

# 教 学 日 历

(20xx-20xx 学年第 2 学期)

课程时间	课前自学内容	时长	教学内容	时长	课外作业	时长	备注
2/25: 3-4	“腾讯课堂”使用	0.5	课程内容与专业培养目标、毕业要求的关系; 课程教学目标和评价方式	0.2	绘制我国 2014-2018 年能源生产和消费结构图, 分析说明我国 2020 年能源规划战略目标的可实现性	1	
	阅读课本“绪论”内容	0.5	人类发展与能源 * 能识别能源种类和属性 * 能辨析当前我国的能源结构 热是能源利用的主要形式->研究物质和能量的转化和利用对社会发展具有重要意义 ->热力学是研究热和功的科学 热力学发展史 “工程热力学”与其他热力学分支的区别 * 能概括说明工程热力学的主要内容 工程热力学对构建能源化工专业知识体系的重要作用 如何学好“工程热力学” 课堂测验	0.2   0.3  0.2 0.2  0.1  0.1 0.2			
2/27: 5-7	阅读课本“基本概念及定义”内容	0.5	本章课程教学目标及与培养目标、毕业要求的关系; 课堂测验及作业评讲 如何用热力学方法分析实际问题: 抽象问题 如何用热力学方法分析实际问题: 确定对象 * 能用热力系统分析热力学问题 如何用热力学方法分析实际问题: 表达性质	0.3  0.1 0.2  0.3	第 4 或 5 版课后作业 1-3、9、10、12、13、14、16、18、19、23	3	

3/3: 3-4	阅读课本“热力学第一定律”内容	1	<p>* 能用状态参数表达热力系的宏观性质 如何用热力学方法分析实际问题: 描述过程</p> <p>* 能用热力过程分析热力系的宏观性质变化</p> <p>* 能分析循环过程</p> <p>本章课程教学目标及与培养目标、毕业要求的关系; 课堂测验评讲</p> <p>能量的本质、分类 (宏观与微观、内能与机械能、推动功与流动功)</p> <p>* 能从不同维度辨析各种能量的特征</p> <p>能量守恒: 不同形式的能量转换 (在闭口系和开口系的应用)</p> <p>* 能抽象问题-建立热力系-表达、分析、计算和比较能量转换过程</p> <p>课堂测验</p>	<p>0.6</p> <p>0.1</p> <p>0.6</p> <p>0.6</p> <p>0.2</p>	第 5 版习题 2-3、6~10、13、16、18 和 19	3	
3/5: 5-7	阅读课本“气体和蒸汽的性质”内容	1	<p>本章课程教学目标, 其与培养目标、毕业要求的关系; 课堂测验评讲</p> <p>示例说明同样的问题可采用不同的热力系进行分析求解</p> <p>通过说明理想气体分子运动物理模型, 加深理解理想气体的应用条件</p> <p>* 能分析说明用理想气体近似表达实际气体的温度、压力条件</p> <p>介绍比热概念, 进而说明理想气体的恒容 (压) 比热与内能 (焓) 变的计算式, 以及恒容比热与恒压比热间的关系</p> <p>说明比热与温度的关系</p> <p>* 能根据真实比热得到平均比热</p> <p>说明状态函数熵及理</p>	<p>0.1</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.3</p> <p>0.1</p> <p>0.3</p>	第 5 版习题 3-5~8、11~21		

			想气体的熵变 * 能计算过程熵变 水蒸气性质和状态 0.2 水蒸气图表及使用 0.3 * 能应用工质（水、氨和 R134a 等）蒸气图或表分析过程的内能、焓和熵的变化 水蒸气计算程序及相关软件应用基础 0.4 * 能应用水蒸气程序分析过程的内能、焓和熵的变化			
3/10: 3-4	阅读课本“气体和蒸汽的基本热力学过程”内容	1	课堂测验评讲 0.2  回顾上章内容, 引出本章内容实质为应用“理想气体的热力学性质计算公式”计算系统状态、热和功变化 0.1 通过说明解决实际复杂热力过程的方法是对工质和过程简化, 介绍本章的主要内容 0.1 将基本热力过程分为等容等压和等温绝热两类过程, 重点说明如何将“理想气体的热力学性质计算公式”应用于等压等容过程的热和功的计算 0.3 * 能应用理想气体模型分析基本热力过程的热功转换情况 在温熵图上比较、识别等压和等容曲线, 为后续“热力学一般关系”的应用埋下伏笔 0.1 导出绝热过程计算式 $pv^\kappa = \text{const}$ , 并说明其适用条件是比热容(绝热指数)为定值的理想气体 0.1 说明如何将“理想气体的热力学性质计算公式”应用于等温绝热过程的热和功的计算 0.3 * 能应用理想气体模	第 5 版习题 4-2~9、17~22		

