《过程设备机械设计基础》课程教学大纲

一、课程基本信息

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程名称 | 过程设备机械设计基础 | 课程性质 | □通识必修 □通识选修  □专业核心 ■专业必修  □专业选修 □实践教学 | | | |
| 英文名称 | Mechanical Design Foundation for Process Equipment |
| 学 分 | 2 | 总学时 | 讲授 | 实验 | 上机 | 实践 |
| 执行学期 | 5/6 | 32 | 32 | 0 | 0 | 0 |
| 考核方式 | 平时成绩30% ，期末考试70 % | | | | | |
| 适用专业 | 化工、材料、环境、安全 | | | | | |
| 先修课程 | 高等数学、大学物理 | | | | | |
| 开课单位 | 机械与动力工程学院 动力工程及过程机械系 | | | | | |

二、课程的性质与作用

《过程设备机械设计基础》是一门面向非机械类工科学生开设的机械类综合课程，该课程包括课堂教学和课程设计二部分内容。本课程是非机械类工科专业必修的技术基础课。课程的内容主要包括过程设备中的各类机械基础知识，学生通过该课程的学习可掌握有关过程机械方面的基础知识，包括工程力学知识、工程材料、机械设计、过程设备和压力容器等与过程设备机械密切相关的知识，课程讲授机械知识的同时，强调处理工程实际问题能力的培养，对培养高级工程技术人员具有极为重要的作用。

三、课程目标

☆1、能掌握工程力学的基本知识，包括杆件的拉压应力、弯曲应力、剪切应力、扭转应力、压力容器周向应力和轴向应力的概念，掌握工程常用材料的分类原则、牌号命名规则和各类材料腐蚀机理，掌握求解结构内部应力的基本方法和分析步骤。

☆2、能基于结构安全基本原理对复杂结构的力学问题进行有效分解、正确分析并计算出工程结构中的力、应力和应变等。

☆3、能认识到在复杂工程问题中，涉及到过程设备领域的分析与设计存在多种可选方案，能对复杂工程问题进行分析并提出适合的解决方案。

☆4、能理解工程职业道德和规范，具备科学精神和工程师的基本素养，具备科技报国的家国情怀和使命担当。

四、课程目标与支撑的毕业要求指标点的关系

**表4-1 课程目标与毕业要求指标点的关系**

| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程目标 |
| --- | --- | --- |
| 2、问题分析 | ☆2.1能运用相关科学原理思考问题，识别和判断复杂工程问题的关键环节、步骤和参数。 | ☆课程目标1 |
| ☆2.2能基于相关科学原理和数学模型方法对复杂的工程问题进行有效分解，正确表达复杂工程问题，分析掌握工程对象特性。 | ☆课程目标2 |
| ☆2.3能认识到解决复杂工程问题有多种方案可选择，可对不同方案进行分析和理解。 | ☆课程目标3 |
| 8、职业规范 | 8.2理解工程职业道德和规范，诚实守信，具备社会责任感，能够在工程实践中自觉履行。 | ☆课程目标4 |

