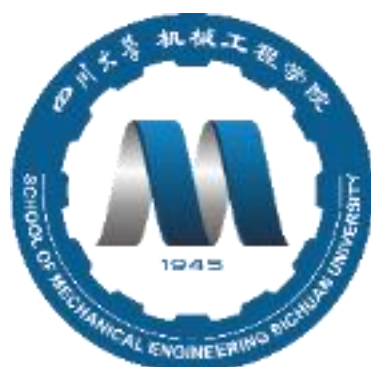


# 材料成型及控制工程专业 课程教学大纲



**2024 年 7 月**

## 目录

《材料成型技术及装备》教学大纲	1
《材料成型原理》教学大纲	7
《材料成型装备及自动化》教学大纲	9
《材料分析方法》教学大纲	14
《材料加工冶金传输原理》教学大纲	22
《材料科学基础》教学大纲	28
《材料智能成型》教学大纲	35
《传感器与检测技术》教学大纲	42
《工程材料学（双语）》教学大纲	48
《模具设计与制造》教学大纲	54
《工业企业管理》教学大纲	61
《材料力学性能》教学大纲	71
《数控加工技术》教学大纲	78
《工程材料及应用》教学大纲	82
《热流体工程学》教学大纲	92
《材料成型学科专业前沿探讨》教学大纲	99
《先进表面强化与防护》教学大纲	104
《先进材料及应用》教学大纲	109
《先进材料连接技术》教学大纲	116
《粉末冶金工程》教学大纲	125
《机械零件成型材料及熔炼》教学大纲	130
《材料成型大数据分析方法》教学大纲	139
《材料成型过程数值模拟仿真》教学大纲	147
《琴瑟和鸣：医工结合的思维启迪》教学大纲	153
《古青铜器表面装饰的技术与艺术鉴赏》教学大纲	178
《材料成型工艺工装设计1》教学大纲	182
《材料成型工艺工装设计-2》教学大纲	187
《材料成型综合实验》教学大纲	192
《项目制工程实践-3》教学大纲	199
《生产实习》教学大纲	204
《毕业设计》教学大纲	211

## 材料成型技术及装备

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料成型技术及装备》教学大纲

课程名称	材料成型技术及装备	Course name	Material molding technology and equipment
课程编号	302893030	Course code	302893030
课程类型	专业课	Course type	Professional course
适用专业	材料成型与控制工程及其他工科专业	Audience	Material molding and control engineering and other engineering
开课学期	本科三年级	Course term	Undergraduate third grade
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	铸造工艺学	Textbooks	Foundry technology
先修课程	材料科学基础, 传热学、机械工程材料, 材料成型基本原理	Prerequisite	Material science, heat transfer, mechanical engineering materials, Basic principles of material forming
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	材料成型系	Course offered by	Dept. of Material Forming
授课教师	吴明霞, 杨屹	Teachers	Yang Yi
大纲执笔人	杨屹	Edited by	Yang Yi
大纲审核人	孙兰	Inspected by	

### 一、课程简介

材料成形技术是一门面向材料成形及控制工程专业开设的研究材料成形技术的专业骨干课程, 课程的系统性、综合性、工程性、较强, 是培养从事材料成形领域研究和工程技术工作工程师的必修课。课程重点介绍了液态成形技术的基本原理、工艺技术、工艺方法

和相关铸造设备的一般知识；了解液态成形技术在工业中的主要地位，以及了解其他材料成形技术的基本原理和工艺方法（其它材料是除金属材料以外的总称，主要包括：有机高分子材料、无机非金属材料和复合材料）。结合传统的铸造生产线介绍相关的设备，重点介绍先进冷冻砂型 3D 打印的先进技术及设备。培养学生的创新意识，工艺设计的创新能力；具有从事材料成形工艺设计的能力；具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。

## 二、课程学习目标

以本专业毕业要求为依据，制定《材料成型技术》课程的学习目标。课程学习目标如下：

1.能够基于材料成形的基本原理与相关专业知识，分析和解决材料成形过程中的复杂工程问题；能够从事铸件、塑料制件、复合材料制件的设计、制造、技术开发、应用研究等工作；

2.能运用材料成形的工艺设计原理及现代设计方法和手段，针对铸件、塑料制件、复合材料制件的结构特点、材料特点分析和确定工艺设计中的关键问题，提出优化解决的工艺方案。

3. 能够认识材料成形工艺设计和生产过程对经济和社会发展的影响，能够在材料成形工程、经济管理、环境保护等多学科交叉条件下，对材料成形工艺设计及其生产过程的安全、环保等进行评价。了解材料成形领域相关的政策法规及专业前沿发展趋势，具有创新意识。

## 三、课程学习目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.4 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业 知识解决材料成型复杂工程问题。	教学目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	教学目标 3

<p>(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、制造、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。</p>	<p>3.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。</p>	<p>教学目标 2</p>
<p>(7) 环境和可持续发展：能够理解和评价材料成型及控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响。</p>	<p>7.1 能够理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义，具有环境保护和可持续发展意识；</p> <p>7.2 能够认识和理解材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题可能对环境、社会可持续发展产生的多种影响，并能够对上述影响进行评价。</p>	<p>教学目标 4</p>

#### 四、教学基本内容

##### 本课程教学内容包括：

本课程主要针对材料成形原理、工艺方法和相关装备进行教学。

通过材料研究、制备、成形达到学习本课程的最终目的——常用工程材料成型工艺的知识，工艺分析的能力，了解现代材料成型的先进工艺、技术和发展趋势。

**要求学生：**学习本课程时，需要掌握材料成形原理，学会确定铸造工艺方案，按照行业专家的标准来要求自己 and 思考问题。

##### 序论

介绍材料成形的基本概念、在工业中的地位、学习的目的以及课程主要内容。

**要求学生：**了解课程内容框架，明确课程重要性。

本章学习内容对应学习目标1、学习目标4，支撑毕业要求指标点1.4、7.1。

##### 第一章 液态成形的基本概念

以液态成形过程的特点，介绍液态成形工艺的基本概念、基本理论等，学会从多个方面思考液态成形技术的主要影响因素包括材料特性、物态转变、铸件结构特征。

**要求学生：**

1. 注意本课程的理论与实用性相结合的特点；
2. 液态成形的一些基本知识，如充型流动、凝固收缩；
3. 结合本课程的学习，复习已经学过的知识，如关于材料和热处理等课程。

本章学习内容对应学习目标1、学习目标4，支撑毕业要求指标点1.4、7.2。

##### 第二章 液态成形工艺方法

介绍液态成形的各种成形方法，成形方法及技术的工艺特点，涉及到的基本理论等。包括：砂型铸造、金属型铸造、高低压铸造、熔模铸造、消失模铸造等工艺方法。

本章主要介绍各种不同的铸造工艺方法的特点，以及如何依据铸件质量、合金的种类、铸件数量等来选择铸造工艺方法。

**要求学生：**

1. 体会各种铸造工艺方法的特点。
2. 学会依据铸件质量、合金的种类、铸件数量等来选择合适的铸造工艺方法。
3. 思考如何改进工艺方法，结合铸件的质量、成本、生产效率等

本章学习内容对应学习目标1, 3, 支撑毕业要求指标点1.4, 3.3。

### 第三章 铸造工艺方案设计

从零件结构的铸造工艺性进行分析，逐步引入铸造工艺的基本概念，介绍铸造工艺设计所涉及到的基本内容,包括：零件工艺性分析、浇注位置、分型面等。

**要求学生：**

1. 了解铸造工艺的基本概念
2. 掌握铸造工艺设计的基本内容
3. 学会零件铸造工艺性分析
4. 学会设计简单零件的铸造工艺方案

本章学习内容对应学习目标1, 3, 支撑毕业要求指标, 1.4, 3.3。

### 第四章 砂芯设计及铸造工艺参数设计

介绍砂芯的基本概念、作用和基本组成，并介绍基本的铸造工艺参数；同时，介绍砂芯的设计、铸造工艺参数的设计等。

**要求学生：**

1. 了解砂芯的基本概念、作用和组成
2. 掌握铸造过程重点工艺参数设计
3. 结合实际工艺思考改进方案

本章学习内容对应学习目1, 3, 支撑毕业要求指标, 1.4, 3.3。

### 第五章 浇注系统

介绍浇注系统的基本构成、基本要求、在成形过程中的重要作用等。分析液态金属在浇注系统各组元中的流动特性、作用及设计要求等；以水力学理论为基础引入浇注系统设计的理论体系；介绍浇注系统设计的基本过程及方法。

**要求学生：**

1. 了解浇注系统的基本构成、基本要求及成形过程中的重要作用
2. 掌握液态金属在浇注系统各组元中的流动特性、作用及设计要求等
3. 掌握浇注系统设计的基本过程及方法

本章学习内容对应学习目标 2, 3, 支撑毕业要求指标点 2.1, 3.3。

### 第六章 冒口设计

从冒口技术的基本理论开始，通过引入均衡凝固理论，介绍冒口的补缩原理、设计理论和设计方法，介绍通用冒口与实用冒口的设计方法，完成冒口的设计。

**要求学生：**

1. 了解冒口的基本理论和种类。
2. 掌握均衡凝固理论和补缩原理，学会在冒口设计过程中运用此理论。
3. 掌握浇注系统设计的基本过程及方法。

本章学习内容对应学习目标 2, 3, 4 支撑毕业要求指标点 2. 1, 3. 3, 7. 2。

## 第七章 先进金属材料成形技术拓展与计算机辅助手段

对几种新兴的金属材料成形特种技术进行简要介绍, 重点围绕金属基复合材料进行深入阐述; 另一方面对现代计算机数值模拟与仿真手段进行一定程度地介绍。

### 要求学生:

1. 了解先进金属材料成形技术的发展趋势
2. 掌握复合材料成形存在的关键技术问题
3. 了解现代计算机数值模拟与仿真手段

本章学习内容对应学习目标 3、学习目标 4, 支撑毕业要求指标点 3. 3, 7. 2。

## 第八章 铸造装备及自动化

对铸造车间的主要工部进行介绍, 包括铸造熔炼及控制、黏土砂造型设备、造型材料处理及旧砂再生设备、落砂、清理及环保设备。重点围绕砂型铸造的造型设备进行阐述, 除了传统造型方法的介绍, 对先进的 3D 打印冷冻造型进行介绍。

### 要求学生:

- 1.了解铸造生产线的主要工部
- 2.掌握砂型铸造的主要生产装备及自动化
- 3.了解 3D 打印冷冻造型
- 4.了解智能铸造的发展

本章学习内容对应学习目标 2、学习目标 3、学习目标 4, 支撑毕业要求指标点 2. 1, 3, 3, 7. 2。

完成课程学习后, 将对本课程进行一次总结。

## 五、建议教学进度

序论	学时数 2
第一章 液态成形的基本概念	学时数 2
第二章 液态成形工艺方法	学时数 6
第三章 铸造工艺方案设计	学时数 3
第四章 砂芯设计及铸造工艺参数设计	学时数 3
第五章 浇注系统	学时数 8
第六章 冒口设计	学时数 6
第七章 先进金属材料成形技术拓展与计算机辅助手段	学时数 2
第八章 铸造装备及自动化	学时数 14
课程总结	学时数 2

## 六、教学策略与方法

- 1、阐述材料成形技术基本原理以及常用方法, 理论联系实际, 培养学生创新能力。
- 2、采用多媒体课件, 将课本知识归纳总结并附上图片, 将繁复的课本知识简化成通俗易懂知识要点, 使同学们更易理解。
- 3、通过案例工艺设计, 多人讨论小组, 增强同学们在材料成形工艺上的分析能力和创新能力。
- 4、理论教学与实践课程相结合, 强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课后大作业（工艺设计），课堂练习

## 八、成绩评定方法（按照学校要求平时考核比例占 50%）

1. 课后大作业（工艺设计）：35%；

2. 课堂练习：15%；

3. 期末闭卷：50%.