		<p><b>型分析基本热力过程的热功转换情况</b></p> <p>在压容图上比较、识别等温和绝热曲线, 为后续“热力学一般关系”的应用埋下伏笔</p> <p>承接前述实际过程的绝热指数不为定值, 由此引出说明“变热容定熵过程的图表算法”</p>	0.1			
			0.2			
3/12: 5-7		<p>回顾基本热力过程: 三个基本状态参数 (<math>p</math>-<math>v</math>-<math>T</math>) 之一不变或绝热的可逆过程, 引出状态参数都发生变化且不绝热的通用热力过程分析方法。</p> <p>通过与绝热过程类别, 说明多变过程方程, 进而结合 PG-EOS 的微分形式导出多变过程的体积功计算式。</p> <p>结合热力学第一定律推导多变过程的热量计算式, 进而获得功和热的关系。</p> <p>应用多变过程的热功关系定性分析过程状态变化及热、功特征。进而说明可将基本热力学过程视为特定 <math>n</math> 值条件的多变过程, 并在 <math>p</math>-<math>v</math> 图和 <math>T</math>-<math>s</math> 图中示意性表达多变过程。</p> <p><b>* 能定性分析理想气体热力过程 (多变过程), 进一步加深过程特性和规律的认识</b></p> <p>说明多变指数的计算方法</p> <p>进一步在开口系导出多变过程的技术功计算式, 通过与体积功对比, 定量说明多变功的功和热的计算方法。</p> <p><b>* 能定量分析理想气体热力过程 (多变过程), 进一步加深过程特性和规律的认识</b></p>	0.3	第 5 版习题 4-10~16		
			0.3			
			0.1			
			0.2			

3/31: 3-4	阅读教材第七章“气体与蒸汽的流动”	1	回顾水蒸气的非理想特性, 由此说明水蒸气热力过程需要采用图表法。	0.2		
			扩展介绍采用水蒸气性质计算程序 XSteam 计算过程做功量			
			<b>* 能利用 MATLAB 进行水蒸气基本过程的分析和计算</b>			
			由问题: “T-s 图上有经过相同初态的等压线和等容线, 如何识别哪一条是等压线?” 引出热力学关系式的另一重要应用。	0.2		
			类似地, 热力学关系式可应用于“p-v 图中等温和绝热线的辨别”	0.1		
			说明要求掌握的 21 个方程 (麦克斯韦关系式 12 个、全微分关系式 4 个、能函数关系式 1 个、偏微分关系式 1 个)	0.1		
			说明“九宫格记忆法”	0.2		
			应用热力学关系式导出熵、内能和焓变的一般计算式	0.2		
			应用热力学关系式导出等压和等容比热容间的一般关系	0.2		
			总括说明将理想气体状态方程代入热力学性质的一般计算式可得 P125 表 4-1, 再次强调表中式子的应用条件	0.2		
			<b>* 能综合分析、计算理想气体热力过程, 进一步加深过程特性和规律的认识</b>			
			第 4 章的课堂测验评讲	0.2		
			第 7-11 章内容梗概、课程教学目标及与培养目标、毕业要求的关系;	0.2		
			从质量守恒到管流速	0.3		

