

## 能源与动力工程系

### 00140031 能源科学研究中的失败案例讨论 1 学分 16 学时

#### Cases on the fails in energy technologies research and development

在重大的能源科学研究中，如薄膜太阳能电池，航空动力、洁净煤技术等，都曾经经历过失败的过程，有些发现最终以完全失败告终，是特例？有无规律存在？从中我们是否可以有所收获？事实上，在科学研究过程中，存在着大量的失败的案例，人们过多地关注了成功的过程，而避免讨论自己的失败过程。然而我们可以从失败的过程中学到更多的东西，这是失败的价值所在。任课教师本人就有许多这样的经历与大家分享。本课程通过大约 10 个左右的失败案例的分析，还有课外的几项实践活动参加。

### 00140041 能源与可持续发展 1 学分 16 学时

#### Energy for Sustainable Development

本课程引导本科新生就中国能源发展中存在的问题和高新技术的选择进行研讨。包括传统化石能源的洁净转化，特别是煤炭利用如何向零排放发展，保障能源安全和提供替代液体燃料；如何基于资源多元化与可持续发展的战略开发新能源，可再生能源的特点与规模化应用的矛盾；分布式与大规模集中式发电/供能系统的关系；实现氢能经济所需要解决的问题等。

### 00140122 能源与气候变化/可持续发展 2 学分 32 学时

#### Energy and Climate Change/Sustainable Development

清华大学核心素质课程新模块“绿色教育与可持续发展”系列课程之一，重点在教学应对气候变化的可持续发展的各种能源知识。包括能源的概念、历史和问题；化石能源；核能；可再生能源；能源载体；可持续发展之未来

### 20140052 弹性力学与有限元 2 学分 36 学时

#### Elastic Mechanics and Finite Element Method

课程前半部分简明而系统地讲授三维弹性力学的基本概念、基本方法和一般原理。内容包含位移、应力、应变、应变张量、应力张量、应力平衡微分方程、位移应变关系、本构方程等基本概念及基本方程，并讲述了弹性力学问题的微分提法以及边界条件的给定等。课程对一些典型的弹性力学问题进行了求解。重点介绍了轴对称圆形薄板弯曲问题的求解方法。通过对这一问题的求解，加强初学者对模型简化和边界条件正确设置的理解。此外，课程对弹性力学的基本原理、能量理论以及强度理论进行了介绍。课程第二部分是有限元理论的学习。重点介绍有限元的基本概念和理论方法。杆、梁、平面问题的有限元解法过程。课程注重将理论结合工程实际。不仅在授课过程中穿插一些工程实际应用，并在课程的最后一部分讨论了工程中经常遇到的弹性力学问题以及如何用有限元的方法解决。这部分介绍了静强度及热应力有限元分析、动力学及转轮流固耦合动态响应有限元分析和轴承转子动力特性分析。

### 20140064 工程热力学 4 学分 64 学时

#### Engineering Thermodynamics

- 1、 基本概念和基本原理
  - 1) 基本概念：各种热力系统；状态参数；平衡态与准静态；可逆与不可逆；功量和热量等。
  - 2) 基本原理包括：热力学第一定律的表达和应用；热力学第二定律的表达和应用；热力学第三定律。
- 2、 工质的性质：
  - 1) 理想气体的性质和参数计算；
  - 2) 纯物质热力学面及相图；水和水蒸气图表的结构和使用方法。

- 3) 混合气体的定律和参数计算；湿空气的性质和参数计算。
  - 4) 热力学微分关系式；维里方程等经验性状态方程；普遍化及对比态方程。
- 3、 热力过程和热力循环：
- 1) 多变过程与基本热力过程的计算；过程和能量在  $p-v$  和  $T-s$  图上的表示；水和水蒸气及湿空气的热力过程。
  - 2) 气体动力循环、蒸汽动力循环、制冷和热泵循环、现代新型动力循环。
- 4、 化学热力学基础：赫斯定律；燃烧热值；标准生成焓和标准生成吉布斯函数；化学火用、化学平衡。

**20140083 传热学 3 学分 48 学时****Heat Transfer**

《传热学》主要研究热量传递的机理、规律、计算和测试方法等基础理论知识，是机械类院系本科生的基础课，也是当今科学技术领域发展的最重要技术基础之一。课程内容安排的指导思想是力求将本课程的基础性、应用性和前瞻性等特点有机地结合起来，并体现在教学内容的安排和教学方法的实现中。进一步改进教学方法、注重学生创新能力的培养，使学生具备一定的理论联系实际、分析和解决实际热工问题的能力及创新能力；扩大学生的知识面，为以后研究生阶段的学习和研究以及今后解决国民经济及高新科技发展中的热工问题打下一定的理论基础。本课程主要根据热量传递的三种不同方式：导热，对流换热，热辐射与辐射换热，分别介绍了与此相关的物理概念，基本定律，计算公式，求解方法与实验研究原理，以及应用背景等。为适应科学技术的发展，增加了高新技术传热及数值模拟方法等相关专题，以加强学生应用能力的培养。另外本课程为配合教学内容，设置了四个教学实验，安排了两个编程计算的作业。此外，还要求每名同学完成一个大作业并撰写论文或研究报告，以培养学生的综合能力。

**20140092 工程热力学基础 2 学分 32 学时****Fundamentals of Engineering Thermodynamics**

本课程主要包括以下三个方面的内容：

- 1、 基本概念和基本原理：
  - 1) 基本概念：各种热力系统；状态参数；平衡态与准静态；可逆与不可逆；功量和热量等。
  - 2) 基本原理包括：热力学第一定律在闭口系、开口系、稳定流动系统中的表达和应用；热力学第二定律的表述和证明、卡诺定理、熵与熵变、熵流与熵产、孤立系熵增原理、能量的品质与能量的贬值原理。
- 2、 工质的性质和过程：
  - 1) 理想气体的性质和参数计算；气体的热力过程分析。
  - 2) 实际气体的性质；水与水蒸气的热力状态与状态参数图表；水与水蒸气的热力过程。
- 3、 热力循环：
  - 1) 气体动力循环、蒸汽动力循环
  - 2) 制冷和热泵循环。