4. 本课程成绩按课程学习目标法的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业指标点	课堂练习	课后作业（工艺设计）	期末考试	总和
学习目标 1	指标点 1.4	0.2	0.1	0.7	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 3.3	0.2	0.2	0.6	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 2.1	0.1	0.5	0.4	$\Sigma=1.0$
学习目标 4	指标点 7.1、7.2		0.5	0.5	$\Sigma=1.0$

备注：期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 董选普主编.《铸造工艺学》.化学工业出版社出版.2019 年 5 月

2. 樊自田主编.《铸造设备及自动化》.化学工业出版社出版.2021 年 5 月

材料成型原理

四川大学机械工程学院本科课程

《材料成型原理》教学大纲

课程名称	材料成型原理	Course name	Theory of The Castings Formation
课程编号	302364030	Course code	302313030
课程类型	必修课	Course type	Compulsory course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Department of Material forming and controlling
开课学期	大学三年级秋季学期	Course term	Autumn of junior year
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	材料成形基本原理; Castings; Complete Castings Handbook.	Textbooks	Fundamentals of Materials Forming Processes; Castings; Complete Castings Handbook.
先修课程	微积分、工科大学化学、大学物理、 物理化学、传热与传质、材料科学 基础	Prerequisite	Calculus, College Chemistry, University Physics, Physical Chemistry, Heat and Mass Transport, Foundation of Material Science
授课语言	双语	Teaching Language	Chinese and English
开课院系	材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Material forming and controlling
授课教师	王均 彭华备	Teachers	Jun Wang, Huabei Peng
大纲执笔人	王均	Edited by	Jun Wang
大纲审核人	孙昱	Inspected by	

## 一、 课程简介

《材料成型原理》是面向材料成型及控制工程专业开设的专业必修课程，也是该专业教学计划中的主干课程之一。本课程的主要任务是阐明液态金属成型过程的基本原理及其内在联系，帮助学生基于上述原理解并掌握铸造缺陷的形成机理及防止措施。通过本课程的学习，使学生理解铸件形成过程中涉及的基本原理，并能够运用所学知识分析和确定铸件生产过程中出现的问题。通过对上述知识的学习有助于揭示材料成型过程中影响产品质量的因素及缺陷形成的机理，从而更有利于学生对材料成型过程及基本原理有全面、系统和深入的实质性理解，从本质上认识和分析材料成行过程中所出现的实际问题和解决途径，并为后续课程的学习奠定坚实的理论基础。同时，本课程采用双语教学，选用经典英文书《Castings》和《Complete Castings Handbook》作为参考教材，这将有助于培养学生阅读英文资料和开展国际交流的能力，为扩宽学生的国际视野和提高学生的创新能力奠定语言基础。

## 二、 课程目标

- 1、了解液态金属和合金的结构和性质，理解铸件形成过程中涉及的基本规律和原理，掌握影响铸件形成过程的主要因素。
- 2、基于铸件形成过程中涉及的基本规律和原理，能够分析和确定铸件生产过程中出现的问题。
- 3、基本能够阅读铸造相关的英文资料。
- 4、完成课程实验，了解分析铸造组织的定性和定量方法，进一步理解铸件形成过程中涉及的原理。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识。	目标 1 和 4
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	目标 2 和 4
(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应	3.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训	目标 4

的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中。	
(10) 沟通：针对材料成型及控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型及控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	10.1 至少掌握一种外语应用能力，能够阅读本专业外文文献资料，具备一定的国际视野，能够使用技术语言，在跨文化环境下进行沟通与表达。	目标 3

#### 四、教学基本内容

##### 绪论

概述材料成形方法的分类和特点，以及材料成形技术在国民经济中的地位及发展趋势，使学生了解材料成型及控制工程专业的重要地位和发展情况。同时介绍本课程的特点以及学习要求和方法。

本章学习内容对应课程目标3，支撑毕业要求指标点10.1。

##### 第一章 液态金属的结构与性质

**主要内容：**液体与固体、气体结构比较及衍射特征；液态金属结构的理论模型；实际金属的液态结构。液态合金的粘度及其影响因素及其在材料成形中的意义；表面张力的实质及影响表面张力的因素及其在材料成形中的意义。

###### 要求学生：

- 1、理解实际金属的液体结构特征
- 2、掌握粘度和表面张力对材料成形的影响及意义
- 3、理解液态合金存在的三种起伏
- 4、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标1、2、3，支撑毕业要求指标点1.3、2.1、10.1。

##### 第二章 液态金属的充型能力

**主要内容：**液态金属充型能力的基本概念、液态金属停止流动机理与充型能力；影响充型能力的因素。

###### 要求学生：

- 1、理解影响液态金属充型能力的因素
- 2、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

### 第三章 凝固温度场

**主要内容：**铸造过程的温度场及铸件凝固时间的计算；铸件动态凝固曲线；铸件凝固方式及其影响因素。

**要求学生：**

- 1、掌握铸件凝固动态曲线及其应用
- 2、形状复杂铸件折算厚度的计算
- 3、理解铸件的凝固方式及其影响因素
- 4、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

### 第四章 晶体形核与生长

**主要内容：**金属凝固的热力学和动力学；均质形核与均质形核的形核条件和形核率；固-液界面结构及其影响因素；晶体生长的方式及速度

**要求学生：**

- 1、掌握过冷度 $\Delta T$ 是影响相变驱动力的决定因素
- 2、理解 $K_0$ 的定义、物理意义及“偏析系数” $|1-K_0|$
- 3、掌握过冷度、均质形核，非均质形核的概念
- 4、掌握润湿角对非均质形核的影响，形核剂的概念及其选择标准
- 5、理解液-固界面自由能及界面结构类型、本质及其判据
- 6、理解晶体的长大机理与固液界面的关系，晶体长大方式，速度与过冷度的关系
- 7、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.3、10.1。

### 第五章 单相合金凝固

**主要内容：**溶质再分配的概念；不同条件下固液界面处溶质再分配的规律；成分过冷的条件和判据；成分过冷的过冷度及其特性因素；成分过冷与热过冷的区别与联系；热过冷及其对纯金属液固界面形态的影响；成分过冷对合金固溶体晶体形貌的影响规律；成分过冷作用下的胞状组织的形成及其形貌；较宽成分过冷作用下的枝晶生长；了解枝晶间距及其影响因素。

**要求学生：**

- 1、掌握溶质再分配概念及规律
- 2、掌握成分过冷概念、判据及对晶体生长的影响

- 3、理解成分过冷与热过冷的区别
- 4、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.3、10.1。

## 第六章 多相合金凝固

**主要内容:** 共晶组织的分类及特点；非平衡状态下的共晶共生区；离异生长及离异共晶；层片状共晶组织的形核及长大和棒状共晶生长；非小晶面—小晶面共晶合金的结晶；变质处理的概念和方法；包晶凝固的特点。

### 要求学生:

- 1、掌握共晶合金的结晶规律；
- 2、理解变质处理
- 3、包晶凝固的特点
- 4、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.3、10.1。

## 第七章 铸件的宏观组织及其控制

**主要内容:** 铸件的宏观组织的特点及其形成规律，控制铸件宏观组织的基本原理及相关措施。

### 要求学生:

- 1、结合前面学过的固-液界面溶质再分配的知识联系起来，用于解释“成分过冷”理论，“脖颈”形成，以及游离晶体的生长和增值
- 2、将三个晶区形成的机理与铸件宏观结晶组织控制方法融会贯通
- 3、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

## 第八章 特殊条件下的凝固与成形

**主要内容:** 介绍快速凝固、失重条件下的凝固和定向凝固等技术的特点及实现方法。

### 要求学生:

- 1、理解快速凝固和定向的概念，方法，了解其凝固组织的特点
- 2、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.3、10.1。

## 第九章 液态金属与气相的相互作用

**主要内容:** 金属材料在熔炼过程中气体的来源及存在形式；气体在金属中的溶解；气体对金属的氧化；气体对金属材料熔炼质量的影响及其控制措施。

### 要求学生:

- 1、理解气体在液态金属中的溶解过程，以及掌握气体对金属的作用及控制措施
- 2、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应学习目标 1、3，支撑毕业要求指标点 1.2、2.1、10.1。

### **第十章 液态金属与熔渣的相互作用**

**主要内容：**熔渣的作用与分类，以及熔渣的来源与构成；熔渣结构的分子理论和离子理论；熔渣碱度的概念；熔渣的凝固温度、密度、粘度、表面张力及界面张力的物理性质；长渣与短渣的概念；熔渣的氧化性、活性熔渣氧化的基本形式。

**要求学生：**

- 1、理解熔渣的结构，以及熔渣的物理性质及其对金属的作用
- 2、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

### **第十一章 液态金属的净化与精炼**

**主要内容：**液态金属脱氧的目的和方法；液态金属脱碳的目的及方法；硫和磷的危害，以及脱硫、脱磷的主要措施。

**要求学生：**

- 1、掌握液态金属脱氧、脱硫、脱磷及脱碳精炼的方法及影响因素
- 2、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

### **第十二章 缺陷形成与控制**

**主要内容：**合金中成分偏析的种类及形成原因；液态金属在冷却凝固过程中产生的气孔和夹杂；液态金属在凝固中形成的缩孔和缩松；热裂纹的种类，结晶裂纹的特征、形成原因、影响因素和控制措施；冷裂纹的特征、形成原因、影响因素和控制措施；热裂纹、应力腐蚀裂纹的特征、形成原因、影响因素和控制措施。

**要求学生：**

- 1、理解偏析、气孔、夹杂物、内应力、缩孔缩松、热裂纹和冷裂纹形成的机理
- 2、掌握改善或防止上述缺陷的措施
- 3、掌握相关英文专业词汇和英文表达

本章学习内容对应课程目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、10.1。

### **课程实验一 奥氏体不锈钢铸造组织的观察**

**主要内容：**奥氏体不锈钢的四种凝固模式及其凝固过程；铬镍当量公式预测奥氏体不锈钢的凝固模式；以不同模式凝固的奥氏体不锈钢的室温组织特征。

**要求学生：**掌握以不同模式凝固的奥氏体不锈钢的室温组织特征并能根据组织判断合金

的凝固模式。

本章学习内容对应课程目标 1、4，支撑毕业要求指标点 1.3、3.2。

### 课程实验二 铸造凝固模拟实验

**主要内容：**采用硫代硫酸钠为介质，根据相似性原理，进行金属凝固模拟实验，观察凝固中的晶核形成、晶体生长和凝固缺陷的形成过程。

**要求学生：**理解金属的凝固过程和凝固组织的形成过程；理解凝固中的孕育期、结晶潜热、异质形核和凝固缺陷等现象。

本章学习内容对应课程目标 1、4，支撑毕业要求指标点 1.3、3.2。

## 五、建议教学进度

绪论	( 学时数 1 )
第一章 液态金属的结构与性质	( 学时数 3 )
第二章 液态金属的充型能力	( 学时数 1 )
第三章 凝固温度场	( 学时数 2 )
第四章 晶体形核与生长	( 学时数 3 )
第五章 单相合金凝固	( 学时数 4 )
第六章 多相合金凝固	( 学时数 4 )
第七章 铸件的宏观组织及其控制	( 学时数 2 )
第八章 特殊条件下的凝固与成形	( 学时数 2 )
第九章 液态金属与气相的相互作用	( 学时数 3 )
第十章 液态金属与熔渣的相互作用	( 学时数 2 )
第十一章 液态金属的净化与精炼	( 学时数 3 )
第十二章 缺陷形成与控制	( 学时数 14 )
课程实验	( 学时数 4 )

## 六、教学策略与方法

1、采用多媒体课件和传统教学相结合，阐述基本原理与现象的内在联系，培养学生提出问题、分析和解决问题的能力。

2、选取英文教材中的部分内容让学生翻译为中文，并强化学生对英语专业词汇的掌握，以此提高学生阅读外文相关文献和开展国际交流的能力。

3、利用实验教学，培养学生获取和分析实验数据，并解释数据而得出结论的能力。

4、理论教学与实验相结合，强化学生对基本原理的掌握。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程小测验，课程作业，课程实验

## 八、成绩评定方法

1、平时成绩：课程小测验 20%，课程作业 20%，课程实验 20%，共计 60%。

2、期末闭卷：40%。

3、本课程成绩按照课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	作业	课堂测验	课程实验	期末考试	权重合计
学习目标 1	指标点 1.3	0.35	\	0.15	0.50	$\Sigma=1.00$
学习目标 2	指标点 2.1	0.20	0.20	\	0.60	$\Sigma=1.00$
学习目标 3	指标点 10.1	\	0.40	\	0.60	$\Sigma=1.00$
学习目标 4	指标点 3.2	\	\	1.00	\	$\Sigma=1.00$

4、期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1、祖方遒等. 材料成形基本原理，机械工业出版社，2016 年。

2、J. Campbell, Castings, 2nd ed., Elsevier Science, Oxford, 2003.

3、J. Campbell, Complete Castings Handbook, 1st ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2011.

4、安阁英等编. 铸件形成理论，机械工业出版社，1990 年。

5、蒋成禹等编. 材料加工原理，哈尔滨工业大学出版社，2003 年。

6、陈平昌等编. 材料成形原理，机械工业出版社，2007 年。

7、张文钺等编. 焊接冶金学(基本原理)，机械工业出版社，2008 年。



## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料成型装备及自动化》教学大纲

课程名称	材料成型装备及自动化	Course name	Material forming equipment and automation
课程编号	302369020	Course code	302369020
课程类型	必修	Course type	Required
适用专业	材料成型及控制工程学生	Audience	Students of Material forming and control engineering
开课学期	大三下期	Course term	The second half of the third year of College
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	《材料成型装备及自动化》	Textbooks	《 Material forming equipment and automation》
先修课程		Prerequisite	
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	制造学院材料成型系	Course offered by	Manufacturing science and engineering/ <b>Material Shaping and Control Engineering</b>
授课教师	刘剑	Teachers	Jian Liu
大纲执笔人	刘剑	Edited by	Jian Liu
大纲审核人		Inspected by	

## 一、课程简介

《材料成型装备及自动化》是一门面向材料成型及控制工程专业开设的工程技术基础课，课程的系统性、综合性、工程性、创新性都比较强，是材料成型类教学计划中的主干课程之一，是培养材料成型工程师的必修课。本课程介绍了装备在材料成形中的作用及工业自动化的含义、金属液态成形装备及自动化、金属塑性成形装备及自动化、金属连接成形装备及自动化、高分子材料成形设备及自动化、快速成形装备及控制、玻璃和陶瓷等其他材料成形装备、热处理工业炉及其控制、材料成形加工中的环境保护装备。该课程注意理论联系实际，突出重点，并注意反映国内外新的研究成果和发展趋势，为后继专业课程学习和今后从事设计制造工作打下坚实的基础。

## 二、学习目标

以本专业毕业要求为依据，制定《材料成型装备及自动化》课程的学习目标。课程学习目标如下：

1. 系统全面掌握材料成型装备及自动化方法的专业知识，具备应用这些知识分析、解决材料成型及控制工程专业中的成型设备及其自动化控制复杂问题的能力。

2. 掌握各种材料成型设备的工作原理、结构特点、应用范围、控制方法等，具备操作、调控设备及仪器参数，进行测控和维护的能力。

3. 理解不同材料的成型特点的共性问题，掌握金属材料成型（含铸、锻、焊）、快速成型等典型工艺设备及其自动化控制系统，具备针对不同需求设计研发各类材料成型新设备的能力。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

