

附件 1

《热工基础》课程标准

编制单位: 工业服务系
课程负责人: 汪煜涛
企业审核人:
专业审定人:
审定日期:
院部主任:

《热工基础》课程标准

一、课程基本信息

课程名称：热工基础		
课程代码：043018	学分：4	学时：72
授课时间：第3学期	授课对象：本课程适应火电厂热力设备运行与检修五年高职、3+3 热能动力工程技术专业	
课程性质：《热工基础》作为火力热电专业学生必修的主要专业基础课，是连接基础课和专业课的重要纽带，在火电厂热力设备运行与检修、热能动力工程技术等专业课程体系建设中具有举足轻重的地位。		
课程的作用：通过本课程的学习：使学生掌握热能与机械能转化的规律，热能的合理利用，热能的传递原理与规律、换热设备的热工计算等基本知识，培养学生独立思考，分析推导简化问题的能力，是提高学生分析和解决热工实际问题能力的重要环节之一，为专业课程的学习提供必要的理论基础。		
前导课程：《大学物理》、《高等数学》	后续课程：《热力发电厂》、《电厂锅炉运行》、《热力发电厂系统运行与分析》	

二、课程目标

（一）总体目标

通过学习，同学们在掌握热力学定律、工质特性、传热理论的基础上，可对各类热工设备进行分析，为解决能源动力、节能环保、保温散热、温湿度控制、材料处理等实际工程问题提供支持。

（二）具体目标

1. 能力目标：

- ①能独立制定工作计划并实施；
- ②具有独立进行分析、设计、实施、评估的能力；
- ③具有获取、分析、归纳、交流使用和新技术的能力；
- ④有自学能力、理解能力与表达能力；
- ⑤具有将知识与技术综合运用与转换的能力
- ⑥具有综合运用知识与技术从事程度较复杂的技术工作的能力

2. 知识目标：

- ①掌握能量转换与利用的基本定律及其应用；
- ②掌握工质的热力性质分析；
- ③了解工程中节能技术的热力学原理及其分析方法，实现能量转换的高效性和经济性；
- ④掌握传热学的基本概念、基本原理和基本计算，培养学习者在相关专业领域中分析和解决问题的能力，并掌握基本的试验技能；
- ⑤通过学习本门课程具有较强的自学能力和创新能力，为以后从事专业工作，科研和其他专业课的学习打下基础。

3. 思政目标:

- ①具有节能意识, 具有可持续发展、合理利用能源的能力
- ②具有理论联系生产、生活的能力
- ③具有社会主义核心价值观, 学术诚信的能力, 正确对待、处理实验数据;
- ④具有生态文明建设意识, 工程设计要考虑环境、生态、安全等因素
- ⑤具有较强的口头与书面表达能力、人际沟通能力;
- ⑥具有较强的团队精神和协作精神;
- ⑦具有良好的心理素质和克服困难的能力。

三、课程内容设计

(一) 课程设计思路

本课程以工程热力学和传热学两大模块为载体, 设计 5 个典型的专业基础知识作为学习情境, 依据专业核心课程学习要求, 结合本校教学资源条件确定学生本课程理论教学的具体内容, 确定学习目标及学习任务内容; 本课程采用讲授式、启发式教学模式, 以学生为主体, 以“一种工质, 两个基本定律, 三个守恒, 四个热力过程, 五个方面应用”为教学重点导向组织教学及考核。

表 1 课程总体设计

课程名称	《热工基础》	计划总学时: 72
项目(模块、案例)名称	项目(模块、案例)描述	参考学时:
1. 热力学定律的认知及应用	本项目主要内容包括热力发电厂概述, 热力学第一定律, 热力学第二定律, 热力设备能量转换分析。	12
2. 理想气体的性质认知及应用	本项目主要内容包括理想气体及其混合物的性质, , 热力设备的热力过程分析与计算。	8
3. 水蒸气的性质认知及应用	本项目主要内容包括水蒸气的产生、性质及基本热力过程, 湿空气的性质及应用。	12
4. 喷管的流动特性分析与测试	本项目主要内容是蒸汽在喷管内的流动特性, 不同工况下喷管出口流速和流量的测定与分析。	8
5. 蒸汽动力循环的构成及热效率分析	本项目主要内容是蒸汽动力循环装置的工作过程分析, 循环装置图及 T-s 图绘制, 循环效率影响因素分析及提高效率方法。	4
6. 传热方式分析与测试	本项目主要内容是传热三种基本方式的基本概念和换热规律。	20

