四节 煤粉炉炉膛

一、燃烧煤粉对炉膛的要求

二、评价炉膛结构的参数

三、炉膛受热面结渣的影响因素

四、火焰充满度

五、炉膛负压

六、炉膛内的爆炸性燃烧

第五节 煤粉气流的燃烧

一、影响煤粉气流着火的因素

二、混煤的燃烧特性

第六节 低负荷稳燃及低NOx煤粉燃烧技术

一、低负荷稳燃技术

二、低NOx煤粉燃烧技术

第七节 W型火焰燃烧技术

一、W型火焰锅炉的炉膛形状

二、W型火焰锅炉的燃烧器

第八节 循环流化床燃煤锅炉

一、循环流化床燃烧锅炉炉内工作原理

二、循环流化化床燃烧锅炉的主要特点

三、循环流化床燃烧锅炉的构成

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）四角布置直流燃烧的原理和特点是什么？

（2）什么是一次风、二次风和三次风？

（3）旋流式燃烧器有哪些类型？

（4）设计时如何来确定炉膛的尺寸？

（5）炉膛内为什么会爆炸？

（6）低负荷稳燃技术有哪些？

（7）如何实现低NOx燃烧？

（8）W型火焰锅炉是如何适应低反应煤的？

（9）循环流化化床燃烧锅炉的主要优点有哪些？

**第六章 过热器和再热器**

1.教学目标

（1）掌握过热器的作用、结构、分类、系统及其材料选择。

（2）掌握再热器的作用、结构、分类、系统及其材料选择。

（3）掌握热偏差的概念、原因和减小热偏差的方法。

（4）掌握过热器的汽温特性和调节方法。

（5）掌握再热器的汽温特性和调节方法。

2.教学重难点

（1）重点：过热器和再热器系统、热偏差及汽温调节。

（2）难点：热偏差的概念。汽温变化的静态特性。

3.教学内容

第一节 过热器和再热器的作用和工作特点

一、过热器和再热器的作用

二、工作特点

第二节 过热器和再热器的结构型式

一、过热器和再热器的分类

二、对流式过热器和再热器

三、辐射式与半辐射式过热器和再热器

四、包覆过热器

第三节 典型过热器和再热器系统及其材料选择

一、典型过热器系统

二、典型再热器系统

三、过热器和再热器的材料选择

第四节 热偏差

一、热偏差的概念

二、引起热偏差的原因

三、减小热偏差的方法

第五节 汽温变化的静态特性

一、过热器的汽温特性

二、再热器的汽温特性

第六节 影响汽温变化的运行因素

一、给水温度

二、受热面污染情况

三、火焰中心的位置

第七节 过热汽温和再热汽温的调节

一、汽温调节的必要性

二、汽温调节的方法

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）采用过热器和再热器的目的是什么？

（2）什么是静态汽温特性？

（3）过热器的热偏差是如何产生的，如何减小？

（4）如何调节过热汽温？

（5）如何调节再热汽温？

**第七章 省煤器和空气预热器**

1.教学目标

（1）掌握省煤器的作用、结构、布置、参数和启动保护。

（2）掌握空气预热器的种类和特点。

（3）掌握尾部受热面的磨损、积灰和腐蚀。

2.教学重难点

（1）省煤器的布置和启动保护。

（2）回转式空气预热器的结构。

（3）低温腐蚀的机理和预防措施。

3.教学内容

第一节 省煤器的作用与结构

一、省煤器的作用

二、省煤器的结构

三、省煤器的布置

第二节 省煤器的主要参数和启动保护

一、省煤器中的水速

二、省煤器的启动保护

三、省煤器出口水温的选择

第三节 空气预热器的型式

一、管式空气预热器

二、回转式空气预热器

第四节 尾部受热面的磨损、积灰和腐蚀

一、省煤器的磨损

二、省煤器的积灰

三、空气预热器的低温腐蚀及对策

四、空气预热器的堵灰及对策

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）省煤器启动保护的方法有哪些？

（2）回转式空气预热器有什么特点？

（3）如何减轻省煤器磨损？

（4）如何减轻省煤器积灰？

（5）如何空气预热器的低温腐蚀？

**第八章 锅炉炉膛换热计算**

1.教学目标

（1）掌握锅炉炉膛换热计算标准方法。

（2）理解锅炉炉膛换热计算标准方法的局限。

2.教学重难点

（1）绝热燃烧温度的概念。

（2）炉内平均烟气温度和火焰黑度的确定。

（3）炉膛受热面的平均热负荷及热负荷不均匀系数。

3.教学内容

第一节 锅炉炉膛内传热的特点

一、炉膛换热的主要特点

二、炉膛换热计算的主要任务

三、炉膛换热计算的主要困难

四、炉膛内工作过程的简化

第二节 炉膛辐射换热的基本方程和有效辐射热计算方法

一、基本方程

二、有效辐射热计算方法

第三节 炉内传热的相似理论计算方法

一、经过修正的古尔维奇方法

第四节 炉膛受热面的辐射特性

一、炉膛受热面的辐射特性

第五节 炉膛火焰黑度

一、火焰黑度

二、气体与液体燃料火焰黑度的计算

三、煤粉火焰黑度的计算

四、炉膛火焰辐射层厚度

第六节 火焰中心修正系数M

一、火焰中心修正系数M

第七节 炉膛结构特征及其他参数

一、炉膛容积

二、炉壁面积

三、炉壁的有效辐射面积

四、炉膛的出口截面

五、输入炉膛的有效热量及绝热燃烧温度

六、燃烧产物的平均比热容

七、炉膛受热面的平均热负荷及热负荷不均匀系数

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）锅炉炉膛换热计算标准方法的大致内容是什么，有什么局限？