《材料成型装备及自动化》学习目标与材料成型及控制工程专业毕业要求指标点对应关系如表 1 所示。

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 3

## 四、教学基本内容

### 第一章 绪论

1. 材料的分类及其成形装备概述；
2. 装备在材料成形加工中的作用；
3. 工业自动化的含义；
4. 本课程的知识基础及教学目标。

#### 要求学生：

1. 了解本课程的重要意义、性质；
2. 了解课程的学习要求、学习方法、考核方法；

3. 掌握装备在材料成型加工中的作用及工业自动化的含义。

## 第二章 金属液态成形装备及自动化

1. 概述；
2. 金属熔化及浇注装备；
3. 砂处理装备及自动检测系统；
4. 造型装备及自动化生产线；
5. 铸件落砂及清理自动化；
6. 压力铸造装备及自动化；
7. 低压铸造装备及自动化；
8. 消失模精密铸造装备及生产线；
9. 半固态铸造成形装备。

### 要求学生：

1. 掌握金属熔化及浇注设备：冲天炉熔化、电炉熔化及、自动浇注装备；
2. 掌握砂处理装备及自动检测系统：砂处理装备、旧砂处理装备、混砂装备；
3. 理解造型装备及自动化生产线：粘土砂用造型装备、树脂砂制芯/型装备、造型生产线；
4. 了解铸件落砂及清理自动化；压力铸造装备及自动化、低压铸造装备及自动化、消失模精密铸造装备及生产线、半固态铸造成形装备。

## 第三章 金属塑性成形装备及自动化

1. 概述；
2. 液压成形装备；
3. 精冲压力机；
4. 多工位压力机；
5. 数控冲压装备；
6. 伺服压力机；
7. 塑性成形自动化技术。

### 要求学生：

1. 了解金属塑性成形装备在现代工业中的地位、金属塑性成形装备的发展趋势、金属塑性成形装备的分类；
2. 掌握液压机的控制原理与特点，理解板材冲压液压机、板料冲压液压机；
3. 了解精冲原理、精冲压力机工作特点、精冲压力机的规格及主要技术参数；
4. 理解多工位压力机的工作原理及特点，掌握多工位压力机结构简介，了解多工位送料系统；
5. 了解数控冲压装备、伺服压力机、塑性成形自动化技术。

## 第四章 金属连接成形设备及自动化

1. 概述；
2. 弧焊设备及自动化；

3. 电阻焊装备及自动化；
4. 激光焊接设备；
5. 焊接机器人。

**要求学生：**

1. 掌握电弧静特性和弧焊电源基本特性、埋弧焊设备、熔化极氩弧焊设备、CO<sub>2</sub> 气体保护电弧焊设备、钨极氩弧焊设备、等离子弧焊接设备；
2. 掌握电阻焊原理及分类、电阻焊机的基本结构；
3. 理解点焊装备、缝焊装备、对焊装备；
4. 了解激光焊接原理及分类，焊接机器人。

### **第五章 高分子材料成形设备及自动化**

1. 概论；
2. 塑料注射机；
3. 橡胶成形设备及自动化；
4. 其他高分子材料成形设备。

**要求学生：**

了解即可，不做重点讲解。

### **第六章 快速成形装备及控制系统**

了解即可，不做重点讲解。

### **第七章 其他重要的材料成形装备**

了解即可，不做重点讲解。

### **第八章 工业炉及其控制**

了解即可，不做重点讲解。

## **五、建议教学进度**

第一章 绪论	学时数 3
第二章 金属液态成形装备及自动化	学时数 8
第三章 金属塑性成形装备及自动化	学时数 10
第四章 金属连接成形设备及自动化	学时数 8
第五章 高分子材料成形设备及自动化	学时数 0.5
第六章 快速成形装备及控制系统	学时数 0.5
第七章 其他重要的材料成形装备	学时数 1
第八章 工业炉及其控制	学时数 1

## **六、教学策略与方法**

1. 阐述材料成型装备的基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力。
2. 采用多媒体课件、结合国内外教学视频、软件等和传统教学相结合进行教学。
3. 理论教学与实践课程相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课后作业，考勤。

## 八、成绩评定方法

1. 材料成型装备及自动化课程考评分值分布：

平时成绩：课程作业 50%

期末闭卷： 50%

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 《材料热加工工艺基础》王爱珍 编著，北京航空航天大学出版社，2009年2月。
2. 铸造设备，清华大学、华中工学院、郑州工学院主编，北京：机械工业出版社，1979
3. 焊接手册，中国机械工程学会焊接分会，北京：机械工业出版社，2001
4. 金属塑性变形与轧制原理，赵志业，北京：冶金工业出版社，1980
5. 锻造工艺学，张志文主编. 北京：机械工业出版社. 1983

## 材料分析方法

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料分析方法》教学大纲

课程名称	材料分析方法	Course name	Material Analysis Method
课程编号	302291020	Course code	302291020
课程类型	必修课	Course type	compulsory course
适用专业	材料成型与控制工程	Audience	Material forming and control engineering
开课学期	3 秋	Course term	3 Autumn
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	《材料分析方法》周玉主编	Textbooks	《Material Analysis Method》 Yu Zhou, Editor-in-Chief
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Foundation of Material Science
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	制造科学与工程学院	Course offered by	School of Manufacturing Science and Engineering
授课教师	刘文博	Teachers	Wenbo Liu
大纲执笔人	刘文博	Edited by	Wenbo Liu
大纲审核人	孙道	Inspected by	

### 一、课程简介

本课程是一门试验方法课，主要介绍采用 X 射线衍射、电子显微镜（包括扫描电子显微镜、透射电子显微镜和电子探针显微分析）来分析材料的微观组织结构与显微成分的方法。

本课程总学时为 32 学时，其中讲授学时 30 学时，实验学时 2 学时。本课程将从分析仪器的结构和工作原理出发，介绍分析方法的原理和适用范围，针对具体分析实例并与实践教学相结合，注重培养学生利用现代分析方法解决实际问题的能力。

本课程主要内容包括 X 射线衍射分析的基本原理、试验方法及应用，透射电子显微镜、扫描电子显微镜、电子探针显微分析的基本原理及应用。

### 二、学习目标

1、熟悉 X 射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜和电子探针等仪器的基本原理、结构、组成、特点及其在科学研究与工程技术领域的功用；

2、掌握 X 射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜和电子探针等仪器的数据分析方法，获得合理有效结论；

3、熟悉 X 射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜和电子探针等仪器和测试方法的发展现状及应用局限性，并在实际工作中能正确选择并使用本课程中讲授的测试仪器和方法进行材料分析；

### 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识。	学习目标 1
(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。	4.3 通过设计和实施实验，获取、分析和解释数据，并得出合理有效的结论。	学习目标 2
(5) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型	5.1 了解材料成型与控制工程学科发展现状，能够在实践中初步掌握并使用现代工程技术、方法和工具；	学习目标 3

<p>过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。</p>	<p>5.2 能够选择、运用现代工程工具、信息技术等手段，进行材料成型过程中的复杂工程问题的预测、模拟与分析，并了解其局限性。</p>	<p>学习目标 3</p>
---	---	---------------

#### 四、教学基本内容

##### 绪论

教学内容：介绍本课程的重要意义，性质，任务，内容，结构，特点，学习要求和方法

重点：介绍材料组织与性能间的关系、显微组织结构的内容、传统显微组织结构与成分分析测试方法；X射线衍射与电子显微镜简介；本课程学习内容和要求

难点：X射线衍射与电子显微分析的主要区别

此部分对应毕业要求指标点5.1、5.2和学习目标3

##### 第一篇 材料 X 射线衍射分析

##### 第一章 X 射线物理学基础

教学内容：X射线的性质；X射线的产生及X射线谱（连续X射线谱、特征X射线谱）；X射线与物质的相互作用（X射线的透射系数和吸收系数、X射线的真吸收、X射线的散射）

重点：连续X射线谱与特征X射线谱，包括性质、成因、区别、特点、短波限的计算；X射线与物质的相互作用，包括吸收限的定义、产生、本质、应用（滤波片、阳极靶的选择）

难点：连续X射线谱与特征X射线谱的成因和区别；吸收限的产生原因和应用

此部分对应毕业要求指标点 1.3、5.2 和学习目标 1、3

##### 第二章 X 射线衍射方向

教学内容：晶体几何学简介（14种布拉菲点阵、晶体学指数、简单点阵的晶面间距公式）；布拉格方程（布拉格方程的导出、布拉格方程的讨论、倒易空间的衍射方程式及爱瓦尔德图解）；X射线衍射方法（劳埃法、周转晶体法、多晶粉末法）

重点：布拉格方程的导出与讨论，包括反射级数、干涉面指数、掠射角、衍射极限条件、应用（结构分析和元素分析）；倒易空间的衍射方程式及爱瓦尔德图解，包括倒易点阵的定义、性质（倒易点阵基本矢量、倒易点阵矢量、倒易球）、爱瓦尔德图解、晶体衍射花样的特点；X射线的三种主要衍射方法，包括劳埃法、周转晶体法、多晶粉末法

难点：布拉格方程的导出与讨论；倒易空间的衍射方程式及爱瓦尔德图解法

此部分对应毕业要求指标点 1.3、5.2 和学习目标 1、3

##### 第三章 X 射线衍射强度

教学内容：多晶体衍射图相的形成；一个电子、一个原子、单位晶胞、理想小晶体、实际多晶体对 X 射线的散射与结构因子、洛伦兹因子、影响衍射强度的其他因子、多晶体衍射的积分强度公式

重点：一个电子和一个原子对X射线的散射振幅、强度与原子散射因子 $f$ ；单位晶胞对X射线的散射与结构因子 $F$ ；理想小晶体对X射线的散射与干涉函数；理想小晶柱对X射线的散射与偏移矢量；实际多晶体的X射线散射振幅与积分强度公式的推导；影响衍射积分强度的主要因素，包括角因子（洛伦兹-偏振因子）、多重性因子、吸收因子、温度因子等

难点：一个电子和一个原子对X射线散射振幅和强度公式的推导，与原子散射因子 $f$ 的物理意义；结构因子的物理意义、系统消光的概念、物理意义与应用；干涉函数的物理意义与应用；偏移矢量的物理意义与应用；理想小晶体X射线散射振幅与强度的公式推导；实际多晶体X射线衍射积分强度公式的推导；影响衍射积分强度各主要因素的作用

此部分对应毕业要求指标点 1.3、5.2 和学习目标 1、3

#### 第四章 多晶体分析方法

教学内容：德拜-谢乐法（德拜花样的爱瓦尔德图解、德拜相的拍照、德拜相的误差及修正、立方系物质德拜相的计算）；其他照相法简介；X 射线衍射仪（X 射线测角仪、探测与记录系统、X 射线衍射仪的常规测量）

重点：X射线衍射仪的构成、各部件的主要功能和工作原理

难点：X射线衍射仪的各部件的主要功能和工作原理

此部分对应毕业要求指标点 1.3、4.3、5.2 和学习目标 1、2、3

#### 第五章 X 射线衍射的物相分析

教学内容：X 射线衍射定性分析（基本原理、粉末衍射卡片、索引、定性分析过程）；X 射线衍射定量分析（单线条法、内标法、 $K$  值法及参比强度法）

重点：X射线衍射定性分析的基本原理和方法；X射线衍射定量分析的基本原理和方法

难点：X射线衍射定性与定量分析的基本原理和方法

此部分对应毕业要求指标点 4.3 和学习目标 2。

#### 第二篇 材料电子显微分析

#### 第六章 电子光学基础

教学内容：电子波与电磁透镜（光学显微镜的分辨率极限、电子波的波长特性、电磁透镜）；电磁透镜的像差与分辨率（像差、分辨率）；电磁透镜的景深和焦长（景深、焦长）

重点：光学显微镜的分辨率极限公式、电子波的波长特性、电磁透镜的构造与功能；电

磁透镜的像差的分类和影响因素、电磁透镜分辨率的影响因素；电磁透镜的景深和焦长的概念和作用

难点：电磁透镜的像差与分辨率的影响因素；电磁透镜景深和焦长的概念和作用

此部分对应毕业要求指标点 1.3、5.2 和学习目标 1、3

### 第七章 透射电子显微镜

教学内容：透射电子显微镜的结构与成像原理（照明系统、成像系统、观察记录系统）；主要部件的结构与工作原理（样品的平移与倾斜装置、电子束倾斜与平移装置、消像散器与光阑）；透射电子显微镜分辨率和放大倍数的测定

重点：透射电子显微镜的结构与成像原理；透射电子显微镜的主要部件的结构与工作原理；透射电子显微镜的分辨率和放大倍数的测定方法

难点：透射电子显微镜的结构与成像原理

此部分对应毕业要求指标点 1.3、5.2 和学习目标 1、3

### 第八章 电子衍射

教学内容：概述；电子衍射原理（布拉格定律、倒易点阵与爱瓦尔德球图解法、晶带定理与零层倒易截面、电子衍射的基本公式）；电子显微镜中的电子衍射（有效相机常数、选区电子衍射、磁转角）；单晶体电子衍射花样标定（已知晶体结构衍射花样的标定、未知晶体结构衍射花样的标定）；复杂电子衍射花样的标定

重点：电子衍射原理，包括布拉格定律、倒易点阵与爱瓦尔德球图解法、晶带定理与零层倒易截面、结构因子、偏离矢量与倒易阵点扩展、电子衍射的基本公式；电子显微镜中的电子衍射，包括有效相机常数、选区电子衍射、磁转角；多晶和单晶电子衍射花样的标定方法，包括已知晶体结构条件、未知晶体结构条件、标准花样对照法