7. 火电厂换热设备的传热强化与保温	本项目主要内容是对实际换热设备传热过程进行分析，计算传热量，换热设备传热强化与保温。	4
8. 换热器设计与校核计算	本项目主要内容是不同类型换热器工作原理、性能特点及在电厂中的应用，典型换热器传热计算与分析。	4

四、教学设计

表 2 学习项目（模块、情境）设计

学习模块一：热力学定律的认知及应用		学时:12
学习任务	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉火力发电厂生产过程，明确本课程的学习内容及意义。 2. 压力计、温度计的应用。 3. 利用热力学第一定律对电厂热力设备进行能量转换分析。 4. 热力学第二定律的内容及实质认知。 5. 利用热力学第二定律对火电厂能量转换进行热效率分析。 6. 能量品质及焓和熵的概念认知。 	
学习目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 熟悉火力发电厂生产过程及各主要热力设备的工作原理，明确本课程的学习内容及意义。 2. 理解热力学基本概念，能够正确使用温度计、压力计。 3. 掌握热力学第一定律的实质及能量方程。 4. 掌握稳定流动能量方程在热力设备中的应用。 5. 掌握热力学第二定律的内容及实质、卡诺循环与卡诺定律，了解孤立系熵增原理。 6. 建立能量品质的基本概念。 7. 能熟练运用热力学第一定律、第二定律进行电厂热力设备的能量转换分析，进而提出提高能量转换效率的基本途径。 	
学习内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工程热力学学习内容、什么是火力发电厂、其生产过程是怎样的？火电厂三大主机是什么？各有什么作用？除三大主机外，火电厂还有哪些附属设备？各自有什么作用？如何用常规符号将火电厂生产过程表示出来。 2. 什么是工质的状态参数？状态参数有哪些？何谓基本状态参数？什么是表压力？什么是真空？它们和大气压力之间有什么关系？如何求得绝对压力？什么是温度？如何表示与测量？何谓热力过程？实际的热力过程与理想的热力过程有什么不同？ 3. 能量平衡方程建立的依据是什么？有哪些形式？什么是焓？它的物理意义是什么？什么是功和功率？如何计算？利用能量方程还能解决什么实际工程问题？ 4. 什么是自发过程？自发过程的逆过程能自发进行吗？若要其逆过程发生，是否需要一定的条件？热力学第二定律的实质是什么？热力学第二定律如何描述？ 5. 什么是循环及动力循环？循环的热效率如何定义和计算？动力 	