注：☆表示支撑毕业要求指标点的重点课程目标，可纳入课程目标达成情况的评价。

五、课程教学内容与安排

**表5-1 课程教学内容与安排**

| **章标题** | **主要教学内容** | **推荐学时** | **课程目标** | **教学方法** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 第1章  绪论 | §1.1过程工程和过程设备：理解过程工业的定义和特点，典型过程工业涉及的设备。  本节课程思政要点：社会责任、家国情怀和文化自信。 | 1 | 1、4 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 □演示实验  ■自主学习 □实践探究  □课堂报告 □其他： |
| ★§1.2 过程设备的分类：掌握过程设备的分类、过程设备的基本要求、过程设备的基本内容。  本节课程思政要点：历史文化、时代精神。 | 1 | 1、4 |
| 第2章  构件的受力分析 | §2.1静力学的基本概念：理解力的基本概念，静力学公理（二力平衡公理、加减平衡力系公理），力的平行四边形法则，三力平衡汇交定理。  本节课程思政要点：历史文化、时代精神 | 0.5 | 1、4 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 ■实践探究  □课堂报告 □其他： |
| §2.2约束、约束反力与受力图：理解约束和约束反力、约束的基本类型（柔性约束、光滑面约束、固定铰链约束、辊轴支座约束、固定端约束）、受力图的绘制。 | 0.5 | 1、2 |
| ★§2.3平面汇交力系的合成与平衡条件：掌握平面汇交力系的合成、投影法、合力投影定理、平面汇交力系的平衡条件。 | 0.5 | 1、2 |
| △§2.4平面力偶系的合成与平衡条件：掌握力矩和和力矩定理、力偶和力偶矩、力偶系合成与平衡。 | 0.5 | 1、2 |
| ★§2.5平面任意力系的合成与平衡条件：掌握力线的平移定理、平面一般力系向已知点的简化、平面一般力系的平衡条件及求解。 | 1 | 1、2、3 |
| 第3章  拉伸与压缩 | §3.1、材料力学的基本概念：理解材料力学的任务和研究对象、构件变形的基本形式（拉伸或压缩、剪切、扭转、弯曲）、内力与截面法。  本节课程思政要点：历史文化、科学思维 | 1 | 1、4 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 ■实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| §3.2拉伸和压缩：掌握直杆受轴向拉（压）时界面上的应力计算。 | 0.5 | 1、2 |
| △§3.3直杆拉伸或压缩时斜截面上的应力：了解直杆在拉（压）时各截面上的应力状况，进一步分析任意斜截面上应力。 | 1 | 1、2 |
| ★§3.4直杆受轴向拉伸(压缩)时的强度条件：掌握强度条件的公式及应用范围（强度校核、截面设计、确定许用载荷）。 | 1 | 1、2、3 |
| ★§3.5直杆拉伸或压缩时的变形：掌握纵向和横向的绝对变形和相对变形、虎克定律。  本节课程思政要点：历史文化、科学思维、社会责任 | 0.75 | 1、2、3、4 |
| ★3.6材料拉伸和压缩时的力学性能及测试：掌握低碳钢的拉伸试验和应力—应变图（弹性阶段、屈服阶段、强化阶段、局部变形阶段）、其他金属材料拉伸时的力学性能、金属材料（塑性材料、脆性材料）压缩时的力学性能。  本节课程思政要点：科学思维、逻辑思辨、工程素养 | 0.5 | 1、3、4 |
| §3.7温度对材料力学性能的影响：掌握温度对材料力学性能的影响、材料的蠕变。 | 0.25 | 1、3 |
| §3.8材料的冲击韧度及其测试：冲击韧度说明材料抵抗冲击载荷作用的能力。 | 0.25 | 1、3 |
| §3.9材料的硬度及其测试：了解常用的布氏硬度、洛氏硬度试验指标及其应用范围。 | 0.25 | 1、3 |
| §3.10交变应力下的强度问题：理解材料在交变应力下工作的极限应力，认识疲劳破坏的特性。 | 0.25 | 1、2 |
| §3.11应力集中的概念：理解零件外形突然改变而引起的局部应力急剧增加的现象，掌握应力集中系数的表示方法。  本节课程思政要点：科学思维、逻辑思辨、工程素养 | 0.25 | 1、4 |
| 第4章  平面弯曲 | §4.1平面弯曲的概念及实例：了解梁上载荷的形式（集中载荷、分布载荷、集中力偶）和梁的分类（简支梁、外伸梁、悬臂梁）。 | 0.25 | 1 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 ■实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| ★§4.2平面弯曲梁的内力分析：掌握梁弯曲时横截面的内力—剪力和弯矩、剪力和弯矩图、载荷集度、剪力和弯矩间的关系。 | 0.5 | 1、2 |
| ★§4.3平面弯曲时梁的正应力：掌握平面弯曲时梁变形的物理关系、静力学关系和梁截面上的应力的内力之间的关系（变形几何关系、物理关系、静力学关系）。 | 1 | 1、2 |
| △§4.4常用截面的惯性矩和抗弯截面模量计算：掌握常见截面的惯性矩和抗弯截面模量计算方法。 | 0.5 | 1、2 |
| §4.5梁弯曲时正应力强度条件：掌握危险截面上的最大应力的求解和计算过程。 | 0.5 | 1、2、3 |