**第九章 对流受热面的换热计算**

1.教学目标

（1）掌握对流受热面传热计算的一般方法。

（2）掌握不同对流受热面传热计算的特点。

2.教学重难点

（1）传热系数和对流换热系数的计算。

（2）对流受热面的污染对换热的影响。

3.教学内容

第一节 对流受热面换热计算的基本方程

一、基本方程

第二节 受热面传热系数的计算方法

一、传热系数计算的一般表达式

二、不同受热面的传热系数实用表达式

三、对流放热系数

四、燃烧产物的辐射放热系数

第三节 对流受热面的污染对换热的影响

一、灰垢系数ε

二、受热面的热有效系数ψ

三、受热面的利用系数ξ

四、受热面表面污垢层温度

第四节 传热温压的计算

一、顺流和逆流时的传热温压的计算

二、混合流系统传热温压的计算

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）对流受热面计算的基本公式是哪些？

（2）如何考虑对流受热面污染对换热的影响？

（3）如何计算实际的传热温压？

**第十章 自然循环蒸发系统及安全运行**

1.教学目标

（1）掌握自然循环的原理。

（2）掌握掌握两相流的流型，以及流动参数、流动阻力和重位压降的确定方法。

（3）掌握简单回路和复杂回路的水动力计算方法。

（4）掌握传热恶化的机理。

（5）掌握发生水循环故障的机理和提高水循环安全性的措施。

2.教学重难点

（1）两相流的流型，以及流动参数、流动阻力和重位压降的确定。

（2）水循环特性曲线和循环回路的工作点的确定。

（3）全特性曲线的概念。

3.教学内容

第一节 自然循环原理与基本概念

一、自然循环原理

二、自然循环的基本概念

第二节 自然循环锅炉水冷壁的安全运行

一、影响水冷壁安全运行的主要因素

二、蒸发管内的停滞、倒流和膜态沸腾

第三节 蒸发管内的汽液两相流型及传热

一、汽液两相流的流型

二、蒸发管内的传热

三、内螺纹管抑制传热恶化的作用

第四节 汽液两相流体的流动参数

一、汽液两相流体流动的均相模型

二、汽液两相流体流动的分流模型

三、截面含汽率与容积含汽率的关系

第五节 汽液两相流体的流动阻力、重位压降

一、两相流体的流动阻力

二、两相流体的重位压降

第六节 简单回路的水循环计算和水循环特性曲线

一、简单回路和回路区段的划分

二、描写循环特性的方程组

三、热水段高度的计算

四、水冷壁各区段蒸发量的计算

五、锅水欠焓的计算

六、下降管带汽导致的工质焓增

七、水循环特性曲线和循环回路的工作点

第七节 复杂回路的水循环计算

一、复杂水循环回路

二、复杂回路的水循环特性曲线

第八节 水循环全特性曲线和循环安全性检查

一、水循环全特性曲线

二、循环安全性检查

第九节 蒸发管传热恶化工况的计算

一、沿周向均匀受热的垂直管的计算

二、单面受热水冷壁管的计算

第十节 提高循环安全性的措施

一、影响循环安全性的主要因素

二、亚临界自然循环锅炉的循环特性

三、提高水循环安全性的措施

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）自然循环锅炉水循环故障有哪些表现形式？

（2）内螺纹管抑制传热恶化的机理是什么？

（3）如何确定水循环回路的工作点？

（4）如何判断循环停滞不停滞、倒流不倒流？

（5）如何提高水循环安全性？

**第十一章 强制流动锅炉**

1.教学目标

（1）掌握直流锅炉的主要特点和水冷壁型式。

（2）掌握直流锅炉的水动力特性。

（3）掌握亚临界压力下蒸发管的脉动性流动。

2.教学重难点

（1）直流锅炉的水动力不稳定、影响因素及提高水动力稳定性的方法。

（2）亚临界压力下蒸发管的脉动性流动的危害、机理及防止措施。

3.教学内容

第一节 直流锅炉的主要特点和水冷壁型式

一、直流锅炉的主要特点

二、直流锅炉的水冷壁型式

第二节 直流锅炉的水动力特性

一、直流锅炉的水动力不稳定性

二、亚临界压力下直流锅炉的水动力特性

三、影响直流锅炉水动力多值性的因素

四、提高水动力稳定性的方法

第三节 亚临界压力下蒸发管的脉动性流动

一、脉动的现象及危害

二、脉动性流动的形成机理

三、 防止脉动的措施

4.教学方法

讲授法

5.教学评价

思考题：

（1）现代直流锅炉的水冷壁结构主要有哪几种？

（2）什么是直流锅炉的水动力不稳定性？

（3）影响直流锅炉水动力多值性的因素有哪些？

（4）如何提高水动力稳定性？

（5）什么是脉动？有何危害？防止防止脉动的措施有哪些？

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 概述 | 3 |
| 第二章 | 燃料及其燃烧特性 | 3 |