	<p>循环热效率在什么情况下取得最大值？最大值如何计算？循环热效率与哪些因素有关？提高效率有哪些途径？</p> <p>6. 能量品质的高低如何衡量？什么是热量的做功能力？何谓焔和焔？何谓焔损？不可逆过程中能量的品质降低与孤立系统熵增之间有什么关系？</p>
教学模式	案例教学法
学习过程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解热能的利用及其在电力工业中的地位；利用视频及电力生产过程模型，引导学生熟悉火电厂的生产过程，明确能量转换关系；引导学生了解火电厂主要设备的常规画法，画出火电厂生产过程流程图，并标注出主要设备的名称及作用；明确本课程的学习内容及意义，并通过教师检查、学生自查和互查进行综合考核。（2学时） 2. 给出任务书，让学生明确学习任务，并收集整理相关资料；引导学生完成必要的理论学习。包括工质、热力系、状态参数等基本概念，几种常见压力计的测压原理及使用方法，常用温度计的测温原理及使用方法等；为学生解析任务中的压力和温度换算；引导学生学习并理解平衡状态、热力过程、准平衡过程、可逆过程的概念及意义；对汽轮机内发生的热力过程的特点进行分析；通过教师检查、学生自查和互查对任务完成情况给出评价（2学时） 3. 给出任务书，让学生明确学习任务，并收集整理相关资料；引导学生完成必要的理论支持的学习，包括热力学第一定律的内容及实质，数学解析式形式及适用范围，解析式中热力学能、焓的物理意义，以及过程热量、功量的表示方法法等；引导学生根据给定的任务条件列出锅炉、汽轮机能量平衡方程，求出锅炉吸热量及汽轮机功率，并分析忽略进出口动能差对功率的影响；通过教师检查、学生自查和互查进行综合考核。（2学时） 4. 通过生活中一些常见的现象引入任务，引导学生学习掌握热力学第二定律的实质，学习并归纳自发过程的共同属性；引导学生掌握热力学第二定律的不同描述；引导学生明确热力学第二定律的工程实践意义。（2学时） 5. 给出具体的任务书，让学生明确任务，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论知识，包括热力循环、卡诺循环的概念，热效率的定义计算，卡诺定理及其工程实践意义，孤立系熵增原理等；给出相应问题的示例，学生分组讨论解析所给任务，并制定解决方案；对方案进行汇总，给出评价。（2学时） 6. 通过一些典型的自发过程的实例引入能量品质的概念，引导学生分析任务；引导学生学习必要的理论支持，包括能量品质、焔和焔的概念，不可逆过程产生的焔损的表示方法，引入焔损概念后的实际工程意义；给出分析示例，启发学生制定解析任务的方案；方案汇总、评价。（2学时）
课程思政要素	节能意识，可持续发展意识，合理利用能源

教学条件	多媒体教室
学习评价	1. 学生能够掌握热力学基本定律的内容和实质 2. 学生能熟练利用热力学基本定律对实际热力设备进行能量转换分析

学习模块二：理想气体的性质认知及应用		学时:8
学习任务	1. 理想气体及其混合物的性质认知。 2. 利用理想气体性质分析典型热力过程热功转换关系。 3. 理想气体比热容测定。	
学习目标	1. 熟悉理想气体在电厂热力设备中的应用。 2. 掌握理想气体与理想气体混合物的概念及性质。 3. 熟悉理想气体典型热力过程的过程特性及能量转换关系。 4. 能熟练应用理想气体的性质分析热力设备的能量转换过程。 5. 能进行理想气体比热容的测定实验。	
学习内容	1. 理想气体是一种什么气体？理想气体的意义是什么？理想气体的三个基本状态参数之间满足怎样的关系？什么是比热容？如何利用比热容计算过程热量？理想气体的热力学能、焓、熵具有什么特性？如何计算它们的变化量？理想气体的混合物具有哪些性质？ 2. 分析计算理想气体热力过程的目的是什么？采用什么方法？理想气体的典型热力过程有哪些？理想气体各典型热力过程具有什么特性？状态参数如何变化？能量转换规律如何？理想气体各典型热力过程在 p-v 图和 T-s 图上如何表示？理想气体多变过程具有什么特性？热功转换关系如何？ 3. 什么是气体比热容？如何利用气体的比热容计算过程热量？实验需要的设备有哪些？有哪些实验步骤？实验中需要测取哪些数据？如何根据实验数据计算出实验结果？实验误差主要由哪些原因造成？如何减少实验误差？	
教学模式	案例教学法、实验教学法	
学习过程	1. 给出具体的任务书，让学生明确应解决的问题，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论支持，包括理想气体、理想气体混合物的概念；理想气体状态方程式的形式；比热容的定义及利用比热容计算热量的方法等；教师给出示例，学生分组讨论解析所给任务，并制定任务解析的方案；教师对方案进行汇总，给出评价。（2学时） 2. 给出具体的任务书，让学生明确应解决的问题，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论知识，包括分析理想气体热力过程的一般方法、理想气体典型热力过程、多变热力过程的过程特性等；教师给出示例；学生分组讨论解析所给任务，并制定任务解析的方案；方案汇总与评价。（4学时） 3. 给出具体的任务书，让学生明确应解决的问题，收集整理相关资	