| ★§4.6 提高梁弯曲强度的主要措施：能通过选用合理的截面、采用变截面梁、改变支座位置、改变载荷分布来提高梁的弯曲强度。  本节课程思政要点：工程素养、创新意识 | 0.25 | 1、3、4 |
| △§4.7平面弯曲梁的变形：掌握弯曲变形的挠度和转角、挠曲线近似微分方程、叠加法求梁的变形、梁的刚度条件及刚度校核。 | 1 | 1、2、3 |
| 第5章  剪切和扭转 | §5.1剪切构件的特点和实例：了解剪切的概念。 | 0.25 | 1 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 □演示实验  ■自主学习 □实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| §5.2剪切和挤压的计算及强度条件：掌握剪应力的计算及强度条件、挤压应力计算及强度条件。 | 0.5 | 1、2、3 |
| §5.3扭转的概念和扭矩的计算：了解扭转的概念和实例，掌握扭矩和扭矩图（扭矩图表示整个轴上各截面扭矩的变化情况）。  本节课程思政要点：社会责任、工程素养 | 0.5 | 1、2、3、4 |
| ★§5.4 纯剪切：掌握薄壁圆筒扭转时的剪应力、剪应力互等定理、剪切虎克定律。 | 0.75 | 1、2 |
| ★§5.5圆轴扭转时的应力和变形：掌握圆轴扭转变形的特点、圆轴扭转的剪应力、圆轴扭转变形的表达公式。 | 0.5 | 1、2 |
| △§5.6圆轴扭转时的强度条件和刚度条件：掌握圆轴扭转时的强度条件、圆轴扭转时的刚度条件的计算过程。 | 0.5 | 1、2、3 |
| 第6章  压杆稳定 | §6.1压杆失稳的概念：掌握压杆失稳的概念和特征。  本节课程思政要点：价值取向、意志品格、理想塑造 | 0.25 | 1、4 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 ■实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| ★§6.2 细长杆的临界压力：掌握欧拉公式，理解临界压力大小与压杆的长度、杆截面的惯性矩、材料的弹性模量、杆端的约束情况的关系。 | 0.5 | 1、2 |
| ★§6.3欧拉公式的适用范围：掌握压杆柔度的概念，欧拉公式的适用范围。  本节课程思政要点：历史文化、科学思维 | 0.5 | 1、3、4 |
| △§6.4压杆的稳定性校核：掌握压杆的稳定性条件、压杆稳定性校核的步骤。 | 0.5 | 1、2、3 |
| §6.5提高压杆的稳定性措施：能够选择合理的截面形状、改善压杆的支承状况、合理的选择材料。 | 0.25 | 1、3 |
| 第7章  过程设备常用材料 | §7.1过程设备材料的基本要求：掌握力学性能要求（强度、塑性、韧性）、加工性能要求（可铸性、切削性、可焊性等）、耐腐蚀性、材料的物理性能、材料的经济性。  本节课程思政要点：工程素养、创新意识 | 1 | 1、3、4 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 ■实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| ★§7.2过程设备常用材料特性：掌握碳素钢（普通碳素钢、优质碳素钢）、合金钢（普通低合金钢、不锈钢、高温用钢、低温用钢）、铸铁（灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁）、有色金属及合金（铜及铜合金、铝及铝合金钛及钛合金）、非金属材料（无机非金属材料、有机非金属材料）的特性和牌号命名规则。 | 1.5 | 1、3 |
| ★§7.3钢材的热处理：掌握金属热处理的概念、钢铁的结晶组织、常用热处理方法（退火、正火、淬火、回火、表面淬火、化学热处理）。  本节课程思政要点：科学思维、工程素养、创新意识 | 1.5 | 1、3、4 |
| ★△§7.4金属材料的腐蚀与防护：掌握金属材料的化学腐蚀和电化学腐蚀、影响腐蚀的因素、腐蚀评定和防护方法。  本节课程思政要点：科学思维、工程素养、创新意识 | 1.5 | 1、3、4 |
| §7.5过程设备材料的选择：能够在考虑设备的操作条件、材料的焊接性能和冷热加工性能的基础上，选用合适的过程设备材料。 | 0.5 | 1、3 |
| 第8章  压力容器 | ★§8.1压力容器常用零部件：掌握筒体与封头、法兰连接、容器的支座、开孔和接管、安全附件的特点和使用范围。 | 2 | 1、3 | ■课堂讲授 ■讨论  ■案例教学 ■演示实验  ■自主学习 □实践探究  □课堂报告 □其他： | |
| §8.2压力容器分类：理解介质的危害性（毒性、易燃性），掌握压力容器分类。  本节课程思政要点：科学思维、工程素养 | 1 | 1、3、4 |
| ★§8.3内压薄壁容器的设计：掌握受内压薄壁圆筒中的压力分析、边缘应力及其处理、薄壁筒体的强度设计、设计参数的确定、容器的最小壁厚要求、压力试验和气密性试验。 | 1.5 | 1、2、3 |
| △§8.4外压薄壁容器的设计计算：掌握外压容器的失稳与临界压力、外压圆筒的设计计算（解析法和图算法）、加强圈的作用及设计方法。 | 1 | 1、2、3 |
| §8.5压力容器的安全使用与管理：掌握压力容器的安全技术监察、压力容器的安全使用与管理、压力容器的定期检验等内容。  本节课程思政要点：社会责任、工程素养、创新意识 | 0.5 | 1、4 |