**20140102 传热学基础 2 学分 32 学时****Fundamentals of Heat Transfer**

本课程将系统学习传热学基本知识，典型传热过程的物理、数学模型建立与求解方法，具体内容包括：导热理论基础、稳态导热、非稳态导热、导热问题数值解法基础、对流换热分析、单相流体对流换热及准则关联式、凝洁与沸腾换热、热辐射的基本定律、辐射换热计算、传热和换热器。除了课堂讲授，还分别有一次有导热与对流换热实验。

**30140064 热工基础 4 学分 68 学时****Fundamentals of Thermodynamics and Heat Transfer**

热工基础是能源动力、航空航天、环境、制冷低温、机械工程等学科的技术基础之一，是反应堆热工水力学的重要基础课程。热工基础课程由工程热力学和传热学两部分基本内容组成，主要研究热能的合理、有效利用以及热能利用过程和其他热现象中的热量传递基本规律。工程热力学篇主要介绍工程热力学的基本概念和基本定律、工质的热力学性质、基本热力过程与热力循环分析以及提高循环效率的途径；传热学篇主要介绍导热、对流换热、辐射换热的基本规律、求解方法以及控制(强化或削弱)热量传递过程的技术措施，换热器的传热计算。

#### **30140314 热力设备传热与流体动力学 4 学分 64 学时**

##### **Heat Transfer and Hydrodynamics in Thermal Equipment**

本课程主要内容包括两个方面，一是热力设备燃烧源或热源侧工质的热辐射传热的基本理论及计算方法；二是热力设备热吸收侧汽水工质的两相流体动力学及其传热的基本理论及计算方法。在热力设备燃烧源或热源侧工质的热辐射传热的基本理论及计算方法方面，主要介绍：1.热辐射的理论基础，热辐射的基本定律；2.辐射热量的形式，热力设备内固体壁面间的辐射换热；3.热力设备内吸收性介质的辐射换热，介质与受热面间的辐射换热；4. 热力设备燃烧源或热源侧温度场、热有效性系数、灰污系数的基本概念，传热计算相似性原理及传热计算方法；5.热力设备燃烧源或热源侧传热过程的现代理论及实验研究方法，传热的数学模型。在热力设备热吸收侧汽水工质的两相流体动力学及其传热的基本理论及计算方法方面，主要介绍：1.汽液两相流特性参数及流型；2.两相流基本模型，两相流流动压降及空泡率计算；3.热力设备的两相流体动力学计算，两相流动不稳定性；4.流动沸腾引论；5.流动沸腾传热计算，流动沸腾传热恶化。

#### **30140323 应用流体力学 3 学分 48 学时**

##### **Applied Fluid Dynamics**

课程内容分为两部分，

第一部分（课堂讲授）有如下 6 章：运动方程；若干有用基本概念；涡旋流动；湍流流动；损失来源与损失计算；计算流体力学初步。每一章中各节的详细介绍参见教学日历。

第二部分（综合训练）有如下 4 个实验：实验一、PIV 流场测量实验，利用 PIV 测量两套翼型在负攻角、零攻角、正攻角工况下的包括流动分离的流场；实验二、拉瓦尔喷管实验，通过该实验，获得“流量-压比”关系曲线，并获得在跨超音速状态下，沿喷管轴向位置的压强分布；实验三、探针校正实验，通过该实验，进一步理解探针的应用原理，由于条件限制该实验尚未开放；实验四、商业流体计算软件的实际应用，加深同学们对计算流体力学的理解与应用。

同学课外习题部分：每一章均安排了较多数量的习题，供同学们课外练习。

学时安排如下，课内授课学时：利用全部课内 48 学时进行课堂讲授；实践学时和课外学时：全部利用课外学时分组进行综合实验训练，每组 2~3 人，一般分为 10 组，每组的全部综合实验时间约为 3 学时，约合计为 30 学时；同学课外习题学时约为 66 学时；全部实践学时和课外学时数约共计 96 学时。上述课外学时不包括课外辅导学时。

#### **30140342 工程声学基础 2 学分 32 学时**

##### **Fundamentals of Engineering Acoustics**

工程声学就是这样一门随着科学技术的发展，不断丰富完善的科学。在流体中，声波是在气体或液体中传播压力的变化。在能源动力工程中，流体流动所产生的流噪声不仅直接导致噪声污染，也可能与机械结构或其他能量转换系统相互作用，导致结构和流动失稳或振动。严重时，还会结构破坏造成事故。随着生产力的发展，工程技术的复杂性对可靠性的提出越来越高的要求，与声学相关的问题将日益重要。本课程将讲授声波传播和产生的基本概念和理论；并对热能动力工程中相关的问题进行分析。课程分为九章，主要内容包括：简要介绍背景之后，首先复习简谐振动和波的一般概念和数学表达，以及声波的基本特征包括声的计量、热力学性质和一维声学方程；在接下来的两章将介绍在变截面和分叉管道中的传播以及在多维

空间的传播。在第四章介绍气流中的基本声源和 Lighthill 声学类比分析方法。热声学及其热声系统工作原理将在第五章介绍；在第六章将介绍共鸣器、吸声器和噪声控制的一般方法；在第七章将介绍测量技术、数据分析方法和实际应用；在第八章将介绍能源动力工程中噪声控制的应用实例。最后，简要介绍相关领域的研究前沿及结束语。

### 30140373 测试与检测技术基础 3 学分 48 学时

#### Fundamentals of Measurement Technology

##### 第 1 章 测量概述

##### 第 2 章 测量误差分析与处理

随机误差的分布规律，直接测量、间接测量和组合测量误差分析与处理，系统误差判别准则与处理方法，粗大误差判别，误差的综合

##### 第 3 章 测量系统分析

测量系统静、动态特性，测量系统动态响应，测量系统动态特性参数的试验确定

##### 第 4 章 温度测量

温度与温标，热电偶测温，热电阻测温，接触式测温技术与误差分析，非接触式温度测量，热流量测量、温度场测量(红外测温与热象仪、激光全息干涉技术测温度场)