	料,认识实验设备;教师指导学生分组讨论解析所给任务,根据装配的实验器材,设计出实验方案;教师对实验方案进行汇总,给出评价;教师引导学生进行实验操作。(2学时)
课程思政要素	社会主义核心价值观,学术诚信,正确对待、处理实验数据
教学条件	多媒体教室、理想气体比热容测定实验室
学习评价	1. 掌握理想气体及其混合物的性质。 2. 熟练应用理想气体的性质,对热力设备中的热力过程进行分析与计算。

学习模块三:水蒸气的性质认知及应用		学时:12
学习任务	1. 水蒸气的性质及生成过程认知。 2. 利用水蒸气性质图表对火电厂设备进行能量转换分析 3. 饱和水蒸气 p-t 测试 4. 湿空气及其应用	
学习目标	1. 掌握水蒸气的饱和状态及参数特征。 2. 掌握定压下水蒸气的形成过程,会在 p-v 图、T-s 图中表示出水蒸气形成过程的基本规律(一点、两线、三区、五态)。 3. 熟知水蒸气图、表的组成,能判断水蒸气的状态及确定其他状态参数。 4. 能利用水蒸气性质图表进行锅炉、汽轮机等设备热量和功量的分析与计算。 5. 熟悉水蒸气 p-t 实验的仪器、方法和步骤。 6. 熟知湿空气的性质及冷却塔的工作原理。	
学习内容	1. 什么是汽化?蒸发和沸腾有什么区别?什么是饱和状态?饱和状态具有哪些特点?水蒸气定压产生过程经历了几个阶段?有几种状态变化?何谓干度、过热度?如何在 p-v 图、T-s 图中表示出水蒸气形成过程的基本规律(一点、两线、三区、五态)? 2. 水蒸气的热力性质表有几种?各有何作用?水蒸气的 h-s 图由哪些线群组成?如何使用?湿饱和蒸汽的参数如何确定?定压过程中的热量如何计算?绝热过程中的功量如何计算?定压和定熵热力过程在 T-s 图和 h-s 图上如何表示? 3. 饱和水蒸气 p-t 测试实验原理是什么?实验过程中需要测定哪些参数?如何处理实验数据? 4. 湿空气有几类?什么叫露点?绝对湿度和相对湿度有什么区别?如何测定湿度?	
教学模式	案例教学法	
学习过程	1. 将 1kg、0℃的水装在带有活塞的气缸中进行定压加热,引导学生分析其工作过程.引入教学任务;分析工作过程,启发学生总结水蒸气产生的基本规律;引导学生分析高、低压锅炉在受热面布置上的区别。(4学时)	

	<ol style="list-style-type: none"> 有没有 200t 的水？有没有 0℃ 的水蒸气？引入教学任务。启发学生明确应完成的任务内容，收集并整理相关资料；引导学生学会使用水蒸气图表；根据一具体的定压实例分析计算过程热量。根据一具体的可逆绝热实例分析计算功量；学生解析所给任务，制定解决方案，教师汇总并评价。（4 学时） 教师讲解饱和水蒸气 p-t 测试实验设备，引导学生分析实验方法和原理。（2 学时） 根据夏末秋初在植物叶面上看到的露珠，引导学生分析结露原因，引入教学任务；引导学生学习湿度的表示方法，启发学生比较两种湿度的区别；列举湿空气在电厂中的应用。（2 学时）
课程思政要素	生态文明建设意识，工程设计要考虑环境、生态、安全等因素
教学条件	多媒体教室
学习评价	<ol style="list-style-type: none"> 掌握水蒸气的产生过程和状态参数的确定方法 熟练利用水蒸气的性质对实际设备进行热力过程分析 熟悉湿空气在火电厂中的应用