注：★表示重点内容，△表示难点内容。

六、课程教学方法

本课程在教学方法上，将课堂讲授与讨论、案例教学、演示实验、自主练习和实践探究等有机结合，充分利用现代化教学手段提高教学效率。将课内课外教学有机结合，营造多维学习环境，重基础、强实践，培养理论知识扎实、能力素质全面发展的学生。

**1、课堂讲授与讨论**

过程设备机械设计基础课程知识点基本以课堂讲授为主，在讲解基本知识点的基础上，关注课程重点难点内容的讲授，采用启发式教学方法，引导学生对问题展开思考和讨论，使学生在掌握课程基本内容和基本方法的同时，能够融会贯通，从数学概念、物理概念及工程概念出发分析和解决过程设备结构安全设计的相关问题，提高学生的学习理解能力。

**2、演示实验与案例教学**

将过程设备相关的科研成果和前沿技术融入课程内容中，从工程设计背景出发，以实际案例启发学生进行思考并展开分析与讨论。通过工程实际案例的讲解，使学生在掌握课程基本理论和方法的同时，理解课程知识在工程中的实际应用，激发学生的研究兴趣，启迪学生的创新思维。

**3、自主学习**

课外自主学习主要包括课后作业、自主实验题、实践案例研究等几个方面。课后作业主要侧重于巩固学生对基础知识与方法的掌握，要求学生在课后通过自主学习独立完成作业。在实验环节中要求学生自主查阅文献资料、选择合理的设计方案、分析实验数据并得出结论。此外，鼓励学生利用网络视频资料，自主学习过程设备相关机械领域的知识。