		<p>度变化</p> <p>由稳流体系的热力学第一定律导出“滞止性质”</p> <p><b>* 能应用稳定流动基本方程分析喷管中流体动力学基本现象</b></p> <p>导出音速的计算式, 进而可得临界性质的计算方法</p> <p>课堂测验 c7q1</p>	<p>0.3</p> <p>0.3</p> <p>0.2</p>			
4/2: 5-7		<p>现场演示课堂测验问题的求解, 建议同学们不要单纯“背”P125 表 4-1</p> <p>课堂测验 c7q2(课程内容将在本次课程中讲解)</p> <p>详细推导管流中流速与压力变化的关系(力学条件), 进而导出流速与流道截面变化的关系(几何条件)</p> <p>举例说明用 Excel 进行喷管设计的简单计算过程</p> <p><b>* 能根据工质进出喷管时的状态判断工质的流动状态, 进而进行基本的喷管尺寸设计</b></p> <p>总括介绍由动力条件计算喷管出口气速的基本方法, 其中强调公式的适用条件, 以及结题时“不要单纯背公式”</p> <p><b>* 能应用稳定、可压缩流体在管内流动的力学和几何条件分析流动状态</b></p> <p>在获得出口气速后可进一步由喷管的几何条件计算气体流量</p> <p><b>* 能应用稳定、可压缩流体在管内流动的几何条件分析流动状态</b></p> <p>通过例 7-1 说明喷管的基本计算过程</p> <p>进一步通过例 7-2 说明应用 Matlab 进行非</p>	<p>0.1</p> <p>0.1</p> <p>0.3</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.1</p> <p>0.1</p> <p>0.3</p>	第 5 版习题 7-4、10 和 18		

			<p>理想气体的喷管计算方法</p> <p><b>* 能用 Matlab 分析喷管流动过程</b></p> <p>介绍背压对喷射流动的影响 0.1</p> <p>说明绝热流动中的不可逆损伤及计算方法 0.1</p> <p>由流动中的不可逆现象导出节流现象, 重点说明焦汤系数的由来和应用, 为后续制冷循环的学习奠定基础 0.2</p> <p>进一步说明焦汤系数的实验测量方法和节流过程的回转温度概念 0.1</p> <p>图解说明节流过程在制冷和工质做功能力的应用 0.1</p> <p>通过例 7-4 具体说明如何应用 Matlab 进行水蒸气做功能力的计算 0.2</p> <p><b>* 能用 Matlab 分析节流过程的做功能力变化</b></p>			
4/7: 3-4	阅读教材第八章“压气机的热力过程”	1	<p>解释本章教学目标, 说明如何利用教学大纲进行课程学习 (预习、听课和复习) 0.2</p> <p>说明什么压气机及其分类; 结合能量衡算重点说明压气机的能耗计算实质是热力学第一定律的应用 0.2</p> <p>利用热力学第一定律得压气机的理论功耗计算方法, 其中重点说明技术功的导出和应用; 进而引出压气机的过程描述基本术语“增压比” 0.2</p> <p>演示计算理想气体不同过程 (绝热和等温) 的压气机功耗量, 重点说明压气机的功耗计算实质是“旧瓶装新酒”; 结合应用 <math>p-v</math> 和</p>	0.2	第 5 版习题 8-2、7、9 和 11	

		<p>T-s 图理解并掌握不同压缩过程的功耗和气体温升结果, 进而说明不同压缩过程的区别</p> <p><b>* 能计算多变过程消耗的技术功</b></p> <p>在 p-v 图上表达压气机的工作过程, 结合活塞式压气机结构说明其压气过程, 由此引出活塞式压气机的重要基本概念: 余隙体积、气缸排量、余容比和容积效率, 重点说明压气机正常连续工作时气缸实际进气量不等于其排量; 进而说明容积效率与增压比的关系</p> <p>通过 p-v 图上压气机的工作循环说明压气机的理论功耗计算方法, 重点说明余隙体积对理论功耗的影响</p> <p><b>* 能分析活塞式压气机的理论功耗和余隙体积的影响</b></p>	0.3			
		<p>课测评讲</p> <p>课堂测验</p> <p>反例说明教材例 8-1 的求解过程; 讲解如何应用 Matlab 进行例题求解</p> <p>等温压缩比绝热压缩的功耗更低, 但高负荷下较难实现等温操作, 同时产生高压气体将导致很高的增压比, 由此造成气缸的容积效率较低, 为此提出采用“多级压缩级间冷却”技术</p> <p><b>* 能综合分析多级压缩、级间冷却的最佳功耗</b></p> <p>对比活塞式压气机说明叶轮式压气机的特点</p> <p><b>* 能在热力学图中正</b></p>	0.2	第 5 版习题 8-2、7、9 和 11		
			0.1			
			0.4			
			0.4			
			0.4			