学习模块四：喷管流动特性分析与测试		学时:8
学习任务	<ol style="list-style-type: none"> 喷管的流动特性认知 喷管设计与校核计算 喷管流动特性测试 绝热节流分析及应用 	
学习目标	<ol style="list-style-type: none"> 熟悉稳定流动的基本方程式及其适用条件,理解声速及马赫数的概念。 掌握喷管和扩压管的概念,理解管内定熵流动的基本特征,了解临界状态及临界压力比的概念,能根据蒸汽在喷管内的流动特性理解汽轮机能量转换的基本原理。 熟练掌握水蒸气在喷管中的流量及流速计算,能在喷管设计计算中对喷管进行正确选型,并完成出口截面积计算,能对渐缩喷管在背压发生变化时判断气流是否完全膨胀,并会进行出口流速、流量的校核计算。 掌握绝热节流过程的特性及参数变化规律,了解节流现象的工程应用。 掌握喷管流动特性测试的方法和步骤。 	
学习内容	<ol style="list-style-type: none"> 什么是汽轮机的“级”其能量转换是如何实现的？什么是喷管？分析其流动特征需要哪些基本方程？蒸汽在喷管内流动有何特性？喷管有几种形式？各自有怎样的流动特性？ 喷管设计计算的目的是什么？什么是喷管背压？喷管背压与喷管出口压力之间有什么关系？喷管设计选型有何依据？计算中用到哪些公式？喷管入口蒸汽流速对喷管出口流速有何影响？何谓喷管校核计算？如何进行？ 何谓绝热节流？绝热节流前、后水蒸气的参数有何变化？绝热节 	

	流在工程上有哪些应用？其原理是什么？
教学模式	案例教学法
学习过程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根据汽轮机结构模型或图片，引导学生分析其基本能量转换原理，引入任务；引导学生根据稳定流动的基本方程分析喷管的流动特性；画出三种形式的喷管及其流动特性曲线。（2学时） 2. 根据给定的喷管模型或图片，启发学生分析喷管流动特性. 明确任务；引导学生通过临界压力比这一重要概念学习喷管设计选型的原则及依据；启发学生利用稳定流动方程式得出计算中用到的出口流速、流量计算公式；示例设计计算，启发学生制定任务解析方案，完成设计任务；示例校核计算，引导学生学习掌握喷管校核计算的方法和步骤；方案汇总、评价。（4学时） 3. 常见的绝热节流现象的应用为例，引入教学任务，引导学生分析绝热节流的概念及基本特性；举例说明绝热节流在工程上的应用。（2学时）
课程思政要素	爱国主义，科学精神，公民品格
教学条件	多媒体教室
学习评价	<ol style="list-style-type: none"> 1. 初步理解汽轮机的基本工作原理 2. 熟练进行水蒸气在喷管中的流动特性分析及喷管出口流速、流量计算 3. 熟悉喷管流动特性测试的方法和步骤

学习模块五：蒸汽动力循环的构成及热效率分析		学时:4
学习任务	<ol style="list-style-type: none"> 1. 朗肯循环构成及热效率分析 2. 提高朗肯循环热效率的措施分析 3. 初识发电厂原则性热力系统 	
学习目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握朗肯循环的构成、循环的热效率的计算。 2. 掌握再热循环、回热循环、热电合供循环的组成及目的。 3. 能正确画出朗肯循环、回热循环、再热循环、热电合供循环的装置示意图及T-s图。 4. 能定性分析回热循环、再热循环、热电合供循环对热经济性的影响。 5. 能初步认识火电厂原则性热力系统图的组成及流程。 	
学习内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水蒸气卡诺循环是否能够实现？朗肯循环的装置图及在T-s图上如何表示？分别说明朗肯循环的四个主要工作过程。如何衡量朗肯循环的经济性？ 2. 蒸汽参数 p_1、t 和 p_2 如何改变可以提高循环热效率？是否有限制？再热循环、回热循环的装置图及在T-s图上如何表示？再热循环的目的是什么？再热参数如何确定？采用回热循环有何意义？如何确定抽汽次数？什么是能量利用系数？采用热电合供循环的意义是什么？背压式和抽汽供热式热电合供循环各有何 	