难点：电子衍射原理（倒易点阵与爱瓦尔德球图解法、晶带定理与零层倒易截面、偏离矢量与倒易阵点扩展）和电子衍射的基本公式；多晶和单晶电子衍射花样的标定方法

此部分对应毕业要求指标点 1.3、4.3、5.2 和学习目标 1、2、3

### 第九章 晶体薄膜衍衬成像分析

教学内容：概述；薄膜样品的制备方法（基本要求和工艺过程）；衍射衬度成像原理（明场像、暗场像和中心暗场像）；消光距离（概念、物理意义、数学表达式）；衍衬运动学（基本假设和近似处理方法、理想晶体的衍射强度）；理想晶体衍衬运动学基本方程的应用（等厚条纹、等倾条纹）；非理想晶体的衍射强度；晶体缺陷分析（螺型和刃型位错的形成原理）

重点：透射电子显微镜薄膜样品的制备方法；衍射衬度成像原理、消光距离的概念和物

理意义；等厚条纹和等倾条纹的概念和形成原理；螺型、刃型位错的衍衬成像原理

难点：衍射衬度成像原理、消光距离的概念和物理意义；等厚条纹和等倾条纹的概念和形成原理；螺型、刃型位错的衍衬成像原理

此部分对应毕业要求指标点 1.3、4.3、5.2 和学习目标 1、2、3

#### 第十章 扫描电子显微镜

教学内容：概述；电子束与固体样品作用时产生的信号（背散射电子、二次电子、吸收电子、透射电子、特征 X 射线、俄歇电子）；扫描电子显微镜的构造和工作原理（电子光学系统、信号收集处理和图像显示记录系统、真空系统、扫描电子显微镜的主要性能）；扫描电子显微镜的主要性能；表面形貌衬度原理及其应用、原子序数衬度原理及其应用（二次电子成像原理与形貌衬度应用、背散射电子衬度原理及其应用、吸收电子衬度原理及其应用）

重点：电子束与固体样品作用时产生的信号；扫描电子显微镜的构造与工作原理；表面形貌衬度原理及其应用、原子序数衬度原理及其应用

难点：表面形貌衬度原理及其应用、原子序数衬度原理及其应用

此部分对应毕业要求指标点 1.3、4.3、5.2 和学习目标 1、2、3

#### 第十一章 电子探针显微分析

教学内容：概述；电子探针仪的结构与工作原理（波长分散谱仪、能量分散谱仪）；电子探针仪的分析方法及应用（定性分析（点分析、线分析、面分析）、定量分析简介）

重点：电子探针仪的结构与工作原理；电子探针仪的分析方法及应用

难点：电子探针仪的分析方法及应用

此部分对应毕业要求指标点 1.3、4.3、5.2 和学习目标 1、2、3

#### 第三篇 实验教学

实验：用 X 射线衍射仪进行多晶体物质的相分析

教学内容：安全教育；试样准备；X 射线衍射仪的结构、使用与测试参数的选择；衍射数据的采集；使用标准 PDF 卡片对多晶物质进行相分析（以一例进行方法讲解，学生课后需对其实验数据进行具体分析，并完成实验报告）

重点：了解 X 射线衍射仪的结构与使用；掌握使用标准 PDF 卡片对多晶物质进行相分析

难点：掌握使用标准 PDF 卡片对多晶物质进行相分析

此部分对应毕业要求指标点 4.3、5.1 和学习目标 2、3

### 五、建议教学进度

绪论 1 学时

1、材料 X 射线衍射分析 共 13 学时

X 射线物理学基础 2 学时

X 射线衍射方向 4 学时

X 射线衍射强度 3 学时

多晶体分析方法 2 学时

X 射线衍射的物相分析 2 学时

2、材料电子显微分析 共 16 学时

电子光学基础 2 学时

透射电子显微镜 2 学时

电子衍射 3 学时

晶体薄膜衍衬成像分析 3 学时

扫描电子显微镜 3 学时

电子探针显微分析 3 学时

3、实验教学 共 2 学时

用 X 射线衍射仪进行多晶体物质的相分析 2 学时

**六、教学策略与方法**

1、采用多媒体课件与板书相结合的教学方式，阐明基本原理和方法，理论联系实际，在学生掌握基础理论知识的同时培养应用能力与创新能力；

2、采用课堂讲授与实验教学相结合的方式，其中课堂讲授 30 学时，实验教学 2 学时，共 32 学时，培养学生分析和解决复杂工程问题的能力。

**七、考核方式**

闭卷笔试，课程作业，实验，考勤

**八、成绩评定方法（按照学校要求平时考核比例占 50%）**

总成绩=闭卷笔试成绩×50%+课程作业成绩×20%+实验成绩×15%+课堂表现成绩×15%

**九、本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重**

课程学习目 标	毕业要求指标 点	平时作业 1	平时作业 2	平时作业 3	平时作业 4	实 验	课堂表 现	期末考 试	
学习目标 1	指标点 1.3	0.15	0.10	0.05	0.05	/	0.15	0.50	Σ=1.0
学习目标 2	指标点 4.3	/	/	0.05	0.10	0.45	0.15	0.25	Σ=1.0
学习目标 3	指标点 5.1, 5.2	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.15	0.50	Σ=1.0

## 十、强制达标线

期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

## 十一、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1、《材料近代分析测试方法》 常铁军等编 哈尔滨工业大学出版社
- 2、《材料分析测试方法》 王成国 丁洪太 侯绪荣 上海交通大学出版社
- 3、《材料分析测试技术——材料 X 射线衍射与电子显微分析》 周玉 武高辉 哈尔滨工业大学出版社
- 4、自编《用 X 射线衍射仪进行多晶体物质的相分析》实验指导书

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《材料加工冶金传输原理》教学大纲

课程名称	材料加工冶金传输原理	Course name	Transmission principle of material processing and metallurgy
课程编号	302363030	Course code	302036030
课程类型	必修课	Course type	compulsory course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	material forming and control engineering
开课学期	三秋	Course term	the autumn term of third grade
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	材料加工冶金传输原理	Textbooks	Transmission principle of material processing and metallurgy
先修课程	大学数学、大学物理、大学化学	Prerequisite	college mathematics , college physics, college chemistry
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	材料成型与控制工程系	Course offered by	Department of material forming and control engineering
授课教师	冯可芹	Teachers	Feng Keqin
大纲执笔人	冯可芹	Edited by	Feng Keqin
大纲审核人	孙道	Inspected by	

#### 一、课程简介

本课程是材料加工、冶金、化工等领域的基础课，课程的系统性、理论性、综合性、实用性都比较强，是材料成型及控制工程教学计划中的专业基础必修课之一。目的在于培养学生理解动量传输、热量传输、质量传输过程的基本定律、现象机理、以及三者之间的类比性；对典型的传输过程具备建立微分方程的能力，并对简单的传输过程具备求解的能力；初步具备一定的分析和解决材料加工过程中传输过程问题的能力。为后续有关专业课程学习和今后从事材料成型及加工工程打下专业基础。

#### 二、学习目标

- 1、掌握动量传输、热量传输和质量传输所涉及的基本概念和基本定律，以及动量传输、

热量传输、质量传输的基本方式及其特点。了解热量传输、质量传输微分方程式（组）的建立过程。

2、通过动量传输、热量传输和质量传输基础知识的学习，能够运用数学、物理等知识来计算求解典型传输问题尤其是热量传输和质量传输问题。

3、通过学习初步具备对传输问题尤其是热量传输和质量传输较为复杂的问题进行识别、分析和表达。

### 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识；	学习目标 1
	1.4 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决材料成型复杂工程问题。	学习目标 2
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 3

### 四、教学基本内容

#### 第一章. 传输原理简介

介绍本课程的特点和要求。讲解动量、热量与质量传输（统称三传）的类似性，传输过程的研究方法及特点。

##### 要求学生：

理解动量、热量与质量传输的特点以及类比性；传输过程的三种研究方法及其优缺点。

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

#### 第二章. 热量传输的基本概念

热量传递的基本方式，温度场、等温面和温度梯度，热导率与热扩散率。

**要求学生：**

- ① 热量传递的三种基本方式——导热、对流、热辐射的物理概念以及相应的三个基本公式；
- ② 温度场、等温面和温度梯度的概念；
- ③ 热导率、热扩散率的物理意义及其单位。

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

### **第三章. 导热**

导热微分方程，一维稳态导热，接触热阻，二维稳态导热，一维非稳态导热，多维非稳态导热。

**要求学生：**

- ① 导热基本定律的意义和应用；
- ② 直角坐标系物体导热微分方程式的推导；
- ③ 平壁、圆筒壁及球壁一维稳态导热问题的分析求解方法（会应用导热微分方程及边界条件来推导温度场分布式和计算导热量），导热热阻的分析和计算；
- ④ 用元体平衡法建立稳态导热节点方程式，以及用高斯迭代法来求解二维稳态导热的节点温度；
- ⑤ 半无限大物体一维非稳态导热问题的分析求解方法，以及应用诺谟图计算简单形状物体的非稳态导热问题；
- ⑥ 了解多维非稳态导热的分析求解。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4。

### **第四章. 对流换热**

对流换热过程简介，边界层概念，对流换热的机理及影响因素，对流换热微分方程组，相似原理，强制对流换热的计算，自然对流换热的计算。

**要求学生：**

- ① 对流换热的定义及特点，强制对流和自然对流换热的异同点。
- ② 边界层的定义及发展，层流与湍流的特点及判据。
- ③ 了解对流换热微分方程组的推导过程。
- ④ 相似原理及其在解决对流换热问题上的应用。
- ⑤  $Re$ 、 $Pr$ 、 $Gr$ 、 $Nu$  准数的物理意义，定性温度，定型尺度，特征速度。
- ⑥ 正确使用各条件下的准则方程来计算对流换热系数及对流换热量。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4。

### **第五章. 辐射换热**

热辐射的基本概念，热辐射的基本定律，固体和液体及灰体的辐射，黑体间的辐射换热及角系数，灰体间的辐射换热，气体辐射和吸收，对流与辐射共同存在时的热量传输。

**要求学生：**

- ①热辐射的本质，以及与导热、对流换热的区别。热辐射的基本定律（普朗克定律、维恩位移定律、兰贝特定律、斯蒂芬—波尔兹曼定律、基尔霍夫定律）。
- ②黑体、灰体、重辐射面的概念。黑体、灰体、实际物体的辐射与吸收特性。
- ③角系数的定义、性质以及求解。
- ④有效辐射的概念及其与本身辐射、辐射换热量间的关系。
- ⑤由多个表面组成的封闭系统辐射换热量的计算方法。
- ⑥气体辐射和吸收的特点以及影响气体黑度的因素。
- ⑦复合换热（综合换热）的概念及其计算原则。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1。

## 第六章. 质量传输基本概念和传质微分方程

传质的定义及基本方式，浓度、速度、扩散通量密度、扩散系数，质量传输微分方程，定解条件。

**要求学生：**

- ①质量传输的定义及分类。
- ②浓度、速度、扩散通量密度的表达式及其之间的关系。菲克第一定律的四种表达式及适用情况。
- ③质量传输微分方程的推导，以及几种不同的形式。质量传输的定解条件。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4。

## 第七章. 传质的分析计算

一维稳态分子扩散，非稳态分子扩散，对流传质及其准则方程式，传质系数模型。

**要求学生：**

- ①一维稳态分子扩散传质的分析计算（等摩尔逆向扩散、通过静止气膜的单向扩散、气体通过金属膜的扩散）
- ②一维非稳态分子扩散传质的分析计算，会采用诺谟图进行求解。
- ③动量、热量、质量传递的比拟， $Sc$ ， $Le$ ， $Sh$ 的表达式及物理意义。
- ④采用准则关系式求解对流传质。
- ⑤理解传质系数三种模型的主要观点及优缺点。

本章学习内容对应学习目标2、3，支撑毕业要求指标点1.4、2.1。

## 实验

利用瞬态平面热源法测导热系数

### 要求学生:

掌握瞬态平面热源法测量导热系数的原理和方法;了解涂层在热防护领域中的应用和涂层隔热性能测试方法;通过观测金属材料温度的传递过程加深理解热扩散系数的含义。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。

## 五、建议教学进度

第一章. 绪论	学时数 2
第二章. 热量传输的基本概念	学时数 4
第三章. 导热	学时数 10
第四章. 对流换热	学时数 8
第五章. 辐射换热	学时数 8
第六章. 质量传输基本概念和传质微分方程	学时数 6
第七章. 传质的分析计算	学时数 6
实验	学时数 4

## 六、教学策略与方法

- 1、阐述基本原理,理论联系实际,培养学生创新能力。
- 2、采用教学和实验相结合进行课程教学。
- 3、课后习题练习,加深学生理解和知识的应用。

## 七、考核方式

闭卷笔试,实验、课程作业、考勤

## 八、成绩评定方法

1. 综合成绩构成: 课堂成绩 (75%) + 实验成绩 (25%)  
课堂成绩构成: 平时成绩 (30%) + 期末成绩 (45%)  
课堂成绩平时成绩构成: 课后作业 (20%) + 考勤 (10%)
2. 强制达标线  
期末考试卷面成绩低于 45 分, 即判定本门课程综合成绩不及格。

课程学习目标的评价方法权重:

课程学习目标	毕业要求指标点	课后作业	实验	期末考试	
--------	---------	------	----	------	--

学习目标 1	指标点 1.3	0.25	0.25	0.50	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 1.4	0.50	-	0.50	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 2.1	0.50	-	0.50	$\Sigma=1.0$

#### 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 《材料加工冶金传输原理》吴树森，机械工业出版社，2018 年
2. 《冶金传输原理》吴铿，冶金工业出版社，2011 年
3. 《传热学》杨世铭，高等教育出版社，2006 年