##### 第 5 章 压力测量

压力信号电变送方法(电阻应变式、电容式、电感式、力平衡式、霍尔效应式)，气流压力测量原理、方法与测压探针

##### 第 6 章 气流速度测量

测压管与测速技术，气流速率、方向测量，平面气流、空间气流速度测量，热线(膜)测速原理、平均流速与脉动气流速度测量，激光多普勒测速原理、方法、测速系统与信号处理

##### 第 7 章 流量测量

流量测量概述，节流式流量测量基本原理、流量测量误差、标准节流装置的设计计算，速度式流量计(涡轮、电磁、涡街、靶式流量计)，特殊流量测量，两相流流量测量原理与方法概述

##### 第 8 章 气体成分分析

氧化钨氧量计，红外气体成分分析仪，热导式气体分析仪，气相色谱仪

##### 教学实验

1. 热电阻静态校验和测量稳态温度实验；
2. 温度传感器动态特性实验；
3. 高温辐射温度测量实验；
4. 流量测量实验；
5. 两相流流量测量实验；

### 30140383 控制工程基础 3 学分 48 学时

#### Fundamentals of Control Engineering

主要内容为控制系统基本概念，控制系统的数学描述，系统分析，热工控制系统的分析和整定，发电厂控制系统介绍以及当代先进过程控制技术和理论简介。课程实验：(1) 双容水箱的水位控制实验；(2) 基于 Matlab-Simulink 的 PID 控制器整定实验。

### 30140393 燃烧理论 3 学分 48 学时

#### Principle of Combustion

许多工程领域的学生对于燃烧和燃烧应用有着浓厚的兴

趣，这一课程的主要内容主要提供一个学期的学习内容，本课程共分十讲，除第一讲引言外，本课程分为

二个大的部分，每一部分介绍燃烧所述及的各种科学基础，共分 5 讲，第二部分介绍各种典型的燃烧火焰的建模和应用于实际的燃烧装置。

第一讲定义了燃烧和火焰的种类，同时特别介绍燃烧学研究的方法，引入了各种燃烧现象，特别是近年关心的燃烧产生的大气污染物的影响和控制问题；

燃烧学习所需的热化学知识在第二讲中引入，其中最主要强调化学平衡在燃烧中的重要性并提供一个软件供学生对于燃烧气体进行复杂平衡计算的简单方法，这一方法可以用于后续的各种习题计算中；并增加了有关的煤等燃料计算的一些内容。

第三讲引入了燃烧过程最重要的传质现象，浓度梯度引起的表面蒸发和相变引起的斯蒂芬流现象的分析，这儿不涉及复杂传质（主要在第六讲中引入）；

第四、第五讲主要是提供化学动力学方面的内容，其中第四章中引入最基本的概念，第五讲中引入燃烧中最重要的化学动力学反应，强调化学基元反应在燃烧特别是污染物形成中的重要性，引入了碳氢化合物的详细化学动力学的分析；

第六讲主要讲解如何将化学动力学与热力学的知识进行融合，引入了定压、定容、均匀搅拌和塞状流四种典型的燃烧反应器模型，这实际上是最重要的燃烧分析建模方法的开始。

第七讲到第十讲是介绍各种实际火焰的建模与分析处理方法。

第七讲中主要引入了层流预混火焰第八讲解的是层流扩散火焰，包括火焰传播、着火、熄火、火焰稳定等，这儿主要是过建模的方法建立各种现象的简单分析方法，特别强调各种实际过程的方法和分析，有利于学生建立

起相关的分析实际燃烧过程的能力，对于物理过程的深入分析更强调，而不着重其数学模型的准确性；这二章提供了分析所有火焰现象的基础。

第九讲专门介绍液滴蒸发与燃烧的分析方法，这是液体燃料的基本燃烧方法，内容包括液滴蒸发和燃烧的简化模型和一个一维的蒸发控制的液滴群燃烧模型，为复杂的液滴燃烧模化建立了一个良好的基础；

第十讲中引入了固体燃料的燃烧，其中最基础的是碳的燃烧，这儿建立了多相反应的概念，同时引入了扩散控制燃烧和动力学控制燃烧两种基本现象，并相应提供了有关的方法，本讲还将让学生对于煤的燃烧及其应用有所了解。

### **30140402 燃煤污染控制技术 2 学分 32 学时**

#### **Pollution Control Technology of Coal Combustion**

本课程涉及能源、化工、环境等众多学科领域里共有的燃煤污染控制问题。随着世界经济的快速发展，燃煤引起的环境污染问题日益突出，相应的理论与应用实践也不断发展完善，清华大学针对此问题进行了长期的应用基础研究以及技术产业化的开发工作。学习本课程将有助于构建更合理和完善的基础理论和专业知识，训练观察能力和创新思维，并为日后开展科学研究打下重要基础。

能源的发展存在严重的环境问题，本课程将针对我国能源发展现状以及存在的环境协调问题进行概述讲解。针对燃煤引起的环境问题进行理论与案例分析，掌握燃煤引起的主要环境问题及其危害。对我国目前急待解决的由燃煤引起的硫氧化物、氮氧化物以及粉尘污染重点讲解其生成机理以及相应的控制原理与先进工艺。

课程含调查分析和课堂讨论环节，锻炼学生独立思考的能力。

### **30140422 能源动力工程项目管理 2 学分 32 学时**

#### **Project management in energy and power engineering**

能源动力工程涉及到锅炉、汽轮机、发电机等设备。该专业的毕业生毕业后可能涉足以能源动力工程设备为对象的工程领域，例如设计、采购、施工、管理等。工程项目管理是一门理论性、综合性和实践性很强的课程，是土木工程、工程管理、建筑工程技术、工程造价、工业工程等专业的骨干课程之一。针对“能源动力系统及自动化”专业，目前从教学设置上还没用相应课程，从“能源动力系统及自动化”专业毕业