	优缺点？提高蒸汽动力装置循环经济性的方法和措施有哪些？ 3. 什么是原则性热力系统？原则性热力系统由哪些子系统组成？
教学模式	案例教学法、实验教学法
学习过程	1. 将水蒸气应用于卡诺循环，引导学生分析其可行性，引入教学任务；对水蒸气卡诺循环提出改进，启发学生得出工程上可应用的基本热力循环；画出朗肯循环装置图及 T-s 图，分析其工作过程；计算朗肯循环的经济指标。（2 学时） 2. 根据朗肯循环经济性指标的计算，引导学生分析其影响因素，引入教学任务；提出影响因素，鼓励学生探讨提高循环效率的措施；画出各种循环的装置图及 T-s 图，分析其工作过程；计算各种循环的经济性指标，并与同参数朗肯循环对比分析其经济指标的变化；根据具体的原则性热力系统图，引导学生分析原则性热力系统的组成，引入教学；初识 600、1000 MW 原则性热力系统。（2 学时）
课程思政要素	爱国主义、科学精神、环保意识、公民品格、全球视野
教学条件	多媒体教室
学习评价	1. 能够依据热力学第一定律和第二定律分析各种蒸汽动力循环装置的工作过程，画出各种循环的装置图以及 T-s 图，分析循环效率的影响因素。 2. 掌握提高循环效率的基本途径和方法。

学习模块六：传热方式分析与测试		学时:20
学习任务	1. 导热换热规律的认知、测试和一维稳定导热分析 2. 对流换热规律的认知、测试和对流换热分析 3. 辐射换热规律的认知、测试和辐射换热分析	
学习目标	1. 理解三种基本热量传递方式的产生机理和本质特点。 2. 熟悉导热、对流换热、辐射换热的基本换热规律。 3. 具备分析工程传热问题的基本能力。 4. 熟悉工程传热问题的计算方法并具有工程传热问题的基本计算能力。 5. 熟悉热导率测定、对流换热表面传热系数测定、固体表面黑度测定的基本方法。	
学习内容	1. 导热是一种怎样的热量传递方式？导热是依靠什么来传递热量的？傅里叶定律说明了什么？其数学表达式如何？材料热导率的含义是什么？影响热导率的主要因素有哪些？平壁、圆筒壁的含义是什么？平壁、圆筒壁内发生稳定导热时，壁内的温度分布有什么规律？如何计算其导热量？与稳定导热相比，不稳定导热有什么特点？如何通过实验测定颗粒状材料的热导率？ 2. 什么是热对流与对流换热？产生的机理是什么？影响表面传热系数的因素主要有哪些？如何影响？无相变对流换热有哪些类	

	<p>型？有何特征？如何进行换热计算？有相变对流换热有哪些类型？有何特征？如何进行换热计算？如何通过实验测定表面传热系数？</p> <p>3. 什么是热辐射？什么是辐射换热？热辐射和辐射换热的基本特征有哪些？黑体、黑度、灰体的含义是什么？热辐射遵循哪些基本规律？物体间辐射换热计算的基本思路与方法如何？气体辐射有何特点？怎样通过实验测定物体表面的黑度？</p>
教学模式	案例教学法、翻转课堂教学法
学习过程	<p>1. 通过一些导热现象的实例引入导热的概念，给出具体的任务书，启发学生分析任务，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论支持，包括温度场、温度梯度、傅里叶定律的数学表达式及含义、热导率及影响因素等；教师给出示例，学生分组讨论解析所给任务，并制定任务解析的方案；教师对方案进行汇总，给出评价。（8学时）</p> <p>2. 教师给出具体的任务书，让学生明确应解决的问题，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论支持，包括热对流、对流换热、表面传热系数的概念，牛顿冷却公式、边界层的概念及在对流换热分析中的作用等；教师给出示例，学生分组讨论解析所给任务，并制定任务解析的方案；教师对方案进行汇总，给出评价。（8学时）</p> <p>3. 通过辐射换热实例引入热辐射、辐射换热的概念，给出具体的任务书，启发学生分析任务，收集整理相关资料；引导学生学习必要的理论知识，包括黑体、灰体、黑度、角系数等概念；热辐射基本定律等；教师给出示例，学生分组讨论解析所给任务，并制定任务解析的方案；教师对方案进行汇总，给出评价。（4学时）</p>
课程思政要素	爱国主义、科学精神、公民品格、全球意识、政治认同、文化自信
教学条件	多媒体教室
学习评价	<p>1. 理解热传导、热对流和热辐射的基本概念和产生机理。</p> <p>2. 熟悉三种基本传热方式的基本换热规律。</p> <p>3. 掌握各种传热方式的分析方法及热流量计算。</p>