## 材料科学基础

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料科学基础》教学大纲

课程名称	材料科学基础	Course name	Fundamentals of materials Science and Engineering
课程编号	302017050	Course code	302017050
课程类型	必修课	Course type	Compulsory Course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Material Shaping and Control Engineering
开课学期	大二下	Course term	Grade 2, Spring Term
学时/学分	80/5	Class hour /Credits	80/5
选用教材	材料科学基础	Textbooks	Fundamentals of Materials Science and Engineering
先修课程	大学物理, 物理化学, 工程力学	Prerequisite	College Physics, Physical Chemistry, Engineering Mechanics
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of Manufacturing Science and Engineering
授课教师	文玉华、颜家振、郭智兴、鲜广	Teachers	Wen Yuhua, Yan Jiazhen, GuoZhixin, Xian Guang
大纲执笔人	文玉华	Edited by	Wen Yuhua, Yan Jiazhen, GuoZhixin, Xian Guang
大纲审核人	孙兰	Inspected by	Sun Lan

### 一、课程简介

《材料科学基础》主要面向材料成形及控制工程专业本科生开设。本课程的教学以培养材料成形及控制工程专业本科生具有从事铸造、锻造、焊接和材料性能研究等领域工程工作所需的相关自然科学基础知识、提高学生设计和实施与本专业相关研究和工程试验的能力为目标。主要教授学生材料学基础知识, 具体内容包括材料的晶体结构及缺陷、金属材料的结晶过程与机制、二元相图和铁碳合金相图的分析与应用、材料的塑性变形与断裂原理、回复

与再结晶过程对金属材料组织和性能的影响、扩散原理与应用，以及本专业基本实验技能。实验部分由四个项目组成，分别是《金相显微镜的基本原理、金相试样制备与观察》、《铁碳合金平衡组织观察》、《金属材料的塑性变形与再结晶组织分析实验》、《金属材料静拉伸实验》。

本课程的学习是本专业学生学习其他专业课的基础。

## 二、 学习目标

1. 掌握材料的晶体结构及缺陷、金属材料的结晶过程与机制、相图和铁碳合金相图的分析与应用、材料的塑性变形与断裂原理、回复与再结晶过程对金属材料组织和性能的影响、扩散原理与应用等；使学生理解材料结构-性能-应用之间的逻辑关系，具备扎实的学科基础。掌握金属材料金相试样的制备方法，拉伸实验方法和热处理工艺技术，能通过查阅文献对实验现象和结果进行分析解释，得出正确结论。

2.能应用相关材料学基础知识，对铸造、锻造、焊接过程中的现象、过程进行分析，针对不同材料的各种成形方法，能大致预测材料在成型过程中发生的组织和性能变化，能提出相应的工艺方案，并体现出创新意识；具有解决材料成型领域复杂工程问题需具备的材料学基础知识。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2

## 四、 教学基本内容

绪论

介绍材料在工业发展中的意义；材料学知识对材料成型过程的重要意义；介绍本课程的主要内容、要求和学习的方法。

要求学生：

- 1) 了解材料发展对人类历史的影响；
- 2) 重视本课程作为专业基础课对后续专业课程的重要意义。掌握相关学习方法。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1。

### 第一章：材料的结构

材料的结合方式；晶体学基础，晶体与非晶体概念，空间点阵，晶向指数与晶面指数；材料的晶体结构，典型金属的晶体结构，共价晶体和离子晶体结构，合金相结构

要求学生：

- 1) 掌握材料的分类与材料结合方式之间的关系，掌握原子间主要的结合方式；
- 2) 了解空间点阵，7 个晶系，14 种布拉菲点阵的结构
- 3) 掌握晶面指数与晶面指数的标识方法
- 4) 掌握 FCC、BCC 和 HCP 点阵的特点与性质
- 5) 掌握固溶体与化合物的区别与性质比较

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。

### 第二章：晶体缺陷

点缺陷；线缺陷：位错的概念与分类，位错的运动，位错的弹性性质，实际晶体中的位错；面缺陷：表面，晶界和亚晶界

要求学生：

- 1) 掌握材料内部缺陷的概念、分类和形成原因；
- 2) 了解点缺陷分类，形成及缺陷浓度的影响因素；
- 3) 掌握位错的分类，理解刃位错和螺位错运动方式的不同；
- 4) 掌握柏氏矢量的概念和物理意义；
- 5) 了解位错形成的弹性应力场的性质和特点，理解位错之间的相互力的作用；
- 6) 掌握面心立方结构中的不同位错；
- 7) 了解面缺陷的概念和性质。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。

### 第三章：纯金属的凝固

纯金属的结晶过程；结晶的热力学过程：结晶的过冷现象，凝固的热力学条件；形核规律，均匀形核，非均匀形核；长大规律，液固界面的微观结构，晶核的长大机制，纯金属的生长形态；结晶理论的某些实际应用。

要求学生：

- 1) 理解金属结晶的过程和结晶过程中的内部结构变化；
- 2) 掌握过冷度的概念，以及过冷度对结晶过程的影响机制；
- 3) 理解均匀形核与非均匀形核的过程与热力学理论，掌握两者之间的区别；
- 4) 理解晶粒的长大机制；
- 5) 掌握结晶理论在铸造工艺中的应用，工艺参数对铸件缺陷和性能的影响。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3，2.1。

### 第四章：二元相图

相图的基本知识；二元相图的基本类型：匀晶相图（二元合金的凝固过程），共晶相图，包晶相图；二元相图的分析和使用；铁碳合金相图：铁碳相图，C 和杂质元素对碳钢组织和性能的影响，合金铸件的组织与缺陷。

要求学生：

- 1) 掌握相图对材料的重要意义，掌握相图的构成、意义和绘制方法；
- 2) 掌握匀晶、共晶和包晶相图的分析；描述上述三种相图典型合金的平衡凝固过程，

掌握杠杆定律的应用；理解实际凝固过程中固液界面前端的溶质分布、成分过冷的概念和影响因素。

- 3) 了解其他类型相图的分析与应用；
- 4) 掌握铁碳合金相图，掌握利用铁碳合金相图分析典型钢铁的平衡凝固过程，掌握利用杠杆定律计算不同成分碳钢中的组织组成和相组成；
- 5) 理解 C 和杂质元素对碳钢组织和性能的影响；
- 6) 掌握铸件的组织特点，缺陷形成的原因。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3，2.1。

#### 第五章：材料的变形与断裂

弹性变形；单晶体的塑性变形：滑移，孪生；多晶体的塑性变形；塑性变形对金属组织与性能的影响：组织与性能的变化，残余应力；金属及合金强化的位错解释：Cottrell 气团，位错交割和带割阶位错的运动，固定位错，滑动位错与第二相质点的交互作用；断裂：理论断裂强度，Griffith 理论与断裂韧性，裂纹的萌生，断裂形式，影响材料断裂的因素。

要求学生：

- 1) 掌握塑性变形的机制滑移与孪生，理解两者在材料的塑性变形中起到的主要作用；
- 2) 理解多晶体的塑性变形过程；多晶体的滑移机制，位错在滑移过程中的重要作用；
- 3) 掌握塑性变形对金属材料组织和力学性能的影响；理解残余应力的形成与作用；
- 4) 理解金属材料强化的位错解释；
- 5) 掌握断裂过程，理解 Griffith 理论提出的条件和推演过程；
- 6) 了解影响材料断裂的因素。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3，2.1。

#### 第六章：回复与再结晶

变形金属及合金在退火过程中的变化：显微组织的变化，存储能释放与性能变化；回复：回复机理，回复动力学，回复退火的应用；再结晶：再结晶的形核，再结晶动力学，影响再结晶的因素，再结晶后晶粒的大小；晶粒长大：正常长大，异常长大；金属的热变形：动态回复，动态再结晶，热加工后的组织和性能变化。

要求学生：

- 1) 掌握形变合金在加热的情况下，内部组织和性能的变化过程；
- 2) 掌握回复过程中金属材料内部缺陷、组织的变化，了解回复动力学，掌握回复在工业中的应用。
- 3) 掌握再结晶过程中金属内部缺陷、组织的变化，了解再结晶的机制，理解影响再结晶过程和再结晶后晶粒大小的因素；
- 4) 理解晶粒长大的机制，理解正常长大和异常长大的形成原因；
- 5) 理解动态回复和动态再结晶，理解其在工业生产中的意义。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3，2.1。

#### 第七章：扩散

扩散定律：菲克第一定律，菲克第二定律；扩散定律在工程上的应用；扩散机制；影响扩散的因素

要求学生：

- 1) 理解菲克第一定律和第二定律的意义；
- 2) 了解扩散定律在工程上的应用，理解采用扩散定律模拟均匀化退火和渗碳过程；
- 3) 理解扩散机制的分类；
- 4) 掌握影响扩散的各个因素。

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3，2.1。

实验部分：

实验一 金相显微镜的基本原理、金相试样制备与观察

熟悉金相显微镜的原理、构造，使用和维护，为观察材料的微观组织和使用金相分析方法打下理论和实践基础；熟悉金相试样的制备过程和方法，掌握简单的操作技术，为以后独立进行金相试样制备打下基础。

要求学生：

- 1) 掌握金相显微镜的使用方法。
- 2) 掌握金相试样的镶嵌、磨制、抛光、腐蚀技术。

重点与难点:1.显微镜的原理与使用。2.金相试样的磨制技术。

实验二 铁碳合金平衡组织观察

观察亚共析钢、共析钢、过共析钢、亚共晶铸铁、共晶铸铁、过共晶铸铁等铁碳合金平衡组织并掌握组织特征。

要求学生：

- 1) 掌握铁碳合金平衡组织特征，能正确识别。

重点与难点:碳钢的平衡组织识别。

实验三 金属材料的塑性变形与再结晶组织分析实验

了解塑性变形对金属显微组织的影响。掌握不同变形处理后的金属在加热过程中的组织变化规律。

要求学生：

- 1) 掌握变形程度、退火温度对金属再结晶晶粒大小的影响。

重点与难点: 变形程度对再结晶过程的影响。

实验四 金属材料静拉伸实验

要求学生：

1) 掌握通过静拉伸实验检测材料的弹性极限、屈服强度、抗拉强度、弹性模量、塑性等指标的方法，理解各种静力学性能指标的物理意义，塑性变形对材料性能的影响。

重点与难点: 万能实验机的使用，及拉伸曲线分析；移位法测延伸率的方法。

实验部分对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3

## 五、建议教学进度

绪论：1 学时

第一章：材料的结构，10 学时

第二章：晶体缺陷，10 学时

第三章：纯金属的凝固，6 学时

第四章：二元相图，14 学时

第五章：材料的变形与断裂，10 学时

第六章：回复与再结晶，8 学时

第七章：扩散，5 学时

实验：1 金相显微镜的基本原理、金相试样制备与观察；2 铁碳合金平衡组织观察；3 金属材料的塑性变形与再结晶组织分析实验；4 金属材料静拉伸实验。共 16 学时

## 六、教学策略与方法

1.加强教师与学生的交流，形成“教师主动讲解”和“学生主动提问”的互动教学模式；让学生在在一定程度上能主导课程教学过程。

2.开放性问题讨论和适当的工业案例分析，让学生了解到本专业的复杂工程问题。开放性问题主要涉及到一些需要学生通过课外查找资料，进行综合分析的问题；工业案例可以引导学生讲学习到的理论知识灵活引用到实例的分析中去，能培养掌握解决复杂工程所需要的专业基础知识。

3. 实验前要求预习以熟悉实验步骤、设备、安全操作以及所需理论知识，采用多媒体课件和教师网上介绍加强学生对实验的认识，通过结果考核提高学生的课程目标的达成度。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课后作业，实验报告

## 八、成绩评定方法

本课程成绩评定方法为：

1. 平时成绩占总成绩 20%，主要为作业完成情况；
2. 期中考试占 20%，闭卷；
3. 期末考试占 40%，闭卷；
4. 课程实验占 20%，由实验报告成绩组成。
5. 本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	平时作业	期中考试	期末考试	实验报告	
学习目标 1	指标点 1.3	0.2	0.2	0.4	0.2	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.1	0.3	0.2	0.5	0	$\Sigma=1.0$

6. 强制达标线：期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

《材料科学基础》课程网站（自建）：

<http://cc.scu.edu.cn/G2S/Template/View.aspx?action=view&courseType=0&courseId=2743>

《材料科学基础（第三版）》，胡赓祥，上海交大出版社 2010 年

《材料科学基础》，陶杰，化学工业出版社 2006

《材料成型及控制工程专业实验教程》，郭智兴等，机械工业出版社，2017

《金属学与热处理（第二版）》，崔忠圻，机械工业出版社 2007

《Foundations of Materials Science and Engineering》, William F. Smith, Mc Graw Hill 2005

《机械工程材料》第三版, 西安交通大学 沈莲主编, 机械工业出版社 2007

## 材料智能成型

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料智能成型》教学大纲

课程名称	材料智能成型	Course name	Intelligent Material Forming
课程编号	302912030	Course code	302912030
课程类型	必修课	Course type	Compulsory
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling
开课学期	大三下学期	Course term	Junior
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	无	Textbooks	NONE
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Foundation of Material Science、
授课语言	中文	Teaching Language	CHINESE
开课院系	材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
授课教师	吴晓东	Teachers	Wu Xiaodong
大纲执笔人	吴晓东	Edited by	Wu Xiaodong
大纲审核人	孙兰	Inspected by	Sun Lan

### 一、课程简介

近年来，随着新型材料、高端制造等领域的飞速发展与不断革新，传统的材料加工与成型技术难以满足当代研发和生产的实际需求。探索基于现有专业改造升级的新方向和新领域，形成新的课程体系，将材料先进成型技术、材料智能成型技术等新兴技术纳入专业培养范畴，使得学生对材料加工成型的新技术与新理论有更加全面的了解，引导学生在整个材料学科领域进行思考和分析，并将材料科学与其他领域（包括机械工程、计算机科学、软件工程、电子电气、生物医学等）进行交叉、融合与创新，可为后期材料加工工程及成型技术研究奠定基础。