生的职业发展看,引入工程项目管理的课程已经有所需求。通过本课程的学习,以能源动力工程设备为对象,可使同学了解基本的能源动力工程设备、基本的施工机械、基本的法规,初步建立起工程项目管理的理论体系,培养学生应用项目管理知识解决实际工程问题能力。内容包括项目管理的基本介绍(注册建造师、美国 PMP)、相关法规、工程对象和施工机械、进度管理、成本管理、质量管理、安全管理、合同管理等,是今后从事与能源动力工程相关工作的入门课程。

#### **30140431 能源与环境认识实践 1 学分 32 学时**

##### **Energy and Environmental Practice Cognition**

课程建设的特色在于感性教学、现场实践和国际调研的结合,让学生在学习本专业基础课程之前对专业形成初步认知,具体如下:

(1)参照《Energy Systems Engineering》教材,在本科生实习前,邀请本系相关领域知名教师讲授化石燃料能源、风能、核能、水电、太阳能和 CO<sub>2</sub> 的相关课程共计 4 学时,让学生实践前具备初步的知识认知。

(2)实践环节是课程的重点,针对过去出现的问题,在优先鼓励学生参与自主寻求实践单位的同时,对无法获得实践的同学,和清华大学煤燃烧工程中心合作,让这些同学参与到中心的能源调研方面。

(3)传授 2 学时的文献检索的能力,让学生开展美国能源部最近规划的 46 个能源前沿研究中心研究的调研,感受中美能源研究的异同。

#### **40140012 热工实验技术及数据处理 2 学分 32 学时**

##### **Experiment Techniques and Data Processing**

本课程将使学生了解和掌握各种热工实验技术的原理与应用,掌握实验信号的数据采集方法和数据处理手段。课程内容包括实验信号计算机数据采集与数据处理和热工实验技术两大部分,其中第一部分包括实验信号计算机数据采集、实验信号的频谱分析、模拟滤波器与数字滤波器的设计、实验信号的噪声与抗干扰。第二部分包括流速测量技术与应用,包括热线风速仪测速技术(HWFA),激光多普勒测速技术(LDV,PDA),粒子图象测速技术(PIV,PTV),皮托管测速技术。热分析技术与应用(TGA,DTA),气体与固体成分分析技术与应用(傅立叶红外光谱仪 FTIR,原子发射光谱仪 ICP,气相色谱仪 GC)等。通过完成设计的实验,学生将掌握必要的热工测量知识与技能,为未来相关领域的学习和研究打好基础。

#### **40140072 受压容器强度 2 学分 32 学时**

##### **Strength of Pressurized Vessels**

本课程包括三方面内容,受压容器的受力特点及应力分析方法,在材料力学的基础上,分析压力容器的受力特点,掌握应力松弛、热应力、残余应力的基本概念,将材料力学研究的拉、压、弯、扭一维受力形式扩充到轴对称压力容器的三维受力形式,建立“自限性”应力分布和变形协调的概念,在此基础上掌握二次应力、峰值应力等概念;受压容器应力控制原则及强度计算方法 掌握当量应力的含义,应用第三强度的理论,导出主应力状态的当量应力表达式,对不同应力类型用不同的应力控制原则,推导出回转壳、圆平板的强度计算基本公式;与受压容器强度分析相关的断裂力学基础及有限元法基础,介绍线弹性断裂力学基础及弹塑性断裂力学基础,介绍有限单元法在受压容器强度计算中的应用实例。

#### **40140312 联合循环系统 2 学分 32 学时**

##### **Gas Turbine and Combined Cycle System**

随着燃气轮机技术的日益成熟和天然气资源的进一步开发应用以及人们对于环保质量要求的提高,燃气轮机及其联合循环已经成为世界电力工业的重要组成部分。为适应此要求,开本课程。 本课程的目的在于让学生了解各类和燃气轮机相关电站的经济性分析方法。详细介绍了各类燃气轮机电站工作过程、特点和参数对燃机电站效率的影响。给出了联合循环电站热力学分析的方法,利用 Horloch 方法和焦树建方法对不补燃的燃气蒸汽联合循环和补燃的燃气蒸汽联合循环进行了详细的热力学分析。并对动力工程领域的

其他联合循环进行了介绍。

#### **40140362 热力涡轮机装置 2 学分 32 学时**

##### **Gas Turbine System**

主要讲授燃气轮机的基本理论和工程应用基础。通过对燃气轮机的发展过程综述,介绍燃气轮机的种类、特点、国内外现状、技术发展趋势以及国内的燃气轮机制造、引进与使用情况。热力循环部分主要介绍燃气轮机的理想循环、实际循环、以及复杂循环的性能、分析与计算方法。结合目前国内使用较多 GE、三菱、SIEMENS 等公司的典型机组介绍燃气轮机的主要组成部件(压气机、燃烧室、透平)的基本工作原理、结构与变工况特性;通过燃气轮机的变工况性能与计算介绍使学生了解并掌握燃气轮机在不同应用场合、不同运行环境下的变化规律与特点;课程最后介绍燃气轮机的起动过程以及加/减载与加/减速过程的特性和规律;此外,在时间允许的情况下,本课程还将对先进的燃气轮机控制系统进行简单介绍。通过必要的视频资料的辅助教学以及教学试验,使学生能够了解国内外燃气轮机的发展进展,掌握燃气轮机装置的基本知识,并对燃气轮机的运行,操作具有一定的了解。

#### **40140522 流体机械系统仿真与控制 2 学分 32 学时**

##### **Simulation and Control of Fluid Machinery System**

流体机械系统是以水力机械为核心设备的工程系统,包括水力发电站、抽水蓄能电站及引水调水工程等。本课程讲述该类系统的静态、动态仿真建模和系统运行的动态过程优化控制调节。内容包括流体机械系统分类和特点、系统过渡过程仿真建模方法、现代控制理论在流体机械系统的应用。不仅介绍引水系统、水力机械、调节元件的数学模型,而且介绍现代流体机械系统中出现的多级串联电站、串联泵站工程的全系统优化控制调节和离散—连续系统仿真控制等新问题。课程综合性强,可供流体机械、水利、电力、控制类专业的本科生研学。