学习模块七：火电厂换热设备的传热强化与保温		学时：4
学习任务	<p>1. 热力设备传热过程综合分析</p> <p>2. 换热设备的传热强化分析</p> <p>3. 换热设备保温分析</p>	
学习目标	<p>1. 掌握复合换热及传热过程的概念，理解复合换热系数在不同情况下的简化处理。</p> <p>2. 掌握传热方程式及传热系数的物理意义，理解传热系数和传热热阻的关系。</p> <p>3. 熟练掌握通过平壁和圆筒壁的传热计算及热阻表达式，会画传热</p>	

	<p>过程热路图。</p> <p>4. 掌握强化及削弱传热的基本原则，熟悉其基本途径及一般措施。</p> <p>5. 了解保温经济厚度的概念，能正确选择保温材料。</p> <p>6. 能够对电厂中的一些换热设备进行传热过程分析</p>
学习内容	<p>1. 什么是复合换热？什么是传热过程及热路图？为什么说传热过程至少有三个环节？传热过程中传热量计算的基本公式是什么？传热过程及传热量计算方法是否与隔壁形状有关？平壁和圆筒壁的传热量如何计算？</p> <p>2. 影响换热效果的因素有哪些？如何实现传热过程的强化？一般措施有哪些？强化换热时应遵循什么原则？</p> <p>3. 削弱传热的目的是什么？火电厂中有哪些设备需要削弱传热？削弱传热有哪些方法？削弱传热应遵循什么原则？</p>
教学模式	案例教学法
学习过程	<p>1. 根据一具体的换热设备模型或图片，引导学生分析其传热特点及传热过程，引入教学任务。分析传热量的计算公式，启发学生明确热阻和传热系数之间的关系。对平壁、圆筒壁传热进行分析，启发学生画出传热过程的热路图，并比较平壁、圆筒壁的传热特点；启发引导学生分析火电厂中各类型换热设备的传热过程。（2学时）</p> <p>2. 根据一具体的换热设备模型或图片，引导学生分析影响换热的因素，引入任务；根据影响换热的因素，启发学生提出强化换热的一般措施；通过一具体的实例分析强化传热的原则，引导学生针对不同换热器的换热特点提出不同的强化传热措施，并启发学生比较不同换热器传热强化的方法；根据一具体的换热设备模型或图片，引导学生分析其热量传递过程，并从削弱传热的目的引入教学任务；对换热设备削弱传热原则及一般方法进行分析。启发学生认识对保温材料的性能要求，并明确最佳保温层厚度和临界热绝缘直径的概念；列举火电厂中换热设备削弱传热方法。（2学时）</p>
课程思政要素	公民品格、科学精神、全球视野、家国情怀
教学条件	多媒体教室
学习评价	<p>1. 掌握换热设备传入过程的分析方法。</p> <p>2. 熟练利用传热学基本定律对换热设备进行传热强化与保温分析。</p>

学习模块八：换热器设计与校核计算		学时:4
学习任务	<p>1. 换热器分类及特点认知</p> <p>2. 换热器的传热计算</p> <p>3. 换热器的传热系数、传热温压测定</p>	
学习目标	<p>1. 掌握换热器的主要类型及特点，熟悉其在火电厂中的具体应用。</p> <p>2. 掌握表面式换热器传热计算的基本方程式及式中各量含义，掌握</p>	

	<p>平均温差的概念及对数平均温差的计算方法。</p> <p>3. 理解表面式换热器中各种流动方式特点及其对换热性能的影响。</p> <p>4. 熟练掌握利用平均温差法进行表面式换热器的设计计算，了解表面式换热器的校核计算步骤。</p> <p>5. 熟悉换热器实验的方法和步骤。</p>
学习内容	<p>1. 换热器有哪些类型？各自的传热原理是什么？各类型的换热器有什么特点？各种换热器在电厂中有哪些应用？</p> <p>2. 什么是换热器的设计计算？什么是校核计算？换热计算的基本方程式有哪些？换热器的设计计算如何进行？换热器校核计算如何进行？</p>
教学模式	案例教学法
学习过程	<p>1. 根据具体的换热器模型或图片，引导学生分析其工作原理. 引入教学任务；对换热器进行类型划分，并启发学生比较各类型换热器的特点；列举各类型换热器在电厂中的应用。</p> <p>2. 根据一凝汽器结构图片，引导学生分析其工作过程，明确设计任务，收集整理相关资料；引导学生明确计算过程中用到的三个换热基本方程式及式中各项的意义. 明确顺流、逆流、混合流不同流动方式对换热性能的影响；教师示例设计计算与校核计算的方法和步骤，启发学生制定本任务设计计算方案；教师对方案进行汇总，并给出评价。</p>
课程思政要素	公民品格、科学精神、全球视野、家国情怀、生态文明、文化自信
教学条件	多媒体教室
学习评价	<p>1. 掌握不同类型换热器的工作原理、性能特点及在电厂中的应用。</p> <p>2. 熟悉典型换热器传热计算与分析。</p>

