

《流体力学与热工学》教学大纲

课程名称：流体力学与热工学	课程类别（必修/选修）：必修
课程英文名称：Fluid Mechanics and Thermal Engineering	
总学时/周学时/学分：32/2/2	其中实验/实践学时：2
先修课程：高等数学、大学物理	
后续课程支撑：液压与气动	
授课时间：11-16 周；周三 1 到 2 节	授课地点：松山湖校区 6B-304
授课对象：2019 机械卓越 2 班；	
开课学院：机械工程学院	
任课教师姓名/职称：宋加雷/讲师	
<p>答疑时间、地点与方式：</p> <p>1.每次上课的课前、课间和课后，采用一对一的问答方式；</p> <p>2.分散随机答疑：通过微信/电话/电子邮件/微信、QQ 等进行答疑；</p> <p>3.预约当面答疑：</p> <p style="padding-left: 20px;">地点：东莞理工学院松山湖校区综合实验楼 12N207 室。</p> <p style="padding-left: 20px;">时间：预约， 课余时间。</p> <p style="padding-left: 20px;">预约方式： 邮件预约、 电话预约。</p>	
课程考核方式：开卷（） 闭卷（√） 课程论文（） 其它（）	
<p>使用教材：《热工基础及流体力学》，郁岚主编；卫运钢，杜雅琴副主编.—2 版.—北京：中国电力出版社，2014.2</p> <p>教学参考资料：</p> <p>1. 《流体力学/张兆顺》，崔桂香编著.—3 版.—北京：清华大学出版社，2015.7</p> <p>2. 《工程热力学》，沈维道/童钧耕主编.—5 版.—北京：高等教育出版社，2016.3 3. 刘家信等编《理论力学》，机械工业出版社</p>	

课程简介：

《流体力学与热工学》是机械设计制造及其自动化、航天、船舶及车辆工程等专业的一门专业基础课程。该课程包括流体力学、工程热力学两部分内容。通过流体力学的学习，使学生理解流体静止与运动的相关概念、基本规律和基本原理，能够运用恒定流能量方程计算流速、流量和压强，掌握能量损失及管路的基本计算方法；通过工程热力学的学习，使学生理解内能、焓、熵的概念并掌握其计算方法，掌握热力学第一、第二定律的原理和运用，理解能量转化的规律和利用效率，理解基本的热力过程，掌握简单的热力学系统的理论分析与计算方法。

该门课程重视通过多媒体教学把抽象的概念或重要的工程应用予以可视化。流体力学部分主要涵盖连续性方程、伯努利方程、边界层理论及边界层分离、形状阻力、流态及其判别、拉瓦尔喷管等知识点；热工学部分主要涵盖内燃机、燃气轮机、蒸汽轮机、冲压发动机等动力机械的热工原理。

该课程将为相关专业学生以后进一步学习专业知识、从事专业工作以及进行科学研究打下基础。

课程教学目标及对毕业要求指标点的支撑

课程教学目标	支撑毕业要求指标点	毕业要求
目标 1： 通过流体力学的学习，使学生掌握流体静止与运动的基本规律与基本原理，初步了解理想流体、黏性流体动力学以及层流、湍流的基本现象和基本原理；通过工程热力学的学习，使学生掌握热力学第一、第二定律的原理和运用，了解基本的热力学循环以及能量转化的规律。	1.2 能针对工程系统或过程建立数学模型并求解。	C1 工程知识：掌握扎实的数学知识、物理、化学等自然科学知识，力学、电工电子学、计算机学、工程材料学等工程基础知识以及机械制图、机械原理、机械设计、机械传动与控制等专业知识，并将其用于解决机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题。
目标 2： 通过流体力学的学习，掌握静压和动压计算原理、伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论，建构常见的工程系统与流体力学相关的理论分析与计算方法；通过工程热力学的学习，掌握内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论，建构常见的工程系统与热力学相关的理论分析与计算方法。	2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法，正确表达复杂机械工程问题。	C2 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题，以获得有效结论。