#### **40140552 液力传动 2 学分 32 学时**

##### **Hydraulic Transmission**

液力传动是机械装置传动机构中的一种,在传递动力时,能够协助原动机和工作机实现动力传递,广泛地应用于矿业、农业、航空、汽车、化工等各行各业。本课程通过讲授(1)液力耦合器(原理、型式、应用);(2)液力变矩器(原理、型式、应用)及(3)液力机械传动(简介)等内容,使同学们扩大专业知识范围,了解流体机械的多种应用功能,为将来开展“液力传动”技术的研究、设计、制造及应用打下基础。课程的主要形式以讲授为主,辅以自学及参观学习,期望通过采用多种方式培养同学们的分析问题、解决问题等能力。课程结束时,结合讲课及课堂讨论的内容进行测验,以确定同学对课程涉及的基本概念及方法等的把握程度,促进同学对所学知识的总结和深化。

#### **40140632 流体机械基础 2 学分 36 学时**

##### **Basic Fluid Machinery**

课程整体教学内容含流体机械的定义、应用、分类和最新发展概况;典型流体机械结构和工作原理;转轮能量转换原理及其他流道部件对能量转换的影响;相似理论和无量纲参数工程应用;空蚀、磨蚀与腐蚀;性能曲线和运行特性;多相流动多场耦合特性综合分析;标准化、质监与工业流程分析等。

#### **40140642 动力机械及工程基础 2 学分 32 学时**

##### **Basic Theory of Power Mechanics and Engineering**

主要介绍能量利用中最为重要也最为基础的功能转换的基本过程与原理、主要的动力设备和系统的工作原理。叶轮机械气动热力学为核心,讲授叶轮机械的工作过程、工作原理、气动特性、变工况性能和系统工作特性等。

**40140652 热能工程课程设计 2 学分 32 学时****Practice Design of Thermal Engineering**

通过该课程，将全面总结提高前几年学习内容。主要内容包括燃煤锅炉的特点、清洁煤燃烧技术；蒸汽发生器的技术发展历史及现状，工作原理、分类、各种燃烧技术的特点；蒸汽发生器设计的辅助计算，蒸汽发生器的整体布置方式，典型整体布置及其设计，各种容量、各种燃烧方式的蒸汽发生器汽水系统和燃烧系统，一些关键参数的选择方法，保温炉墙结构及钢架结构；蒸汽发生器布置对水循环的要求，各种燃烧设备的设计方法，并根据条件选择燃烧方式、设计燃烧设备；典型蒸汽发生器结构的介绍，如水冷壁、过热器、再热器、省煤器、空气预热器，分析不同燃烧方式以及制造工艺对结构设计的要求；学习蒸汽发生器中受热面的传热计算，根据给定的条件，设计整个蒸汽发生器；邀请国际知名专家介绍动力设备发展前景、世界上的最新发展动态、以及一些前沿性研究内容。

**40140662 流体机械课程设计 2 学分 36 学时****Design Practice of Fluid Machinery**

课程教学以课堂教学与讨论、独立设计的方式进行。主要讲课内容包括：流体机械在国民经济中的应用及流体机械最新进展；流体机械新产品的的设计程序；流体机械产品的典型结构；离心式流体机械的水力设计方法、叶片设计、结构设计等。作为流体机械课程设计的主要教学内容，同学需要按给定的参数要求（每人一组）独立完成一种离心泵或混流泵的设计工作，具体包括完成叶轮主要几何参数的计算（采用计算机设计方法）、叶片绘型和螺旋型压水室的水力设计，并进行叶轮的结构设计。课程结束时，结合讲课及课堂讨论的内容进行测验，以确定同学对课程涉及的基本概念及方法等的把握程度，促进同学对所学知识的总结和深化。此外，同学须按时上交课程设计的成果：设计大作业的报告、图纸及相关的参数计算软件等。

**40140672 动力机械及工程课程设计 2 学分 32 学时****Project of Power Mechanics and Engineering**

叶轮机械专业学生通过课程学习掌握基本气动设计方法，采用流通部分的气动设计方法，完成透平部分的设计计算，绘制通流部分剖面图，并撰写设计报告、设计说明。

**40140682 热能工程基础 2 学分 32 学时****Fundamentals of Thermal Engineering**

锅炉是吸收燃料燃烧放出的热量而生产蒸汽的设备，是发电系统中的关键设备。该课程以锅炉为对象使学生了解能量转换和利用设备的工作原理，解剖分析热力设备的工作过程。主要内容包括锅炉的工作原理与构造，燃料的燃烧特性、稳燃和高效率燃烧所需条件、对燃烧设备的要求、锅炉的燃烧系统，锅炉热损失以及热平衡计算方法，炉膛内辐射换热的计算原理和方法，对流辐射受热面换热计算原理和方法，汽水循环系统的基本概念，烟风系统阻力计算，以及锅炉总体设计的方法等，锅炉作为一个大型的热力设备，由不同的子系统组成，在对他们深入认识的基础上，还要熟悉它们之间的相互配合及影响。本课程作为动力机械和流体机械方向的辅修专业课，目标是培养灵活运用所学过的专业知识，促进理性知识与感性知识的结合，提高学生分析问题和解决问题的能力，并运用已学过的知识进行创新的能力。

**40140694 流体机械原理及设计 4 学分 64 学时****Principles and design theory of fluid machine**

本课程为流体机械及工程学科本科生的专业基础课。课程内容主要包括：流体机械的分类与应用；叶片式流体机械的工作过程、结构、主要性能参数；叶片式流体机械的工作原理及基本方程；有限叶片数的影响；机组高压侧过流部件的作用原理；导流部件的作用原理；机组低压侧过流部件的作用原理；流体机械内的能量损失及效率；流体机械的相似理论和计算；比转速与过流部件几何尺寸及性能的关系；流体机械的空