五、课程考核

考试/考查	考试	平时成绩与 期末考核之比	3:7
考核内容	五大学习模块中学生需掌握的内容		
考核方式	平时	出勤、课堂状态、作业、提问。	
	期末	考试课：题库考核	
考核多元性	任课教师考核		
项目（模块、情境）	期末考核占比	项目（模块、情境）	期末考核占比
项目 1	20%		
项目 2	5%		

项目 3	20%		
项目 4	10%		
项目 5	5%		
项目 6	30%		
项目 7	5%		
项目 8	5%		

六、教学材料

1. 教材选用或编写建议

教材名称：《热工基础（第 2 版）》；

作者：张红霞；

出版社：机械工业出版社；

出版时间：2019 年 01 月；

教材分析：

《热工基础（第 2 版）》是“十二五”职业教育国家规划教材，经全国职业教育教材审定委员会审定。该书是在第 1 版的基础上，总结近几年教学改革经验修订而成的。

该书对“工程热力学”和“传热学”两门课程内容进行整合，既考虑其相对的独立性，又考虑知识的前后关联，力求整体上的协调统一。第一篇工程热力学包括热力学基本概念、热力学一定律、常用工质的性质及热力过程、热力循环、热力学第二定律、气体和蒸汽的流动，共六章，其中常用工质包括理想气体、水蒸气和湿空气，热力循环包括蒸汽动力循环和制冷循环；第二篇传热学包括传热学基本概念、导热、对流换热、辐射换热、传热过程与换热器，共五章。

该书每一篇章前均有表示重点内容和知识点之间联系的主要知识框图，每一章后面设有复习思考题、讨论思考题和习题，书后有附表和附图。该书配有教学课件以及思考题、习题的参考答案。

因此，该书可作为高职高专院校热能动力设备与应用专业、供热通风与空调工程技术专业及其相近专业的专业基础课教材，也可作为相关专业的工程技术人员的参考书和培训教材。

2. 推荐教学参考资料。

[1] 张学学等. 热工基础（第三版）. 高等教育出版社, 2015.

[2] 傅秦生等. 热工基础与应用（第三版）. 机械工业出版社, 2016.

[3] 严家驷等. 工程热力学（第五版）. 高等教育出版社, 2015.

[4] 刘彦丰等. 传热学. 中国电力出版社, 2015.

[5] 童钧耕等. 工程热力学学习辅导与习题解答（第三版）. 高等教育出版社, 2017.

[6] 夏国栋等. 传热学学习指导与习题精选. 化学工业出版社, 2016.

[7] Yunus A. Cengel, Michael A. Boles. Thermodynamics An

Engineering Approach(7th edition). McGraw-Hill Education.

[8] J.P.Holman. Heat Transfer(10th edition). McGraw-Hill
Publishing Education.

3. 主要参考网站

[1] 《热工基础》，浙江工业大学，网址：
<https://www.icourse163.org/course/ZJUT-1205809845?from=searchPage>

[2] 《热工基础》，兰州交通大学，网址：
<https://www.icourse163.org/course/LZJTU-1207109827?from=searchPage>

[3] 《热工基础与流体力学》，江苏科技大学，网址：
<https://www.icourse163.org/course/JUST-1465766166?from=searchPage>

七、修订建议

根据新技术发展，该课程标准使用2年后应进行修订。