目标 3： 熟练掌握流体力学的相关理论和实验，能切中工程中的流体力学问题的关键、将解决在相关的工程问题；熟练掌握工程热力学的相关理论，能切中工程中的热力学问题的关键，并解决相关的工程问题。					2.4 能运用相关科学基本原理，借助文献研究，分析机电产品设计、开发、制造、管理等过程的影响因素，获得有效结论。	C2 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题，以获得有效结论。			
理论教学进程表									
周次	教学主题	授课教师	学时数	教学内容（重点、难点、课程思政融入点）	学生学习预期成果	教学模式 （线上/混合式/线下）	教学方法	作业安排	支撑课程目标
1	绪论，流体的性质	宋加雷	2	流体力学的概况和应用领域，流体的定义和性质 重点： 1. 流体的物理定义及连续介质模型； 2.流体的基本性质，流体的可压缩性和黏性； 3. 流体的分类 难点： 流体的黏性定义和剪切 课程思政融入点：介绍流体力学发展史及该领域国内外重要人物，如普朗特，冯卡门，陆士嘉等， 培养学	1. 掌握流体的基本概念； 2. 能够评价流体力学的发展对社会发展的影响，树立起崇尚科学的态度和精神。	线下	讲授	课 程 思 政 作 业：挑选一个流体力学领域重要人物的详细信息，述其生平及流体力学方面的贡献（考核方式：6 页 PPT 报告）	目标 1 目标 3

				生的爱国精神。					
2	流体静力学基础， 表面张力	宋加雷	2	教学重点： 1. 流体的表面张力； 2. 流体的绝对静止； 3. 流体的静压力 教学难点： 1. 表面张力的性质； 2. 流体的压力计算。	1. 掌握流体静力学知识、表面张力的原因和效果； 2. 养成认真、严谨的科学态度。	线下	讲授	习题：流体静力学，压力求解。 课程思政作业：同学成组别解读生活中表面张力的神奇现象。	目标 1 目标 3
3	流体静力学的欧拉方程、流体运动学	宋加雷	2	教学重点： 1. 流体静力学微分方程； 2. 等压面； 3. 流体的运动描述； 4. 流线、迹线、流速的基本概念； 教学难点： 1. 流体静力学微分方程； 2. 拉格朗日描述和欧拉描述。	1. 掌握欧拉方程，流体运动的描述和流体动力学基本概念； 2. 养成理论联系实际、实事求是的科学态度。	线下	讲授	习题：流体静力学微分方程的应用，流体运动的描述分析	目标 1 目标 3
4	流体力学基本方程	宋加雷	2	教学重点： 流体连续性方程，动量方程和能量方程 教学难点： 动量方程和能量方程的物理意义，及适用范围	1. 掌握流体连续性方程，动量方程和能量方程； 2. 具有一定的解决工程实际问题的能力，具有对周围现象进行流体动力学分析的能力； 3. 培养抽象化能力和力学思维模式。	线下	讲授	习题：流体力学方程的应用。	目标 1 目标 2 目标 3


5	恒定流能量方程	宋加雷	2	<p>教学重点: 1. 从流体力学基本方程到伯努利方程； 2. 伯努利原理的应用</p> <p>教学难点: 伯努利方程的推导、理论意义和应用。</p> <p>课程思政融入点: 利用伯努利方程来解释生活中的现象, 如体育中足球中的弧线球, 乒乓球中的上旋/下旋球, 棒球里面投手投球等。培养学生的科学素养及解决实际问题的能力。</p>	<p>1. 掌握伯努利方程和伯努利原理的应用, 能独立地应用基本概念;</p> <p>2. 培养抽象化能力和思维模式。</p>	线下	讲授	<p>习题: 伯努利定理解决问题。</p> <p>课程思政: 周围伯努利定理的应用</p>	<p>目标 2</p> <p>目标 3</p>
6	阻力损失与管路计算	宋加雷	2	<p>教学重点: 1. 流体阻力和能量损失的概念; 2. 阻力损失和能量损失的计算。</p> <p>教学难点: 1. 压力损失; 2. 水头损失; 3. 沿程损失的计算; 4. 局部损失的计算。</p>	<p>1. 掌握流体阻力的概念和原因, 能够对阻力损失进行计算;</p> <p>2. 掌握管路阻力损失的原因, 和行管路沿程损失计算的能力。</p>	线下	讲授讲授 +小组讨论		<p>目标 1</p> <p>目标 2</p>
7	层流、边界层和湍流	宋加雷	2	<p>教学重点: 1. 层流和湍流的转捩以及基本性质; 2. 湍流的基本描述; 3. 边界层的基本概念和物理意义。</p> <p>教学难点: 1. 涡旋; 2. 雷诺数; 3. 边界层的基本概</p>	<p>1. 掌握层流、边界层和湍流的概念;</p>	线下	讲授	<p>习题: 边界层理论计算。</p>	<p>目标 1</p> <p>目标 2</p>