本课程主要以“材料智能成型”为核心，首先介绍目前主流的材料智能成型方法与技术体系，包括数字化材料成型、精密化材料成型、集成化与一体化材料成型等先进材料成型技术，对上述先进技术的基本原理、材料选择、加工工艺、相关装备等进行介绍。其次，开展对“材料智能成型”相关前沿技术与交叉领域进行学习和了解，包括材料成型智能设

计、材料成型智能监测与诊断、材料成型智能控制与管理等，形成对“材料智能成型”的整体认识。最后，以柔性可穿戴与医工交叉为案例，讲解“材料智能成型”的实际应用场景，形成更加形象和直观的认识和理解。

## 二、学习目标

课程学习目标如下：

1、能够了解目前主流的材料智能成型方法与技术体系，包括数字化材料成型、精密化材料成型、集成化与一体化材料成型等先进材料成型技术，对上述先进技术的基本原理、技术特点、材料选择、加工工艺、相关装备、应用领域等有基本的理解和掌握。

2、能够基本理解材料智能成型相关前沿技术与领域，包括材料成型智能设计、材料成型智能监测与诊断、材料成型智能控制与管理等，对材料智能成型的全过程具有整体性的认识，培养学生材料智能成型的工程化应用意识。

3、基于“材料智能成型”课程的学习，对柔性可穿戴、医工交叉等前沿领域有基本的了解。基于上述两个案例的学习，能够对材料智能成型相关知识进行拓展，能够对其他不同材料成型智能的场景进行分析和评价，通过小组讨论得到有效结论。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.2 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的工程基础知识；	学习目标 1
	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识；	
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	
(10) 沟通：针对材料成型与控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流	10.2 能够就工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈	学习目标 3

<p>流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>述发言、清晰表达或回应指令。</p>	
<p>(12) 终身学习：了解材料成型及控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。</p>	<p>12.1 具有自主学习的意识，能够针对材料成型及控制工程中的问题主动查阅文献资料并进行相关知识的学习。</p> <p>12.2 具有终身学习的意识，能够不断学习和适应材料成型及控制工程领域的科学技术发展。</p>	<p>学习目标 4</p>

#### 四、教学基本内容

本课程教学内容包括：

##### 第 1 章 概论—材料智能成型简介

1. 材料的功能与基本分类
2. 材料成型的作用、特点及目的
3. 材料成型方法分类与特点
4. 材料成型的未来发展趋势
5. 材料智能成型的缘起特征
6. 材料智能成型的应用和意义

**基本要求：**整体上了解和掌握材料的基本分类、传统材料成型工艺及其特点与应用、未来材料成型的要求与发展趋势、智能成型的缘起及典型特征等。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 2.3 和 12.1。

##### 第 2 章 材料成型之智能化工艺与技术体系

1. 材料数字化成型技术
  - 1.1. 数控加工成型
  - 1.2. 增材制造技术
2. 材料精密化成型技术
  - 2.1. 激光加工成型

- 2.2. 微纳加工技术
- 3. 材料复合化与一体化成型技术
  - 3.1. 材料复合化成型技术
  - 3.2. 材料一体化成型技术

**基本要求：**本章为重点学习内容，了解和掌握上述各类材料成型工艺的基本原理、加工工艺、典型设备、基本特点、应用范围等。对材料成型的数字化、精密化、复合化与一体化等特点具有基本认识与应用意识，并能对不同类型材料成型工艺进行分析、评价和运用。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1 和 2，支撑毕业要求指标点 1.2、1.3、2.1 和 2.3。

### 第 3 章 材料成型之智能化设计

- 1. 材料成型过程中的数字化设计
- 2. 材料成型过程中的计算与模拟

**基本要求：**基本了解材料成型过程中数字化设计概念、方法、原理等。基本了解材料成型过程中仿真模拟的定义、基本原理等，理解仿真模拟在实际工程问题中的应用。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2 和 4，支撑毕业要求指标点 2.3 和 12.2。

### 第 4 章 材料成型之智能化监测与诊断

- 1. 材料成型过程中的测量与监测
- 2. 材料成型过程中的智能预测

**基本要求：**基本了解材料成型过程中智能化测量与监测、智能化预测的基本原理、常用方法和典型特点，对材料成型的监测、诊断与预测全链条有初步的认识。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2 和 4，支撑毕业要求指标点 1.2 和 12.1。

### 第 5 章 材料成型之智能化控制与管理

- 1. 物联网技术在材料智能成型中的作用
- 2. 人工智能技术在材料智能成型中的作用
- 3. 虚拟现实与数字孪生在材料智能成型中的作用

**基本要求：**基本了解物联网技术、人工智能技术、虚拟现实技术与数字孪生技术的基本概念、实现原理及其对未来材料智能成型的重要影响。

### **毕业要求对应关系:**

本章学习内容对应学习目标 3 和 4，支撑毕业要求指标点 10.2 和 12.1。

## **第 6 章 材料成型之前沿应用分析**

1. 材料智能成型在柔性可穿戴技术中的应用
2. 材料智能成型在医工交叉领域中的应用

**基本要求:** 了解最近相关科技前沿，包括柔性可穿戴技术和医工交叉技术。理解和掌握材料智能成型技术在上述领域中的实际应用。

### **毕业要求对应关系:**

本章学习内容对应学习目标 2、3 和 4，支撑毕业要求指标点 2.3、10.2 和 12.1。

## **第 7 章 总论—材料智能成型的发展趋势与展望**

1. 现有材料智能成型技术体系的问题与不足之处
2. 材料智能成型的未来发展趋势与展望

**基本要求:** 了解当前智能成型技术体系的问题与不足之处，培养批判式思维与独立思考能力。了解未来智能成型技术的发展趋势与应用前景。

### **毕业要求对应关系:**

本章学习内容对应学习目标 4，支撑毕业要求指标点 12.1 和 12.2。

## **课堂之外的测试、考察与拓展**

### **➤ 平时作业与知识拓展**

在课堂学习基础上，对所讲内容和知识点进行深度消化和延伸拓展，形成更深层次的理解和认识。

对应学习目标1、2 和 4，支撑毕业要求指标点1.2、2.3 和 12.2。

### **➤ 案例分析（个人作业，分析报告）**

查阅文献，选取一种前沿技术，体现材料智能成型在该产品或技术中的关键性作用。

对应学习目标1、2 和 4，支撑毕业要求指标点1.2、2.3 和 12.2。

### **➤ 前沿探讨（小组作业，演讲+回答问题）**

围绕相关新型材料、高端制造、多学科交叉融合等主题，设计和讨论所学材料智能成型工艺及相关前沿技术在上述主题中特定应用场景的应用。

对应学习目标1、2、3 和 4，支撑毕业要求指标点1.2、2.3、10.2、12.2。

## 五、建议教学进度

第 1 章 概论—材料智能成型简介	学时数 3
第 2 章 材料成型之智能化工艺与技术体系	
1. 材料数字化成型技术	
1.1. 数控加工成型	学时数 8
1.2. 增材制造技术	学时数 9
2. 材料精密化成型技术	
2.1. 激光加工成型	学时数 9
2.2. 微纳加工技术	学时数 8
3. 材料复合化与一体化成型技术	学时数 4
第 3 章 材料成型之智能化设计	学时数 2
第 4 章 材料成型之智能化监测与诊断	学时数 1
第 5 章 材料成型之智能化控制与管理	学时数 1
第 6 章 材料成型之前沿应用分析	学时数 2
第 7 章 总论	学时数 1

## 六、教学策略与方法

1、阐述基本原理，理论联系实际，针对材料成型过程中的“智能化”培养学生分析和解决复杂工程问题的能力。

2、通过案例分析，深化理解材料智能成型技术在不同前沿领域中的实际应用，培养学生自主性学习和终身学习能力。

3、通过小组讨论，以特定实际应用场景为主题进行开放式讨论，培养学生对材料智能成型的系统性理解和整体掌握，培养学生的工程化应用意识。

## 七、考核方式

平时考勤，课堂回答问题，平时课后作业，案例分析，前沿探讨，期末闭卷笔试。

## 八、成绩评定方法

1、平时考勤+回答问题（ $\geq 2$ 次），共占总成绩的 10%；

2、平时作业与小测试（ $\geq 2$ 次），占总成绩的 20%；

- 3、课堂案例分析（分析报告）+前沿探讨（小组作业）（共 2 次），占总成绩的 25%；
- 4、期末考试，占总成绩的 45%。
- 5、强制达标线：期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。
6. 本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	单元测试与 课后作业	期末考试	
学习目标 1	指标点 1.2、1.3	0.55	0.45	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.1、2.3	0.55	0.45	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 10.2	1.0	0	$\Sigma=1.0$
学习目标 4	指标点 12.1、12.2	0.70	0.30	$\Sigma=1.0$

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 崔敏、魏敏等著，《材料成型工艺基础》，2020 年出版；
2. 樊自田等著，《先进材料成型技术与理论》，2006 年出版；
3. 柳百成、沈厚发等著，《21 世纪的材料成型加工技术与科学》，2003 年出版；
4. 葛新锋、张保生等著，《数控加工技术》，2016 年出版；
5. 王凌飞、张骛等著，《增材制造技术基础》，2021 年出版；
6. 曹凤国著，《现代机械制造技术丛书：激光加工》，2015 年出版；
7. 张德远等著，《微纳米制造技术及应用》，2015 年出版；
8. 邓朝晖，万林林，邓辉，张晓红，刘伟等著，《智能制造技术基础（第二版）》，2021 年出版；
9. 冯雪著，《柔性电子技术》，2021 年出版；
10. 《2022 北京医工交叉创新战略前沿技术十大趋势》，2021 年发布。

## 传感器与检测技术

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《传感器与检测技术》教学大纲

课程名称	传感器与检测技术	Course name	Sensors and Testing Technology
课程编号	302891010	Course code	302891010
课程类型	必修	Course type	compulsory course
适用专业	材料成型与控制工程	Audience	Material forming and control engineering
开课学期	3 秋	Course term	3 Autumn
学时/学分	16/1	Class hour /Credits	16/1
选用教材	《传感器与检测技术》周杏鹏主编	Textbooks	《Sensors and Testing Technology》 Xingpeng Zhou, Editor-in-Chief
先修课程	高等数学、大学物理	Prerequisite	Advanced mathematics、College physics
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of Mechanical Engineering
授课教师	刘文博	Teachers	Wenbo Liu
大纲执笔人	刘文博	Edited by	Wenbo Liu
大纲审核人	孙星	Inspected by	

### 一、课程简介

本课程主要对材料成型过程控制的常用传感器及检测技术的基本工作原理、应用范围及局限性进行介绍，分为三个部分：基础知识篇、传感器技术篇和检测技术篇。三部分既相互独立，又紧密衔接，有助于学生连贯、系统地学习及应用。

本课程注重理论紧密联系工程实践，突出应用。本课程总学时为 16 学时，其中课堂讲授 12 学时，实验教学 4 学时。注重培养本专业学生的实际工程应用能力和创新能力。

本课程主要内容包括传感器和检测技术的基础知识、电阻应变式传感器、温度检测技术、机械量（位移、力等）检测技术的基本原理及应用。

## 二、学习目标

- 1、熟悉材料成型过程控制常用的传感器与检测技术的基本原理、结构特征、关键参数、误差因素与特性及其在科学研究与工程技术领域的功用；
- 2、了解材料成型过程控制常用的传感器与检测技术的物理模型、测量电路原理、误差分析理论、信号处理及相关数学公式的推导；
- 3、熟悉材料成型过程控制常用的传感器与检测技术的发展现状及应用局限性，并在实际工作中能正确选择并使用本课程中讲授的检测技术进行材料成型及控制过程分析；

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 1
(5) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。	5.1 了解材料成型与控制工程学科发展现状，能够在实践中初步掌握并使用现代工程技术、方法和工具；	学习目标 3
(9) 个人和团队：能够认识到材料成型及控制工程领域的跨学科特征，能够在多学科背景下的团队中承担团队成员以及负责人的职责。	9.1 能够认识到材料成型与控制工程方面复杂工程问题的解决涉及多学科的应用；	学习目标 2

## 四、教学基本内容

### 第一篇 基础知识篇

#### 第 1 章 绪论

教学内容：传感器与检测技术的定义与作用（传感器的定义、检测的定义、传感器与检测系统的地位与作用）；检测系统的组成；传感器与检测系统的分类（传感器的分类、检测系统的分类）；传感器与检测系统的发展趋势（传感器的发展方向、检测技术的发展趋势）

重点：传感器与检测系统的定义与组成；传感器与检测系统的分类

难点：传感器与检测系统的分类

此部分对应毕业要求指标点 5.1 和学习目标 3。

#### 第 2 章 检测技术基础知识

教学内容：检测系统误差分析基础（误差的基本概念、误差的表示方法、检测仪器的精度等级与工作误差、测量误差的分类）；系统误差处理（系统误差的特点及常见变化规律、系统误差的判别和确定、减小和消除系统误差的方法）；随机误差处理（随机误差的分布规律、测量数据的随机误差估计）；粗大误差处理；测量不确定度的评定（不确定度的评定、测量结果的表示和处理方法）；传感器与检测系统的可靠性

重点：检测系统误差分析基础，包括误差的基本概念、误差的表示方法、检测仪器的精度等级与工作误差、测量误差的分类；系统误差、随机误差和粗大误差的处理方法；测量不确定度的评定，包括主要术语、不确定度的评定、测量结果的表示和处理方法；传感器与检测系统的可靠性