化理论及空蚀；流体机械的模型实验及特性曲线；流体机械的运行调节；轴流式流体机械叶轮设计的升力法和奇点法等内容。通过本课程的学习，使学生掌握流体机械的基本原理和过流部件的基本设计理论和设计方法，为进一步在本学科领域深造和从事与本学科有关的科研、技术工作打下良好的基础。

#### **40140704 动力机械及工程原理 4 学分 64 学时**

##### **Theory of Power Mechanics and Engineering**

本课程阐述重要的能量转换——功能转换的基本过程、基本原理和相关技术。叶轮机械是功能转换过程中最重要和最先进的机械，本课程将以阐述叶轮机械原理和动力系统为重点。主要内容包括：叶轮机械气动热力学基础、轴流压气机基元级工作原理、轴流压气机平面叶栅试验结果及应用、轴流压气机简化三元流动设计、多级轴流压气机气动设计、轴流压气机变工况性能和调试、离心压气机、轴流透平基元级与短叶片级、轴流透平平面叶栅吹风试验和叶片造型、轴流透平长叶片级及多级透平特点、轴流式透平变工况、各类轴流透平设计特点、向心透平等。

#### **40140712 可再生能源及其利用技术 2 学分 32 学时**

##### **Renewable Energy Sources and Conversion Technology**

传统能源，如煤、石油等的利用面临着两大世界性的难题，一是资源枯竭，二是环境污染。因此，可再生能源的利用越来越受到重视。该包括太阳能、生物质能、风能、地热能、海洋能等可再生能源。该课程主要分为三部分，一是可再生能源的基本理论，二是主要应用，三是经济性和环境性评价。基本原理部分主要包括以下内容：太阳能集热器，光伏转换，生物质转化的物理和热化学方法及生物方法，风能的基本理论，地热能和海洋能的基础知识等。该部分内容主要以课堂讲授为主。第二部分主要包括：太阳能的低温应用，太阳能热发电，光伏发电，沼气生产，乙醇生产，风力发电，地热发电，潮汐发电等。该部分主要以讲授，课堂讨论和项目训练为主。第三部分主要包括能源技术、经济、环境评价方法以及政策分析的基本方法，和主要可再生能源利用技术的能源效率、经济性、环境特性等方面，以课堂讲授、课外阅读、研究报告等方式为主。

#### **40140722 现代热物理测试及分析技术 2 学分 32 学时**

##### **Contemporary Measurement and Instrument Analysis**

###### 第一章 绪论

- 1.1 现代测试和分析技术应用背景和科学意义；
- 1.2 现代测试和分析技术的分类；
- 1.3 现代测试和分析技术的发展历史和应用实例。

###### 第二章 热物理激光测试技术

- 2.1 激光基本性质和激光器
- 2.2 激光全息成象和干涉技术
- 2.3 激光散斑测试和成象技术
- 2.4 激光多普勒测速技术
- 2.5 其他激光测试技术
- 2.6 激光热物理测试技术的应用实例

###### 第三章 热物理场图像测量技术

- 3.1 颗粒图象和跟踪测试原理
- 3.2 颗粒图象处理
- 3.3 颗粒图象测速的基本算法
- 3.4 颗粒图象和跟踪测速在单相和多相流测试中的应用
- 3.5 辐射成象技术

### 3.6 辐射温度场测试和应用

#### 第六章 微尺度热物理测试和分析技术

##### 7.1 微尺度热物理现象和应用背景

##### 7.2 显微观测技术

实验:

###### 1. PIV 实验

1. 了解 PIV 基本原理和实验装置;

2. 掌握 PIV 图像处理方法;

###### 2. 激光全息实验

1. 了解激光特性;

2. 了解全息测量的基本原理;

3. 掌握全息图像重建的基本原理。

### **40140752 多相流动基础 2 学分 32 学时**

#### **Multiphase Flows**

多相流动指含有气相、固相或液相的混合物的流动过程，是自然界和工业过程中普遍存在的现象，构成了燃烧、化学反应、大气污染等更加复杂过程的动力学基础。本课程将引导你走入多相流动世界，认识身边的液滴、颗粒、气泡等各种粒子特征、运动形式和相互作用，解读风沙流、除尘、过滤、输送、流态化等多种过程，激发对自然规律的创造性探索，为从事能源、动力、化工及环境领域的科学研究提供必要的知识储备。

课程主要内容:

1、观察和解读自然现象、多相流动概念、关系和粒子分类

2、离散相粉体特性：碰撞与受力、团聚与凝并；在连续介质中的运动等

3、多相流流型、稀疏与稠密流动特性；相间相互作用；湍流特性；分离和过滤等

4、最新测量技术等。

### **40140762 热能动力系统 2 学分 32 学时**

#### **Thermal Power Plant**

本课程为热动及相关专业的学生讲授现代热力发电厂的基本原理和实际系统，包括现代热力发电厂设备及流程，典型热力循环，分析和评价热经济性的原理和方法等。以课堂讲授为主，有计算机辅助热力计算设计作业。在讲授业务知识的基础上，本课程还注重如下要点：开阔眼界，增长能力；世界与中国能源形势；现代发电技术状态和进展；新型能源动力系统以及发展趋势；自主学习与研究能力，团队精神，表达能力。为了让学生了解现代发电技术的进展，本课程已经连续 11 年举办“西门子现代发电技术客座讲座”，请西门子发电公司的发电厂系统专家，锅炉专家，燃气轮机专家，汽轮机专家介绍最新技术进展。

### **40140772 动力系统状态监测与诊断原理 2 学分 32 学时**

#### **Principle of Condition Monitoring and Diagnostics for Power Equipments**

如何保证大型动力设备安全可靠运行已成为人们关心的重大问题。大型动力系统设备的状态监测、故障诊断、预测维修等技术为保证其安全可靠和经济运行提供了科学的手段。本课程主要内容是介绍状态监测与故障诊断原理，主要包括监测与诊断的目的意义、国内外发展现状；状态监测与故障诊断的技术基础和基本过程；动力系统设备的故障机理分析；故障检测技术；故障分析方法；故障诊断原理；监测与诊断系统；以及在具体动力设备电站热力系统、汽轮机、燃气轮机等的实际应用。