				念。					
8	可压缩流体简介、 流体力学复习	宋加雷	2	教学重点: 1. 可压缩流体简介; 2. 流体力学复习。 教学难点: 1. 激波; 2. 系统梳理和归纳流体力学知识。	1. 掌握可压缩流体, 并明天可压缩性对流体动力学的影响; 2. 掌握激波的概念, 培养归纳总结的能力	线下	讲授	课程思政作业: 查阅文献资料, 了解我国现代化超声速武器。	目标 2 目标 3
9	工质及理想气体	宋加雷	2	教学重点: 1. 工质及基本状态参数。2. 平衡状态及状态方程。3. 理想气体 教学难点: 1. 热力状态及状态方程。2. 定容热容和定压热容	1. 理解理想气体的内涵; 2 掌握工质的性质、平衡状态和平衡方程; 2. 培养勇于探究未知的学习态度, 培养热力学分析能力。	线下	讲授	习题: 应用理想气体状态方程来解决问题。	目标 1 目标 2
10	热力学基础; 热力学第一定律	宋加雷	2	教学重点: 1. 热力过程。2. 系统的能量及与外界的能量传递。3. 热力学第一定律 教学难点: 1. 可逆过程。2. 热力学第一定律。3. 焓	1. 掌握热力过程和热力学第一定律、可逆定律等; 2. 培养勇于探究未知的学习态度, 培养热力学分析能力。	线下	讲授	习题: 热力学第一定律应用解决能量传递问题。	目标 1 目标 2
11	气体的热力过程	宋加雷	2	教学重点: 1. 气体的基本热力过程。2. 气体的多变	1. 具有一定的解决热力工程实际问题的能力; ;	线下	讲授+小组讨论		目标 2 目标 3

				热力。 教学难点： 1. 定压和定容过程。 2. 定温和绝热过程。	2. 培养抽象化能力和工程学思维能力。				
12	热力学第二定律	宋加雷	2	教学重点： 1. 热力循环。2. 热力学第二定律。3. 卡诺循环 教学难点： 1. 熵。2. 热力循环状态图。 课程思政融入点：人与自然的相互作用及熵增过程，可持续发展	1. 掌握热力学第二定律，卡诺循环和熵的概念； 2. 培养积极进取、探究科学的思想意识，培养抽象化能力。	线下	讲授	习题：熵的计算，热力学循环状态图的绘制。	目标 1 目标 3
13	基本热机及热力过程介绍	宋加雷	2	教学重点： 内燃机、涡轮发动机、燃气轮机介绍及简单热力过程 教学难点： 热机结构、热循环原理	1. 掌握热机基本原理和热力过程； 2. 培养积极进取、探究科学的思想意识，培养抽象化能力。	线下	讲授	课程思政：查阅资料了解我国发动机的发展历程。	目标 1 目标 3
14	实验流体力学简介	宋加雷	2	流体密度，流速，压力，温度等参量的测量 重点： 流体速度的测量 难点： 流体速度的测量，PIV 技术和 PTV 技术	1. 掌握流体力学的研究方法和重要的速度测量技术； 2. 培养积极进取、探究科学的思想意识，培养科学研究能力	线下	讲授		目标 1 目标 3
15	习题课	宋加雷	2	流体力学和热工学内容串讲	1.掌握该门课的知识内容，打造流体和热	线下	讲授		目标 1 目标 2

					学的知识框架				目标 3
实践教学进程表									
周次	实验项目名称	授课老师	学时	重点、难点、课程思政融入点	学生学习预期成果	教学模式 (线上/混合式/线下)	教学方法	项目类型（验证/综合/设计）	教学手段
16	伯努利方程的应用	宋加雷	2	验证流体稳定流动的能量方程;通过对诸多水动力现象的实验分析,理解能量转换特性; 重点: 掌握流速,流量,压强等水力要素的实验测量技能 难点: 理解伯努利方程实验中的适用范围	进一步理解伯努利方程的作用,培养严谨的研究习惯和学术论文的写作能力	线下	实操	验证类。撰写实验报告实验报告	目标 2 目标 3
合计:			32						
课程考核									
序号	课程目标	支撑毕业要求指标点	考核内容	评价依据及成绩比例（%）			权重（%）		
				期 末 考试	作业	实验			