难点：系统误差、随机误差和粗大误差的处理方法；测量不确定度的评定

此部分对应毕业要求指标点 2.1、9.1 和学习目标 1、2。

### 第二篇 传感器技术篇

#### 第 3 章 电阻应变式传感器

教学内容：电阻应变式传感器的工作原理（金属材料的应变电阻效应、半导体材料的应变电阻效应）、结构与类型（电阻应变计的结构、类型、材料、选用与黏贴）、主要特性（静态特性、动态特性）、温度效应及其补偿（温度效应、电阻应变片的温度补偿）、电桥测量电路（应变电桥、直流电桥、交流电桥、电阻应变片式传感器及其应用）

重点：电阻应变式传感器的工作原理、结构特性和温度补偿方法

难点：电阻应变式传感器的工作原理和温度补偿方法

此部分对应毕业要求指标点 2.1、5.1、9.1 和学习目标 1、2、3。

### 第三章 检测技术篇

#### 第 4 章 温度检测技术

教学内容：温标（经验温标、热力学温标、绝对气体温标、国际实用温标）、测温方法分类及其特点；膨胀式温度计及应用特点（压力温度计、双金属温度计）、热电阻测温技术（铂电阻测温、铜电阻和热敏电阻测温）、热电偶测温技术（测温原理、热电偶分类及特性、热电偶结构、温度测量）

重点：温标和测温方法的分类和特点；膨胀式温度计、热电阻和热电偶测温原理和技术方法

难点：热电阻测温原理和技术方法；热电偶测温原理和技术方法

此部分对应毕业要求指标点 2.1、5.1 和学习目标 1、3。

#### 第 5 章 机械量检测技术

教学内容：位移检测方法（测量速度积分法、回波法、线位移和角位移转换法、物理参数法）、线位移检测（电位器式位移检测装置、光栅式位移检测装置、感应同步器等）、力的测量方法、测力计（应变和压磁式）、转矩的基本概念、传递法转矩测量（应变式、压磁式、扭转角式）

重点：位移检测，包括位移检测方法（测量速度积分法、回波法、线位移和角位移转换法、物理参数法）和线位移检测（电位器式位移检测装置、光栅式位移检测装置、感应同步器等）；力和转矩检测，包括力的检测（力的测量方法、测力计（应变和压磁式））和转矩测量（传递法转矩测量）

难点：线位移检测装置的基本原理和检测方法；典型测力计的基本原理和检测方法

此部分对应毕业要求指标点 2.1、5.1 和学习目标 1、3。

### 第四篇 实验教学篇

#### 实验一：热电偶测温及其校验

教学内容：安全教育；热电偶的选取和测温原理讲解；热电偶测温数据的采集；温度补偿的实现；判别目前电阻炉的数显表是否合格（以一例进行方法讲解，学生课后需对其实验数据进行具体分析，并完成实验报告）

重点：热电偶测温的基本原理、测温方法、温度补偿方式和电阻炉数显表的校验

难点：热电偶测温的基本原理和温度补偿方式

此部分对应毕业要求指标点 5.1 和学习目标 3。

#### 实验二：机械杠杆和轮辐式测力计测力

教学内容：安全教育；机械杠杆和轮辐式测力计测力原理讲解；机械杠杆和轮辐式测力计测力数据的采集和记录；机械杠杆和轮辐式测力计测力数据的处理并绘制力-位移曲线，判断是否符合标准（以一例进行方法讲解，学生课后需对其实验数据进行具体分析，并完成实验报告）

重点：机械杠杆和轮辐式测力计测力的基本原理、测力方法、优缺点和测量精度；使用机械杠杆和砝码测力；使用万能拉伸试验机测量力-位移曲线

难点：机械杠杆和轮辐式测力计测力的基本原理、测力方法

此部分对应毕业要求指标点 5.1 和学习目标 3。

## 五、建议教学进度

### 1、基础知识篇，6 学时

绪论 2 学时

检测技术基础知识 4 学时

### 2、传感器技术篇，2 学时

电阻应变式传感器 2 学时

### 3、检测技术篇，4 学时

温度检测技术 2 学时

机械量检测技术 2 学时

### 4、实验教学篇，4 学时

实验一：热电偶测温及其校验 2 学时

实验二：机械杠杆和轮辐式测力计测力 2 学时

## 六、教学策略与方法

1、采用多媒体课件与板书相结合的教学方式，阐明基本原理和方法，理论联系实际，在学生掌握基础理论知识的同时培养应用能力与创新能力；

2、采用课堂讲授与实验教学相结合的方式，其中课堂讲授 12 学时，实验教学 4 学时，共 16 学时，培养学生分析和解决复杂工程问题的能力。

## 七、考核方式

课程报告，PPT 汇报，课程作业，实验、考勤

## 八、成绩评定方法（按照学校要求平时考核比例占 50%）

总成绩=（课程报告+PPT 汇报）×50%+课程作业成绩×15%+实验成绩×20%+课堂表现成绩×15%

### 九、本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重

课程学习目标	毕业要求指标点	平时作业1	平时作业2	平时作业3	实验1	实验2	课堂表现	期末考核		
								PPT汇报	课程报告	
学习目标1	指标点 2.1	0.15	0.10	0.10	/	/	0.15	0.25	0.25	$\Sigma=1.0$
学习目标2	指标点 9.1	0.20	0.15	/	/	/	0.15	0.25	0.25	$\Sigma=1.0$
学习目标3	指标点 5.1	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.15	0.25	0.25	$\Sigma=1.0$

### 十、强制达标线

（课程报告+PPT汇报）成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

### 十一、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1、《传感器与检测技术》 胡向东等编 机械工业出版社（2016）
- 2、自编《热电偶测温及其校验》实验指导书
- 3、自编《机械杠杆和轮辐式测力计测力》实验指导书

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《工程材料学（双语）》教学大纲

课程名称	工程材料学（双语）	Course name	Engineering Materials
课程编号	302046030	Course code	302046030
课程类型	必修课	Course type	Compulsory
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling
开课学期	大三上学期	Course term	Junior
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	工程材料学	Textbooks	
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Foundation of Material Science
授课语言	中文、英文	Teaching Language	CHINESE 、 ENGLISH
开课院系	材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
授课教师	孙兰	Teachers	SUN LAN
大纲执笔人	孙兰	Edited by	SUN LAN
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、课程简介

本课程是材料成型与控制工程专业必修的专业技术基础课。本课程的基本教学要求是：重点阐述工程材料的性能与其组织结构之间的联系；说明如何通过工艺手段改变材料的组织结构；介绍常用工程材料及其应用等基本知识；为工程结构、机械零件的设计和制造提供合理选用材料的方法。本课程的任务是：使学生获得有关工程材料的基本理论和基本知识；掌握常用工程材料成分—组织—性能—应用之间关系的一般规律；熟悉常用工程材料的生产工艺过程；具有根据机械零件的服役条件和失效形式，合理选用工程材料、正确设计热处理方案的初步能力。通过以上内容的学习，培养学生解决工程材料相关的复杂工程问题。

#### 二、学习目标

课程学习目标如下：

- 4、掌握工程材料的基本知识，尤其是钢的合金化基础、合金元素的作用，不同类型的

钢的成分、组成、性能，以及相应的热处理工艺；

5、能选择、分析或设计合适的工程材料及相应的制备工艺，用于解决材料成型过程的复杂工程问题；

6、能够通过课程实验，运用课程基础知识对工程材料成分—组织—性能之间的关系进行分析，获得合理结论。

### 三、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识；	学习目标 1
	1.4 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决材料成型领域的复杂工程问题。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	
(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。	4.3 通过设计和实施实验，获取、分析和解释数据，并得出合理有效的结论	学习目标 3

### 四、教学基本内容

本课程教学内容包括：

#### 绪论

介绍课程的重要意义，性质，任务，内容，特点，学习要求和方法。

材料发展与社会进步；生产发展对材料性能提出的要求；材料性能与化学成分和组织结构的关系。

要求学生：学习本课程时，告诉学生密切联系生活实际，分析材料的失效形式，进而考虑其基本的性能要求，如何达到这种性能并根据一定原则选用材料的思路来思考问题。

## 第一章 钢的合金化基础

钢中合金元素及其分类依据；合金元素与 Fe 和 C 的相互作用及其对 A 层错能的影响；钢的强化机制；改善钢的塑性和韧性的基本途径；合金元素对钢相变的影响；钢的冶金质量。

教学重点：钢的强化机制；改善钢的塑性和韧性的基本途径；合金元素对钢相变的影响；钢中合金元素及其分类依据、在钢中的存在形式；合金元素与 Fe 和 C 的相互作用及其对 A 层错能的影响。

教学难点：合金元素与 Fe 和 C 的相互作用及其对 A 层错能的影响；改善钢的塑性和韧性的基本途径；合金元素对钢相变的影响

### 要求学生：

- 1、注意本课程的工程性、实用性与过去所学理论课程有很大不同；
- 2、钢的合金化的一些基本知识，如钢的强化机制、合金元素的作用等；
- 3、结合本课程的学习，复习材料科学基础已经学过的知识；

作业：钢的热处理工艺总结、外文翻译

单元测试：钢的合金化的基础知识测试

本章学习内容对应学习目标1、2、4，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第二章 构件用钢

构件用钢的力学性能特点；构件用钢的工艺性能；构件用钢耐大气腐蚀性能；碳素构件用钢；普通低合金构件用钢；进一步提高普低钢力学性能的途径

教学重点：1 构件用钢的力学性能特点 2 构件用钢的工艺性能 3 构件用钢的化学成分

教学难点：构件用钢的力学性能特点

要求学生：认识构件用钢的力学性能特点和工艺性能、掌握构件用钢基本的化学成分

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第三章 机器零件用钢

调质钢、弹簧钢、渗碳钢、滚动轴承钢、特殊用途钢

教学重点：1 机器零件用钢以力学性能为主，工艺性能为辅 2 调质钢、弹簧钢、渗碳钢、轴承钢的合金化及热处理工艺及最终的组织

教学难点：各种钢的热处理工艺与性能的关系

要求学生：掌握不同类型的钢种的性能要求、基本化学成分组织结构、主要的制备工艺，特别是热处理工艺，并进一步理解材料的性能-组织-成分之间的关系。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1。

## 第四章 工具钢

刀具用钢、合金刀具钢、高速钢、模具用钢、量具用钢

教学重点：工具钢的分类，刀具钢的特点和用途、合金化及热处理及热处理后的组织

教学难点：刀具钢的钢种衍变。

**要求学生：**掌握不同类型的钢种特别是高速钢的性能要求、基本化学成分组织结构、主要的制备工艺，并进一步理解材料的性能-组织-成分之间的关系。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第五章 不锈钢

金属腐蚀过程类型、不锈钢的合金化原理、不锈钢的种类和特点。

教学重点：1 不锈钢的合金化原理 2 不锈钢的种类和特点，特别是奥氏体不锈钢的热处理及耐蚀性能

教学难点：1 不锈钢的合金化原理 2 不锈钢的种类和特点

**要求学生：**掌握不同类型的锈钢钢种特别是奥氏体不锈钢的性能要求、基本化学成分组织结构、主要的制备工艺。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第六章 耐热钢及高温合金

钢的热稳定性和热稳定钢、金属的热强性、 $\alpha$ -Fe 基热强钢、 $\gamma$ -Fe 基热强钢

教学重点：钢的热稳定性和热稳定钢的合金化及常见的钢种；钢的热强性和热强钢的合金化及常见的钢种

教学难点：金属的热强性

**要求学生：**掌握高温时材料的性能要求，耐热钢合金化元素的作用，组织结构、性能特点。

作业：不同类型的工程材料的外文翻译

单元测试：不同种类的钢的基础知识测试

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第七章 铸铁

铸铁的特点和分类、铸铁的结晶、石墨化，灰铸铁、提高铸铁性能的途径、可锻铸铁、铸铁的热处理

教学重点：灰铸铁、提高铸铁性能的途径、铸铁的热处理

教学难点：铸铁的结晶、石墨化

**要求学生：**掌握灰铸铁、球铁及可锻铸铁的性能用途及改善性能的途径，了解合金铸铁的性能特点

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第八章 有色金属及其合金

铝及铝合金、镁及镁合金、铜及铜合金、钛及钛合金

教学重点：铝及铝合金、铜及铜合金中的合金化、热处理及强化机制

教学难点：铝合金的热处理

**要求学生：**掌握铝及铝合金、铜及铜合金的合金化

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

## 第九章 金属材料的加工工艺性能

金属材料的铸造性能、锻造性能、焊接性能、可切削性能、热处理工艺性能

**要求学生：**掌握不同类型的钢种的各项加工工艺性能

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

### 课堂讨论课

针对大型工程结构材料实际应用中的具体实例，讨论材料的成分、制备工艺、性能特点及常见的失效形式以及解决的措施等问题。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、1.4、2.1、2.3。

### 课程实验

实验一 合金钢的显微组织观察 学会识别几种典型合金钢的显微组织。

实验二 铸铁的显微组织分析：（1）观察铸铁中石墨的形状、大小和分布情况；（2）识别各种铸铁的基本组织；

实验三 有色金属材料的微观组织观察：掌握铝硅合金、铜合金、锌合金、镁合金、轴承合金的显微组织特征，并结合性能进行分析。

本章学习内容对应学习目标3，支撑毕业要求指标点4.3。

## 五、建议教学进度

绪论	学时数 3
第二章 钢的合金化基础	学时数 8
第二章 构件用钢	学时数 4
第三章 机器零件用钢	学时数 4
第四章 工具钢	学时数 5
第五章 不锈钢	学时数 4
第六章 耐热钢及高温合金	学时数 3
第七章 铸铁	学时数 5
第八章 有色金属及其合金	学时数 6
第九章 金属材料的加工工艺性能	学时数 2
课程实验一、二	学时数 2