| 第三章 | 燃料燃烧计算和锅炉机组热平衡 | 6 |
| 第四章 | 煤粉制备及系统 | 3 |
| 第五章 | 燃烧设备和煤粉燃烧新技术 | 9 |
| 第六章 | 过热器和再热器 | 6 |
| 第七章 | 省煤器和空气预热器 | 3 |
| 第八章 | 锅炉炉膛换热计算 | 3 |
| 第九章 | 对流受热面的换热计算 | 3 |
| 第十章 | 自然循环蒸发系统及安全运行 | 9 |
| 第十一章 | 强制流动锅炉 | 6 |
| 总计 | | 54 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 日期 | 章节名称 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 |  | 第一章 概述 | 第一节 锅炉机组的工作过程  第二节 锅炉机组的系统及其组成部件  第三节 锅炉的容量、参数及其分类 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 2 |  | 第二章 燃料及其燃烧特性 | 第一节 煤的元素分析和工业分析  第二节 煤的成分的计算基准  第三节 煤的发热量及相关概念  第四节 煤灰的结渣和积灰特性判别  第五节 煤的分类 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 3-4 |  | 第三章 燃料燃烧计算和锅炉机组热平衡 | 第一节 燃烧过程的化学反应  第二节 燃烧所需的空气量  第三节 燃烧产生的烟气量  第四节 烟气分析  第五节 燃烧方程式和运行中过量空气系数的确定  第六节 空气和烟气的焓  第七节 锅炉机组的热平衡  第八节 锅炉机组的热平衡试验 | 6 | 完成本章思考题 |  |
| 5 |  | 第四章 煤粉制备及系统 | 第一节 煤粉的一般特性  第二节 煤粉细度和煤粉颗粒分布特性  第三节 煤的可磨性系数和磨损指数  第四节 磨煤机  第五节 制粉系统  第六节 制粉系统设备 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 6-8 |  | 第五章 燃烧设备和煤粉燃烧新技术 | 第一节 概述  第二节 直流式煤粉燃烧器  第三节 旋流式煤粉燃烧器  第四节 煤粉炉炉膛  第五节 煤粉气流的燃烧  第六节 低负荷稳燃及低NOx煤粉燃烧技术  第七节 W型火焰燃烧技术  第八节 循环流化床燃煤锅炉 | 9 | 完成本章思考题 |  |
| 9-10 |  | 第六章 过热器和再热器 | 第一节 过热器和再热器的作用和工作特点  第二节 过热器和再热器的结构型式  第三节 典型过热器和再热器系统及其材料选择  第四节 热偏差  第五节 汽温变化的静态特性  第六节 影响汽温变化的运行因素  第七节 过热汽温和再热汽温的调节 | 6 | 完成本章思考题 |  |
| 11 |  | 第七章 省煤器和空气预热器 | 第一节 省煤器的作用与结构  第二节 省煤器的主要参数和启动保护  第三节 空气预热器的型式  第四节 尾部受热面的磨损、积灰和腐蚀 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 12 |  | 第八章 锅炉炉膛换热计算 | 第一节 锅炉炉膛内传热的特点  第二节 炉膛辐射换热的基本方程和有效辐射热计算方法  第三节 炉内传热的相似理论计算方法  第四节 炉膛受热面的辐射特性  第五节 炉膛火焰黑度  第六节 火焰中心修正系数M  第七节 炉膛结构特征及其他参数 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 13 |  | 第九章 对流受热面的换热计算 | 第一节 对流受热面换热计算的基本方程  第二节 受热面传热系数的计算方法  第三节 对流受热面的污染对换热的影响  第四节 传热温压的计算 | 3 | 完成本章思考题 |  |
| 14-16 |  | 第十章 自然循环蒸发系统及安全运行 | 第一节 自然循环原理与基本概念  第二节 自然循环锅炉水冷壁的安全运行  第三节 蒸发管内的汽液两相流型及传热  第四节 汽液两相流体的流动参数  第五节 汽液两相流体的流动阻力、重位压降  第六节 简单回路的水循环计算和水循环特性曲线  第七节 复杂回路的水循环计算  第八节 水循环全特性曲线和循环安全性检查  第九节 蒸发管传热恶化工况的计算  第十节 提高循环安全性的措施 | 9 | 完成本章思考题 |  |
| 17-18 |  | 第十一章 强制流动锅炉 | 第一节 直流锅炉的主要特点和水冷壁型式  第二节 直流锅炉的水动力特性  第三节 亚临界压力下蒸发管的脉动性流动 | 6 | 完成本章思考题 |  |