1	目标 1: 通过流体力学的学习,使学生掌握流体静止与运动的基本规律与基本原理,初步了解理想流体、黏性流体动力学以及层流、湍流的基本现象和基本原理;通过工程热力学的学习,使学生掌握热力学第一、第二定律的原理和运用,了解基本的热力学循环以及能量转化的规律。	1.2 能针对工程系统或过程建立数学模型并求解。	1.流体静止与运动的基本规律与基本原理 2. 热力学第一、第二定律的原理和运用	30	7	4	60
2	目标 2: 通过流体力学的学习,掌握静压和动压计算原理、伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论,建构常见的工程系统与流体力学相关的理论分析与计算方法;通过工程热力学的学习,掌握内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论,建构常见的工程系统与热力学相关的理论分析与计算方法。	2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法,正确表达复杂机械工程问题。	1. 静压和动压计算原理、伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论与计算。 2. 内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论分析与计算。	25	7	3	28
3	目标 3: 熟练掌握流体力学的相关理论和实验,能切中工程中的流体力学问题的关键、	2.4 能运用相关科学基本原理,借助文献研究,分析机电产品设计、开	1. 朗肯循环的过程分析; 2. 管流中摩擦的计算	15	6	3	12

	将解决在相关的工程问题；熟练掌握工程热力学的相关理论，能切中工程中的热力学问题的关键，并解决相关的工程问题。	发、制造、管理等过程的影响因素，获得有效结论。				
合计			70	20	10	100
注：各类考核评价的具体评分标准见《附录：各类考核评分标准表》						
大纲编写时间：2021 年 2 月 23 日						
系（部）审查意见：						
<p>我系（专业）课程委员会已对本课程教学大纲进行了审查，同意执行。</p> <p style="text-align: right;">系（部）主任签名： </p> <p style="text-align: right;">日期：2021 年 2 月 26 日</p>						

附录：各类考核评分标准表

期末考试评分标准

观测点	评分标准				权重 (%)
	<i>A (90-100)</i>	<i>B (80-89)</i>	<i>C (60-79)</i>	<i>D (0-59)</i>	
目标 1: 通过流体力学的学习,使学生掌握流体静止与运动的基本规律与基本原理,初步了解理想流体、黏性流体动力学以及层流、湍流的基本现象和基本原理;通过工程热力学的学习,使学生掌握热力学第一、第二定律的原理和运用,了解基本的热力学循环以及能量转化的规律。 (支撑毕业要求指标点 1.2)	回答概念清楚、思路正确、内容完整、推理过程合理。	回答概念比较清楚、思路比较正确、内容比较完整、推理过程比较合理。	回答概念尚称清楚、思路尚称正确、内容尚称完整、推理过程尚称合理。	回答概念不甚清楚、思路不甚正确、内容不甚完整、推导演理过程不甚合理。	30
目标 2: 通过流体力学的学习掌握伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论而建构常见的工程系统与流体力学相关的理论分析与计算方法;通过工程热力学的学习掌握内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论而建构常见的工程系统与热力学相关的理论分析与计算方法。 (支撑毕业要求指标点 2.2)	回答工程系统所采用的理论前提及假设正确完整、理论表述正确、代表理论的数学方程表述正确、代表理论的数学方程推导正确。	回答工程系统所采用的理论前提及假设比较正确完整、理论表述比较正确、代表理论的数学方程表述比较正确、代表理论的数学方程推导比较正确。	回答工程系统所采用的理论前提及假设尚称正确完整、理论表述尚称正确、代表理论的数学方程表述尚称正确、代表理论的数学方程推导尚称正确。	回答工程系统所采用的理论前提及假设不甚正确完整、理论表述不甚正确、代表理论的数学方程表述不甚正确、代表理论的数学方程推导不甚正确。	25