七、课程目标的考核与评价

课程的考核围绕课程重要课程目标展开，课程的成绩评定方法为：

课程总成绩 ＝ 期末闭卷笔试成绩×70%＋平时成绩×30%

其中，平时成绩包括线上作业、课后作业、阶段测试、问卷调研的完成情况等。

**表8-1 课程目标考核环节与权重分配表**

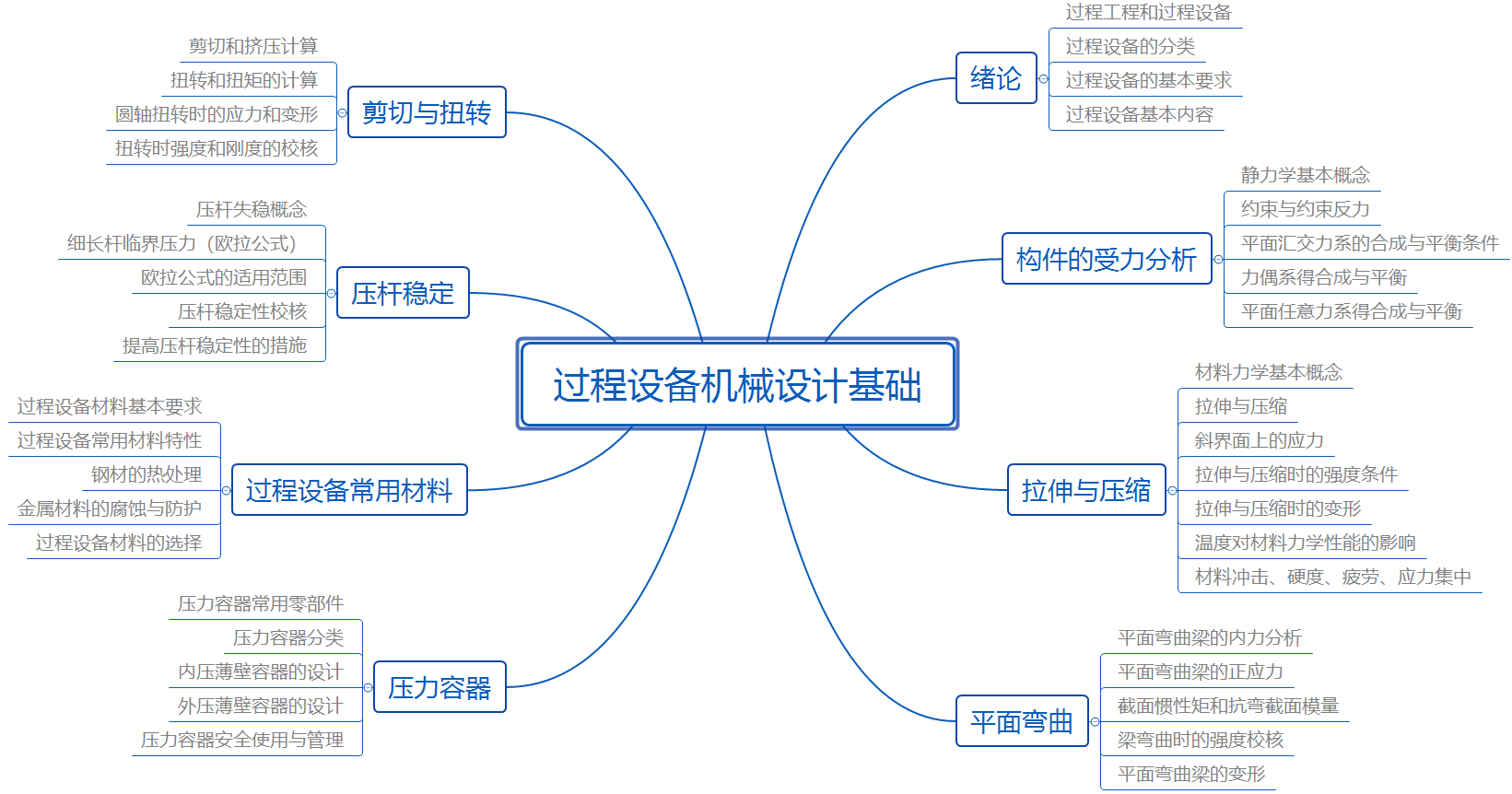
**注意测算好总成绩和平时成绩分值。**

| **课程目标** | **考核环节与权重分配** | | | | | | | | | **成绩**  **占比** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **线上作业** | **课后作业** | **阶段测试** | **卷面**  **考核**  **(判断题)** | **卷面**  **考核**  **(选择题)** | **卷面**  **考核**  **(简答题)** | **卷面**  **考核**  **(计算题)** | **研究探索**  **实验** | **问卷调研** |
| 课程目标1：能掌握工程力学的基本知识，包括杆件的拉压应力、弯曲应力、剪切应力、扭转应力、压力容器周向应力和轴向应力的概念，掌握工程常用材料的分类原则、牌号命名规则和各类材料腐蚀机理，掌握求解结构内部应力的基本方法和分析步骤。 | 0.1 |  | 0.2 | 0.2 | 0.4 |  |  |  |  | **35%** |
| 课程目标2：能基于结构安全基本原理对复杂结构的力学问题进行有效分解、正确分析并计算出工程结构中的力、应力和应变等。 |  | 0.3 |  |  |  |  | 0.7 |  |  | **40%** |
| 课程目标3：能认识到在复杂工程问题中，涉及到过程设备领域的分析与设计存在多种可选方案，能对复杂工程问题进行分析并提出适合的解决方案。 | 0.3 |  |  |  |  | 0.7 |  |  |  | **20%** |
| 课程目标4：能理解工程职业道德和规范，具备科学精神和工程师的基本素养，具备科技报国的家国情怀和使命担当。 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | **5%** |

**表8-2 课程目标的评价标准**

| **课程目标** | **课程目标的评价标准** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀(90%-100%)** | **良好(75%-89%)** | **合格(60%-74%)** | **不合格(<60%)** |