**六、教材及参考书目**

1．陈学俊，陈听宽主编. 锅炉原理. 北京：机械工业出版社，1991

2．容銮恩，袁镇福等合编. 电站锅炉原理. 北京：中国电力出版社，1997

3. 锅炉机组热力计算标准方法. 北京：机械工业出版社，1976

4. 樊泉桂. 超超临界及亚临界参数锅炉. 北京：中国电力出版社，2007

5. 姚文达. 锅炉燃烧设备. 北京：中国电力出版社，2000

6. 阎维平. 洁净煤燃烧技术. 北京：中国电力出版社，2001

7. 田子平. 大型锅炉装置及其原理. 上海：上海交通大学出版社，1997

8. 清华大学电力工程系锅炉教研组. 锅炉原理及计算. 北京：科学出版社，1979.

**七、教学方法**

1．讲授法：通过讲授本课程的内容，帮助学生掌握电站锅炉的基本知识，掌握电站锅炉的各种类型及其结构，掌握锅炉使用的燃料，掌握主要的燃烧和换热设备与技术，掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、通风计算、强度计算等设计计算方法，了解锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。

2．演示法：通过课堂演示锅炉的动画，帮助学生理解锅炉的结构、工作过程和工作原理，建立完整的锅炉概念。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 | 笔试 |
| 课程目标2 | 主要的燃烧和传热设备与技术 | 笔试 |
| 课程目标3 | 燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 | 笔试 |
| 课程目标4 | 电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向 | 笔试 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

（例：平时成绩：10%，期中考试：30%，期末考试60%，按课程考核实际情况描述）

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时** | **期中** | **期末** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1 |
| 课程目标2 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 课程目标3 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 课程目标4 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |

**（三）评分标准**

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 全面掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 | 较好掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 | 基本掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 | 大体掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 | 不能掌握电站锅炉的基本知识、电煤特性及煤粉制备 |
| **课程**  **目标2** | 全面掌握主要的燃烧和传热设备与技术 | 较好掌握主要的燃烧和传热设备与技术 | 基本掌握主要的燃烧和传热设备与技术 | 大体掌握主要的燃烧和传热设备与技术 | 不能掌握主要的燃烧和传热设备与技术 |
| **课程**  **目标3** | 全面掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 | 较好掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 | 基本掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 | 大体掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 | 不能掌握燃烧计算、热平衡计算、传热计算、水循环计算等设计计算方法 |
| **课程**  **目标4** | 全面了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。 | 较好了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。 | 基本了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。 | 大体了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。 | 不了解电站锅炉在安全、节能和环保等方面的要求和发展方向。 |