### **40140782 热力系统综合自动化技术 2 学分 32 学时**

### **Integrated Computer Automation Technology of Thermal System**

热力系统综合自动化技术是流程工业综合自动化理论在热电行业的应用和发展。课程以热电行业为应用背景，针对热电行业的应用特点和目前形成的实际规范，讲述流程工业综合自动化理论知识及其在热力系统中的应用。流程工业综合自动化理论将流程企业的生产过程控制、优化、运行、计划与管理作为一个整体进行控制与管理，提供整体解决方案，以实现企业的优化运行、优化控制与优化管理，是实现企业信息化、提高企业竞争力的核心技术，能为流程企业带来显著的经济效益。因此近年来这一技术在我国热电行业得到广泛的研究和应用，成为热电行业自动化技术研究、应用和发展的重要方向，并初步形成框架性的规范。课程结合热力发电企业应用实例，讲述热力系统综合自动化的三个组成部分，即以 PCS（过程控制）为代表的基础自动化层，以 SIS（厂级监控信息系统）为代表的生产过程运行优化层和以 ERP（企业资源管理）为代表的企业生产经营优化管理层，并重点讲授与专业过程结合较为紧密的基础自动化和运行优化，课程通过现场认知实习和案例分析，加深学生对理论知识的理解和应用，并通过多个大型实验加强学生对基础自动化知识的理解和应用能力。课程为学生提供热力系统综合自动化的整体构架和研究发展方向，使学生掌握热力系统综合自动化的基本技术和理论，能够有效完善和拓宽其专业自动化知识，加强其研究和创新能力。

### **40140792 风机原理及设计 2 学分 32 学时**

#### **Principles and Design theory of Ventilator**

本课程为流体机械及工程专业本科生的选修课，同时也可供能源与动力工程、建筑技术、机械工程等专业的本科生作为通用机械选修课。

课程内容包括：风机分类和应用，气体的性质和状态变化；离心通风机原理及真实气体在叶轮中的流动；离心通风机性能及设计；轴流通风机原理及叶栅空气动力学方程；轴流通风机设计；通风机的工作、调节；通风机噪音及其控制；通风机的性能实验及内部流场测量；以及介绍通风机内部三维流动及气动噪声的预测计算等学习内容。课堂讲授主要内容，其它内容同学自学。

实践教学通过引入主氨风机工程设计实例，深化学生理论联系实际的能力培养。将我校已有的风机相关成果转换来指导教学；实现课堂教学、课程实践、课程实习三个课堂的全面融合，保证多层次、高质量、全方位服务于教学工作。希望通过实践，加强师生互动性，调动学生参与课堂教学的积极性，全面提升“风机原理及设计”的课堂教学效果，使学生寓教于乐，夯实专业基础，提高专业技能。

### **40140812 燃气轮机燃烧理论及装置 2 学分 32 学时**

#### **Gas Turbine Combustion Theory and Equipments**

本课程是燃气轮机专业系列课程之一。

燃烧室是燃气轮机三大部件之一和“心脏”，是整个机组的能源利用率和污染物排放控制的关键环节，更是发达国家严格控制出口的核心技术。随着我国动力行业的迅速发展和燃气轮机装备的普遍应用，迫切需求大量燃烧室人才。本课程通过讲授燃气轮机燃烧室的工作过程、结构、设计、试验和关键科学技术问题，配合教学实验，旨在完善学生动力设备知识，强化所学燃烧理论的实际应用和学生的工程实践能力。

课程主要内容：

- (1) 燃烧理论回顾，重点阐述着火、回火、熄火的基本现象在燃烧室条件下的表现形式和规律
- (2) 燃烧室主流结构和基本工作过程，包括现代低排放燃烧室技术发展和结构演化规律，以及中低热值燃料的燃烧问题；
- (3) 燃烧室设计方法和关键技术，包括一维设计方法，三维数值模拟及数据库问题；
- (4) 燃烧室试验技术和模化方法；
- (5) 新型燃烧室技术及其未来发展方向。

### **40140822 煤炭转化原理及煤化工技术 2 学分 32 学时**

**Coal Conversion Theory and Coal Chemical Engineering**

本课程全面系统地介绍了煤的物理和化学性质、化学热力学和化学动力学、煤炭燃烧和气化的物理化学基础、燃烧和气化反应及反应动力学、煤的液化和气化、煤制化工产品和替代燃料技术、洁净煤技术等。通过系统地学习，可以使学生从本质上掌握煤炭的转化原理和利用技术，掌握各种煤加工利用的专业技术和方法，从而为煤炭的清洁和高效综合利用打下良好的基础。本课程的特点是涉及多个学科，包括工程热力学、流体动力学、化工原理、化学反应工程和化工技术等，所以本课程是一个包括热能、化学、化工、机械等多学科的综合课程。本课程重视学生基本知识和基本概念的掌握，在学习原理知识的同时，强调实用工程技术的训练和综合利用基础原理的能力。本课程的教学强调工程概念的培养，利用具体工程实例的方式向学生讲解煤炭的应用和转化技术，并结合工程中遇到的实际问题培养学生研究问题和解决问题的能力。

**40140842 燃料电池发电技术基础 2 学分 32 学时****Fundamentals of Fuel Cell Power Generation technology**

本课程讲授燃料电池及其发电系统的基础知识。燃料电池是通过电化学反应直接把燃料化学能转化为电能的高效洁净能源转换装置，燃料电池发电系统构成了高效率、低污染的新型发电方式，特别在分布式发电/能量供应系统和移动动力源方面将得到广泛应用。课程概述燃料电池的发展历史、应用及研究现状，讲述燃料电池的基本原理、分类、热力学和电化学基础知识，电极反应动力学基础；讲授各类燃料电池的特征，结构，系统，性能；重点介绍有广泛应用前景的质子交换膜燃料电池（PEMFC）和固体氧化物燃料电池（SOFC）及其发电动力系统，尤其是以碳基燃料为基础的固体氧化物燃料电池（SOFC）关键元件、组成、制备及发电动力系统基本知识；发电系统及设计，以及能量平衡分析；对燃料电池发电系统的应用进行分析。