目标 3: 熟练掌握流体力学的相关理论,能切中工程中的流体力学问题的关键、将其应用在相关的工程问题进行解决; 熟练掌握工程热力学的相关理论,能切中工程中的热力学问题的关键,将其应用在相关的工程问题进行解决。 (支撑毕业要求指标点 2.4)	解决工程问题所采用的理论及方程切中问题的关键、边界条件符合问题的关键、初始条件符合问题的关键。	解决工程问题所采用的理论及方程比较切中问题的关键、边界条件比较符合问题的关键、初始条件比较符合问题的关键。	解决工程问题所采用的理论及方程尚称切中问题的关键、边界条件尚称符合问题的关键、初始条件尚称符合问题的关键。	解决工程问题所采用的理论及方程不太能切中问题的关键、边界条件不太能符合问题的关键、初始条件不太能符合问题的关键。	15
---	---	---	---	--	----

作业评分标准

观测点	评分标准				权重
	A(90-100)	B(80-89)	C(60-79)	D(0-59)	(%)
目标 1: 通过流体力学的学习,使学生掌握流体静止与运动的基本规律与基本原理,初步了解理想流体、黏性流体动力学以及层流、湍流的基本现象和基本原理;通过工程热力学的学习,使学生掌握热力学第一、第二定律的原理和运用,了解基本的热力学循环以及能量转化的规律。 (支撑毕业要求指标点 1.2)	概念清楚,作业认真,答题正确,书写工整。	概念比较清楚,作业比较认真,答题比较正确。	概念基本清楚,答题基本正确。	概念不太清楚,答题错误较多。	7

<p>目标 2:</p> <p>通过流体力学的学习掌握伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论而建构常见的工程系统与流体力学相关的理论分析与计算方法；通过工程热力学的学习掌握内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论而建构常见的工程系统与热力学相关的理论分析与计算方法。</p> <p>（支撑毕业要求指标点 2.2）</p>	概念清楚，实验数据纪录完整，分析正确，书写工整。	概念比较清楚，实验数据纪录完整，分析比较正确，答题比较正确。	概念基本清楚，实验数据纪录比较完整，分析基本正确	概念不太清楚，分析错误较多。	7
<p>目标 3:</p> <p>熟练掌握流体力学的相关理论，能切中工程中的流体力学问题的关键、将其应用在相关的工程问题进行解决；熟练掌握工程热力学的相关理论，能切中工程中的热力学问题的关键，将其应用在相关的工程问题进行解决。</p> <p>（支撑毕业要求指标点 2.4）</p>	概念清楚，实验数据纪录完整，分析正确，书写工整。	概念比较清楚，实验数据纪录完整，分析比较正确，答题比较正确。	概念基本清楚，答题基本正确。	概念不太清楚，答题错误较多。	6

实验评分标准

观测点	评分标准				权重 (%)
	<i>A (90-100)</i>	<i>B (80-89)</i>	<i>C (60-79)</i>	<i>D (0-59)</i>	
目标 1: 通过流体力学的学习,使学生掌握流体静止与运动的基本规律与基本原理,初步了解理想流体、黏性流体动力学以及层流、湍流的基本现象和基本原理;通过工程热力学的学习,使学生掌握热力学第一、第二定律的原理和运用,了解基本的热力学循环以及能量转化的规律。 (支撑毕业要求指标点 1.2)	实验报告完整,分析正确,书写工整。	实验报告比较完整,分析比较正确。	实验报告基本完整,分析基本正确。	实验报告不完整,答题错误较多。	4
目标 2: 通过流体力学的学习掌握伯努利原理、牛顿粘性原理、边界层理论、流场测量手段等基础理论而建构常见的工程系统与流体力学相关的理论分析与计算方法;通过工程热力学的学习掌握内能、焓、熵、能量转化的合理利用等基础理论而建构常见的工程系统与热力学相关的理论分析与计算方法。 (支撑毕业要求指标点 2.2)	实验报告完整,分析正确,书写工整。	实验报告比较完整,分析比较正确。	实验报告基本完整,分析基本正确。	实验报告不完整,答题错误较多。	3
目标 3: 熟练掌握流体力学的相关理论,能切中工程中的流体力学问题的关键、将其应用在相关的工程问题进行解决;	实验报告完整,分析正确,书写工整。	实验报告比较完整,分析比较正确。	实验报告基本完整,分析基本正确。	实验报告不完整,答题错误较多。	3

<p>熟练掌握工程热力学的相关理论，能切中工程中的热力学问题的关键，将其应用在相关的工程问题进行解决。</p> <p>（支撑毕业要求指标点 2.4）</p>					
--	--	--	--	--	--