| **课程目标1** | 能运用所学知识准确回答作业及测试中的问题，思路清晰，回答正确率高。 | 能运用所学知识回答作业及测试中的问题，思路比较清晰，答题正确率较高。 | 能运用所学知识基本回答作业及测试中的部分问题，具备一定的答题思路，答题正确率一般。 | 不能运用所学知识回答作业及测试中的问题，答题思路混乱，答题正确率低。 |
| **课程目标2** | 能深入分析过程设备机械设计课程涉及的复杂工程问题，通过计算正确地求解出相应的结果，思路清晰，答题正确率高。 | 能合理分析过程设备机械设计课程涉及的复杂工程问题，能较好地运用公式求解问题，思路较清晰，答题正确率较高。 | 能对过程设备机械设计课程涉及的复杂工程问题进行基本分析和回答，能简单列出相关公式，具备一定的答题思路，答题正确率一般。 | 不能分析和回答过程设备机械设计课程涉及的复杂工程问题，答题思路混乱，答题正确率低。 |
| **课程目标3** | 能认识到涉及过程设备机械设计方面的复杂工程问题存在着多种可选方案，针对具体问题能提出完整且合理的设计方案，思路清晰，答题正确率高。 | 能认识到涉及过程设备机械设计方面的复杂工程问题存在着多种可选方案，针对具体问题能提出合理的设计方案，思路较清晰，答题正确率较高。 | 能认识到涉及过程设备机械设计方面的复杂工程问题存在着多种可选方案，针对具体问题能提出基本合理的设计方案，具备一定的答题思路，答题正确率一般。 | 对涉及过程设备机械设计方面的复杂工程问题存在着多种可选方案的认识度低，针对具体问题不能提出合理的设计方案，思路混乱，答题正确率低。 |
| **课程目标7** | **合格(100%)** | | **不合格(0%)** | |
| 能理解工程职业道德和规范，具备科学精神和工程师的基本素养，具备科技报国的家国情怀和使命担当。 | | 不理解工程职业道德和规范的内涵，缺乏科学精神与工程师的基本素养，缺乏科技报国的家国情怀和使命担当。 | |

八、课程内容拓扑图



九、教材与参考资料

**推荐教材：**

[1] 潘红良等.《过程设备机械基础》，华东理工大学出版社，2010年.

**参考教材：**

[1] 《化工设备机械基础》，汤善甫、朱思明主编，华东理工大学出版社，2016年

[2] 《工程材料》，丁厚福、王立人编著，武汉理工大学出版社，2001年

[3] 《过程机械》，刘志军、喻建良、李志义编著，中国石化出版社，2002年

课程大纲撰写人： 陈建钧 课程大纲审核人： 郝俊文

2020 年 8月