**40140853 生产实习 3 学分 120 学时****Manufacture Practice**

热力系统基础知识、煤粉锅炉、流化床锅炉、低氮燃烧器、混流式水轮机的结构设计、汽轮机叶片结构基础知识、燃气轮机原理与蒸汽轮机的比较、工业透平主要产品及技术、超超临界汽轮机辅助系统控制、工业汽轮机系统和辅机。

**40140861 能源动力系统及其仿真实验 1 学分 32 学时****Energy Power System & its Simulation Experiment**

本课程将以发电厂为对象，介绍当前先进的控制与保护系统，通过仿真实验，系统全面掌握上述知识，同时，了解生产实践过程中一些基本概念，为未来从事相关科研和其它工作打下良好的基础。

**40140873 动力系统建模与仿真 3 学分 48 学时****Power System Modeling and Simulation**

讲述动力系统建模的意义，基础知识，分布参数和流体网络建模方法，汽轮机、燃气轮机、锅炉的建模技术，国内外重要研究进展。实验将利用电力系统国家重点实验室实验台，由学生自己动手完成一个动力系统建模项目。

**40140883 制冷技术原理 3 学分 48 学时****Principles of Refrigeration**

课程学习内容包括：（1）制冷方法及制冷的热力学原理，包括物质相变、热电、气体涡流、气体膨胀等制冷系统的组成和工作原理；（2）制冷压缩机工作过程的热力学分析，包括制冷压缩机分类及工作原理、容积式制冷压缩机的热力学分析；（3）蒸气压缩式制冷循环，包括单级、多级循环制冷循环、复叠式制冷循环及 CO<sub>2</sub> 跨临界制冷循环等；（4）制冷系统的热交换器及流量调节，包括制冷设备中的传热过程、冷凝器及蒸发器、制冷系统的传热强化与弱化、蒸发器供液量自动调节等；（5）载冷与蓄冷，包括载冷剂与蓄冷

剂、蓄冷技术的发展现状等。制冷技术原理是制冷及低温工程二级学科方向的主干专业课程。课程涉及的专业知识是从事制冷及低温、航空航天、生物医学工程、建筑设备以及食品工业等领域技术工作的重要基础。

#### **40140902 先进燃气轮机的理论和实验技术 2 学分 32 学时**

##### **Gas Turbine Theory and Experimental Technology**

本课程由两位院士领衔和十位相关领域的教师共同讲授,着重于燃气轮机各关键部件和关键技术的研究前沿和实验技术。授课内容涵盖了燃气轮机系统特性、压气机/燃烧室/透平等核心部件的特性、结构强度、控制和故障诊断方法。

主要授课内容如下: 1.课程总体介绍/燃机发展历史和现状 2.灵活燃料的洁净稳定燃烧技术 3.燃烧动力学实验技术 4.燃机透平典型冷却技术 5.燃机气冷透平特性及其失效形式 6.透平冷却先进试验技术 7.航空发动机燃烧室技术与发展 8.燃气轮机部件的多学科优化 9.燃气轮机内部流动先进分析技术 10.Laval 喷管内部流动实验技术 11.燃气轮机系统分析和控制技术 12.燃气轮机的状态监测与故障诊断 13.转子动力学与故障模拟实验台 14.我国能源战略与多联产技术。

同时,课程提供相关的实验,要求每位同学动手完成其中一项实验,并给出实验报告,可选实验包括: 1: 转子临界转速实验 2: 火焰传递函数的实验测量 3: 冷却单元流动传热特性实验 4: 平面叶栅实验 5: 探针和探针的校准和使用方法 6: 燃气轮机与蒸汽轮机性能实验。

本课程通过讲授前沿研究内容和方法,紧密结合先进试验技术的演示和实际操作,带领学生学习燃气轮机技术,领会燃气轮机作为系统工程代表的研究思路和方法。

#### **40140911 专业认识实习 1 学分 16 学时**

##### **Perceptual Practice**

1. 各研究所对学生专业前沿及热点课题介绍,使学生对本专业有初步的认识了解;
2. 学生本人在导师处进行为期三周的实践活动。实践安排方式可以为课题调研、文献阅读、专题实验等形式。

#### **40140922 能源动力工程实验设计及方法 2 学分 32 学时**

##### **Experimental Design and Methods of Thermal Engineering**

本课程面向对能源领域实验研究感兴趣的工科学生,通过对一种实验研究的真实设计过程、制作和实验研究过程,来提高学生实验研究综合能力,并将热工测量理论、三维产品设计、实验研究方法通过学生完成实验产品的制作和实验研究过程得到系统学习和全面锻炼。课程将组织学生进行某研究实验需求来设计实验研究方案,在课堂上做报告交流和讨论分析,从实践中学习实验研究方法,并在分析后得到的 2~3 种优化实验方案作为实验台制作方案,再将学生分组进入到具体实验台设计和制作过程,同时配备加工团队支撑,在过程中提高学生对实验中问题的判断能力和解决实验问题能力,培养团队合作,体验共同创造研究成果的乐趣,锻炼清晰表达自己理解的内容、相互进行交流和学习的的能力。

主要内容包括:实验研究方法,三维机械设计方法,热工测量系统概论和误差分析,热工温度测量方法,热工压力测量方法、流量/流速测量方法、功率测量方法和数据采集软件开发,实验调试基本要求。

本课程所完成的实验作品将继续作为本科工程热力学、传热学、制冷技术等课程的基础型和研究型实验课程内容,这也有助于提高本学科专业基础课程的基础型和研究型实验台的设计水平和丰富实验内容。