			确表达叶轮式压气机的工作过程,进而分析计算压缩过程的能量转换特征			
4/14: 3-4	阅读教材第九章“气体动力循环”	1	<p>播放“外燃机录像”加深同学们对热转化为功的过程认识;以斯特林发动机为例,从热力学角度分析热功转换过程</p> <p>说明热力过程分析的关键指标:热效率和炯效率</p> <p>解决问题之道在于化繁为简,进而说明将气体动力循环的工质简化为理想气体</p> <p>结合活塞式内燃机的实际过程说明内燃机的分类</p> <p>进而说明将活塞式内燃机的开式循环过程简化为混合加热理想循环(即萨巴德循环);重点说明热力系特征和燃烧过程的简化方法;结合体积功说明平均有效压力的概念</p> <p><b>* 能应用热力学原理,通过对关键能源转化过程的识别和判断,将复杂的活塞式内燃机和燃气轮机工作过程表达为简化的理想循环过程</b></p> <p>说明混合加热循环的特征参数,导出以特征参数表示的循环效率计算表达式</p>	<p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.3</p>	课后补充作业题(见教学在线)	
4/16: 5-7			<p>课堂测验及课后作业评讲,演示使用 Matlab 进行能效分析的方法</p> <p>说明热力基本过程的通用性,以此切入讲述“可再用性”的程序设计思想,通过实例说明如何构建通用的气体动力循环过程计算程序</p> <p>应用上述程序进行气</p>	<p>0.3</p> <p>0.2</p> <p>0.3</p>	课后作业:教材(第5版)习题 9-1~6、16 和 22	

			<p>体动力循环问题的求解, 详细说明例 9-1 和作业 9-1 的求解</p> <p>进而讲解特征参数对萨巴德循环能效的影响</p> <p>说明萨巴德循环的两种简化版本: 狄塞尔循环和奥托循环的热效率计算方法及特征参数对能效的影响</p> <p>比较说明 3 种活塞式内燃机循环过程的能效情况</p> <p>说明燃气轮机的基本过程; 比较说明其相对活塞式气体动力循环的优点</p> <p>讲授布雷顿循环的热功计算, 重点理清与活塞式内燃机的特征参数区别</p> <p>说明布雷顿循环输出功与增压比的关系</p> <p>说明循环中的不可逆因素对燃气轮机的影响, 以及提高能效的措施; 举例说明燃气轮机的能效和焓损计算</p>	0.2			
				0.3			
				0.2			
				0.2			
				0.2			
				0.3			
				0.2			
4/21: 3-4	阅读“蒸汽动力装置循环”	1	<p>由追求循环最大效率引出采用卡诺循环设计热机; 针对理想气体卡诺循环的等温难以实现和单位工质做功量小的问题, 提出采用水蒸气作为工质, 进而为避免蒸汽压缩时设备的低容积效率, 以及蒸汽膨胀做功时冷凝造成的设备不稳定性, 提出了朗肯循环</p> <p>详细说明朗肯循环的设备构成和在热力学图上表示的过程特点</p> <p>推导演示朗肯循环的热效率计算式。重点说明朗肯循环中的各过程为稳流开口系, 由此绝热压缩和膨胀的功</p>	0.3			
				0.2			
				0.3			

		<p>耗均为技术功, 由稳流体系热力学第一定律可知 <math>w_t = \Delta h</math>; 而等压吸热中技术功为零, 故 <math>q_1 = \Delta h</math>。解释说明“理想耗汽率”的概念</p> <p>说明蒸汽参数对朗肯循环热效率的影响</p> <p>介绍实际循环中的不可逆作用, 说明内效率、内部功耗汽率、有效功和有效功耗汽率的概念</p> <p>举例说明如何运用 h-s 图和水蒸气程序进行朗肯循环的功耗计算</p>	0.2		
			0.2		
			0.3		
4/23: 5-7		<p>课堂测验</p> <p>复习相对内效率概念, 通过例 10-3 重申如何通过相对内效率确定实际膨胀后工质的焓值, 以及循环不可逆损失的计算方法 (由于熵是状态函数, 按各过程分别计算孤立系统的熵增等于循环后环境的熵增)</p>	0.2	教材 (第 5 版) 课后作业 10-5 和 10	
			0.2	<p>补充题:</p> <p>湿蒸气进行卡诺循环: 吸放热温度分别为 200 C 和 50 C, 初态为 200 C 饱和水蒸气, 绝热膨胀后在 50 C 放热; 终态为 200 C 饱和水。</p> <p>(1) 应用水蒸气性质计算程序, 在水蒸气 s-T 图上画出饱和曲线并标出该卡诺循环的状态点;</p> <p>(2) 计算水蒸气膨胀做功后的干度;</p> <p>(3) 若工质改为空气, 计算循环输出功的变化?</p> <p>能力目标</p> <p>(1) 能应用水蒸气性质计算程序 (如 XSteam) 确定工质状态</p> <p>(2) 能应用 Matlab 解决简单的热功转换问题</p> <p>(3) 能应用 Matlab 绘制 2d 曲线, 由此帮助分析和理解问题</p>	
		为协调追求朗肯循环的高热效率而提高生	0.2		

			<p>蒸汽压力所产生的乏汽干度降低问题, 提出再热循环; 说明中间压力对循环热效率的影响</p> <p>举例 10-4 说明如何应用 Matlab 及水蒸气性质计算程序分析确定再热工艺对循环热效率的影响</p> <p>针对简单蒸汽动力循环中加热过冷水会降低平均吸热温度的问题, 提出了回热循环(抽气回热技术), 重点说明抽气量对能效的影响</p> <p>简介进一步提高能效的方案和措施</p> <p>介绍工民用制冷应用, 说明常见的两类制冷过程; 说明热泵和制冷的过程等同性</p> <p>以逆向卡诺循环为例, 说明制冷和热泵过程的能效计算方法,</p> <p>对比燃气轮机的定压加热理想循环, 掌握其逆过程压缩空气制冷循环; 推导说明 COP 计算方法, 以及特征参数增压比对 COP 的影响</p>	<p>0.2</p> <p>0.3</p> <p>0.1</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.3</p>			
4/28: 3-4	阅读“制冷循环”	1	<p>复习压缩空气制冷循环具体过程, 联系“气体动力循环”中内容掌握该制冷循环实质是燃气轮机定压加热理想循环的逆过程; 重点说明增压比对能效、制冷量和制冷温度的影响。</p> <p>复习活塞和叶轮式压气机的优缺点, 并由实际过程难以实现高增压比, 引出“回热式压缩空气制冷循环”, 重点说明采用回热技术后降低了循环的增压比, 而 COP 和制冷量</p>	<p>0.2</p> <p>0.3</p>	教材(第 5 版)习题 11-6 和 9		

			<p>都不变。</p> <p>举例说明压缩空气制冷循环的计算方法: 从初态依次计算各状态的性质, 然后计算 <math>q_c</math> 和 COP。注意教材例 11-1 题干信息比较晦涩, 需仔细辨析题意; 通过例题实例说明压缩空气制冷循环的制冷系数和单位工质吸热量都比较低。</p> <p>由此引出了压缩蒸汽制冷循环。对比朗肯循环的逆过程, 掌握压缩蒸汽制冷循环的制冷系数计算方法; 能在 T-s 图中表示实际循环过程和过冷操作对制冷量和制冷系数的影响。</p> <p>以水蒸气作为制冷工质时需要低真空和制冷温度大于零摄氏度为例, 说明需要选取适宜的制冷工质</p> <p>举例说明压缩蒸汽制冷循环的计算方法</p> <p>对比制冷循环说明热泵循环的制热系数计算; 简要说明取暖应用中应用热泵循环的优缺点。</p>	0.3			
				0.2			
				0.2			
				0.2			
				0.1			
4/30: 5-7	阅读“理想气体混合物及湿空气”	1	<p>从二元气体混合物的器壁受力分析引出道尔顿分压定律, 进而说明混合物组分含量的表示方法, 由此说明理想气体混合物的基本性质计算方法。重点说明理想气体混合物的平均分子量和质量气体常数的计算方法。</p> <p>说明内能、焓和熵变的计算方法; 举例说明理想气体混合前后的熵变计算。</p> <p>由湿空气在日常生活中的广泛应用说明了解湿空气性质的重要</p>	0.2	教材 (第 5 版) 课后作业 12-20 和 23		
				0.2			
				0.1			

			性, 重点说明湿空气中的水蒸气为何假定为理想气体; 说明湿度的概念, 特别说明不同学科、课程有不同的湿度定义。			
			介绍说明湿空气基本性质: 干基焓和比体积	0.1		
			举例说明湿空气的基本计算方法	0.2		
			说明湿空气的干、湿球温度、绝热饱和温度和露点温度, 重点说明湿球温度虽数值与绝热饱和温度相近, 但其描述的是完全不同的两个过程状态。	0.1		
			说明湿空气图的类型	0.1		
			进而说明典型湿空气过程应用	0.3		