## 七、教学策略与方法

1、阐述基本原理，理论联系实际，针对材料的失效形式培养学生解决复杂工程问题问题的能力。

2、通过案例分析，小组讨论，强调材料-成分-性能之间的关系，并能用于解决工程问题中。

3、针对所讲授的工程材料，学生分组制作 ppt 课堂分享，需要包括的内容有材料应用、成分、组织、性能及成本等方面的内容，理论教学与实践相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

闭卷笔试，作业，课程练习，课程小测验、课程实验

## 八、成绩评定方法

本课程成绩评定方法为：

- 1、课程实验占总成绩的 15%；
- 2、课后作业、课堂测验占总成绩的 40%；
- 3、期末考试，占总成绩的 45%。
- 4、本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	作业	单元测试	课程实验	期末考试	总和
学习目标 1	指标点 1.3、1.4	0.2	0.2		0.6	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.1、2.3		0.4		0.6	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 4.3			1		$\Sigma=1.0$

- 5、期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

## 十、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

教材名称：工程材料学（修订版），作者：王晓敏，出版社：哈尔滨工业大学出版社

本课程主要参考资料包括：

Engineering Materials ( Vol. One, 2nd Edition ), R. L. Timings, 世界图书出版公司, 2000 年 6 月

机械工程材料（第 1 版）沈莲 机械工业出版社（1999 年 5 月）

Selection and Use of Engineering Materials ( 3rd Edition ) J. A. Charles, F. A. A. Crane, J. A. G. Funness 世界图书出版公司（2000 年 6 月）

## 模具设计与制造

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《模具设计与制造》教学大纲

课程名称	模具设计与制造	Course name	Stamping process and die design
课程编号	302892020	Course code	302892020
课程类型	必修课	Course type	required course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Junior
开课学期	大三秋季	Course term	Juniorautumn
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	金属冲压成形工艺与模具设计(第二版)	Textbooks	Metal stamping process and die design
先修课程	材料力学、塑性成形工程、材料科学基础	Prerequisite	Mechanics of materials, Plastic forming Engineering, Fundamentals of Materials Science
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of manufacturing science and Engineering
授课教师	曹建国	Teachers	Cao Jianguo
大纲执笔人	曹建国	Edited by	Cao Jianguo
大纲审核人	孙星	Inspected by	

### 一、课程简介

冲压成形工艺及模具设计是一门面向材料成型及控制工程专业开设的研究关于批量金属板料产品成形模具设计和成形工艺共性问题的工程技术基础课，课程的综合性、工程性、创新性都比较强，是材料成型及控制工程专业教学计划中的主干课程之一，也是培养材料成型及控制工程专业管理工程师的必修课。其目的在于培养学生掌握常规金属板料零部件成形模具设计的方法和成形工艺分析的一般知识；了解模具工业有关技术经济政策，树立正确的设计思想和创新意识，培养模具设计的创新能力；具有模具设计和工艺分析的基本能力；具

有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关设计技术资料的能力。为后继专业课程学习和今后从事模具设计、制造工作打下坚实的基础。

## 二、 学习目标

1.能够利用所学知识和查阅相关技术资料文献分析材料成型过程，对材料成型的工艺过程进行方案设计，预测材料成型的缺陷，优化成形过程，并能够确定材料成型关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达；

2.能够基于材料成型与控制工程领域的科学原理与专业知识，分析和解决材料成型与控制工程领域的较为复杂工程问题；能够从事材料成型产品的设计、制造、技术开发、应用研究等工作；

3.能够结合设计题目的工程应用背景，结合课程所学的技术经济知识，用于完成设计任务。

4.能够认识模具设计对经济和社会发展的影响，理解模具设计活动中的技术经济评价与工程管理原理，能够在材料学、机械设计及制造、经济管理、环境保护等多学科交叉条件下，对模具设计及其制造过程的安全、环保等特性进行评价；

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 1
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 2

<p>(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。</p>	<p>4.1 能够基于科学原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺过程进行方案设计；</p>	<p>学习目标 3</p>
<p>(9) 个人和团队：能够认识到材料成型及控制工程领域的跨学科特征，能够在多学科背景下的团队中承担团队成员以及负责人的职责。</p>	<p>9.1 能够认识到材料成型与控制工程方面复杂工程问题的解决涉及多学科的应用；</p>	<p>学习目标 4</p>

#### 四、教学基本内容

##### 第 1 章 绪论

介绍课程的重要意义，性质，任务，内容，特点，学习要求和方法。

**要求学生：**学习本课程时，用“一个机械设计师”的标准来要求自己 and 思考问题。

##### 第 2 章 冲裁工艺与模具设计

本章是本课程的重点章。在分析冲裁变形过程及冲裁件质量影响因素的基础上，介绍冲裁工艺计算、工艺方案制定和冲裁模设计。涉及冲裁变形过程分析、冲裁件质量及影响因素、间隙确定、刃口尺寸计算原则和方法、排样设计、冲裁力与压力中心计算、冲裁工艺性分析与工艺方案制定、冲裁典型结构、零部件设计及模具标准应用、冲裁模设计方法与步骤等。

**要求学生：**

1. 了解冲裁变形规律、冲裁件质量及影响因素；
2. 掌握冲裁模间隙确定、刃口尺寸计算、排样设计、冲裁力计算等设计计算方法。
3. 掌握冲裁工艺性分析与工艺设计方法；
4. 认识冲裁模典型结构（尤其是级进模和复合模）及特点，了解模具标准，掌握模具零部件设计及模具标准应用方法；
5. 掌握冲裁工艺与冲裁模设计的方法和步骤

**重点：**模具刃口尺寸的计算，理解冲裁的变形过程并能够据此分析冲裁件的质量缺陷产生的原因及控制这些缺陷的措施。

**难点：**冲压模具配合加工刃口尺寸的计算和加工精度的确定，典型冲裁模的结构。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

##### 第 3 章 弯曲工艺与模具设计

在分析弯曲变形过程及弯曲件质量影响因素的基础上，介绍弯曲工艺计算、工艺方案制定和弯曲模设计。涉及弯曲变形过程分析、弯曲半径及最小弯曲半径影响因素、弯曲卸载

后的回弹及影响因素、减少回弹的措施、坯料尺寸计算、工艺性分析与工艺方案确定、弯曲模典型结构、弯曲模工作零件设计等。

**要求学生：**

- 1.了解弯曲变形规律及弯曲件质量影响因素；
- 2.掌握弯曲工艺计算方法。
- 3.掌握弯曲工艺性分析与工艺设计方法；
- 4.认识弯曲模典型结构及特点，掌握弯曲模工作零件设计方法；
- 5.掌握弯曲工艺与弯曲模设计的方法和步骤。

重点：宽窄板弯曲的应力应变分析。

难点：如何根据宽窄板的应力应变分析，理解弯曲缺陷产生的原因及控制这些弯曲缺陷的措施。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

**第4章 拉深工艺及模具设计**

在分析拉深变形过程及拉深件质量影响因素的基础上，介绍拉深工艺计算、工艺方案制定和拉深模设计。涉及拉深变形过程分析、拉深件质量分析、拉深系数及最小拉深系数影响因素、圆筒形件的工艺计算、其它形状零件的拉深变形特点、拉深工艺性分析与工艺方案确定、拉深模典型结构、拉深模工作零件设计、辅助工序等。

**要求学生：**

- 1.了解拉深变形规律及拉深件质量影响因素；
- 2.掌握拉深工艺计算方法。
- 3.掌握拉深工艺性分析与工艺设计方法；
- 4.认识拉深模典型结构及特点，掌握拉深模工作零件设计方法；
- 5.掌握拉深工艺与拉深模设计的方法和步骤。

重点：圆筒形件拉深的应力应变分析。

难点：如何根据圆筒形件拉深的应力应变分析理解拉深过程中容易产生的缺陷，以及控制这些拉深缺陷的原因。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

**第5章其他成形工艺及模具设计**

在掌握冲裁、弯曲、拉深成形工艺与模具设计的基础之上，本章介绍其它成形工艺特点和模具结构特点。涉及胀形、翻边、缩口、校形等成形工序的变形特点、工艺与模具设计特点。

**要求学生：**

- 1.了解胀形、翻边、缩口、校形等工序的变形特点；
- 2.了解胀形模、翻边模、缩口模、校形模的结构特点。

重点：掌握其他成形的工艺及影响其成形缺陷的工艺参数。

难点：理解胀形与拉深的区别，翻边与拉深的区别。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

## 第6章 多工位级进模的成形工艺及模具设计

多工位级进模是高效率、高精度、高寿命的冲压模具，本章介绍多工位级进模有别于普通冲模的工作特点、结构特点和设计特点。

**要求学生：**

- 1.了解常见多工位级进模的工作原理和结构特点；
- 2.掌握多工位级进模的工步设计、排样设计；
- 3.了解多工位级进模零部件设计特点。

重点：多工位级进模的排样。

难点：多工位级进模的结构，包括导料装置、送料装置、卸料装置、定位定距装置等

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

## 第7章 汽车覆盖件成形工艺及模具设计

掌握汽车覆盖件不仅是汽车上的装饰性零件，也是功能性零件。作为装饰性零件，汽车覆盖件的设计决定了车身造型风格及汽车的市场定位；作为功能性零件，汽车覆盖件对汽车的碰撞安全、振动噪音等性能有关键性影响，同时汽车覆盖件的成本在整车成本中所占比例高达75%以上。

**要求学生：**

- 1.掌握汽车覆盖件拉深工艺设计的依据和覆盖件拉深工艺的特点；
- 2.掌握覆盖件在确定拉深方向时应考虑的原则；
- 3.覆盖件拉深成形中的压料面应满足的要求；
- 4.在覆盖件拉深成形过程中，拉延筋的作用及如何进行布置；
- 5.覆盖件成形过程中主要会出现的缺陷及如何防止出现这些缺陷；
- 6.覆盖件拉深模的结构设计过程中应该注意问题。

重点：汽车覆盖件的工艺措施。

难点：汽车覆盖件缺陷控制措施。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4，支撑毕业要求指标点2.1、2.3、4.1和9.1。

## 五、建议教学进度

第 1 章 绪论	学时数 2
第 2 章 冲裁工艺与模具设计	学时数 12
第 3 章 弯曲工艺与模具设计	学时数 4
第 4 章 拉深工艺及模具设计	学时数 4
第 5 章 其他成形工艺及模具设计	学时数 2
第 6 章 多工位级进模的成形工艺及模具设计	学时数 2
第 7 章 汽车覆盖件成形工艺及模具设计	学时数 2
实验学时	学时数 4

## 六、教学策略与方法

- 1、阐述基本原理，理论联系实际，培养学生的工程应用和模具设计能力。
- 2、采用多媒体课件、学习交流平台、讨论与教学相结合进行教学。
- 3、通过案例分析，分组讨论，培养学生的合作意识和团队精神。
- 4、理论教学与实践课程相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

闭卷笔试，实验报告、平时作业，课程表现、考勤

## 八、成绩评定方法

- 1、平时成绩：考勤和课程表现 10%，平时作业 20%，实验报告 20%，共计 50%，期末闭卷：50%。
- 2、强制达标线设定为 45 分，即期末考试卷面成绩低于 45 分则判定本门课程不及格。
- 3、考试题出题原则：重理解，重运用，重分析和解决问题能力的考察。

本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	作业	实验	考勤	期末考试	
学习目标 1	指标点 2.1	0.20	0.20	0.10	0.5	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.3	0.20	0.20	0.10	0.5	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 4.1	0.20	0.20	0.10	0.5	$\Sigma=1.0$
学习目标 4	指标点 9.1	0.20	0.20	0.10	0.5	$\Sigma=1.0$

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1.王孝培 主编. 冲压手册[M]. 北京：机械工业出版社，2005.
- 2.姜奎华 主编. 冲压工艺与模具设计[M]. 北京：机械工业出版社，2007.

- 3.翁其金, 徐新成主编. 冲压工艺及模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- 4.陈文琳. 金属板料成形工艺与模具设计[M]北京:机械工业出版社, 2012.
- 5.模具实用技术丛书编委会.冲模设计应用实例[M].北京:机械工业出版社, 2005.
- 6.肖景容, 姜奎华. 冲压工艺学[M]. 北京:机械工业出版社, 1992.
- 7.李硕本.冲压工艺学[M]. 北京:机械工业出版社,1988.
- 8.卢险峰.冲压工艺模具学[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- 9.薛启翔.冲压模具设计制造难点与窍门[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- 10.涂光祺.精冲技术[M]. 北京:机械工业出版社,2006.

## 四川大学机械工程学院本科课程 《工业企业管理》教学大纲

课程编号:	302053020	课程类型:	必修课
Course Code:	302053020	Course Type:	Compulsory
课程名称:	工业企业管理	授课对象:	本科三年级学
Course Name:	Industrial Enterprise Management	Audience:	生 The seniors
考核方式:	平时成绩、期末开卷考试	学时/学分:	32/2
Grading:	Usual Grade, and Final Test	Credit	32/2
		Hours/Credits	
选用教材:	详见教学参考书与其他相关教学资源	授课语言:	中文
Textbooks & Other	For details, see teaching reference books and other teaching resources	Language of Instruction	Chinese Mandarin
Materials:			
先修课程:	无	开课院系:	材料成型系
Prerequisite:	N/A	Course offered by:	Material forming Eng.
适用专业:	材料成型及控制工程专业	授课教师:	熊 计
Intended for:	Material Forming and Control		
大纲执笔人:	熊 计	大纲审核人:	孙 兰
Edited by:	Xiong Ji	Inspected by:	Sun Lan

### 一、课程简介

本课程是针对非管理专业学生，通过学习管理的理论与方法，使他们能够顺利地与企业的专业管理人员进行沟通，达成共识，并能够在技术活动中主动地运用管理科学的原理与方法，进而成为工程技术方面的管理者。

本课程全面地介绍现代管理科学的基本理论与方法和现代最前沿的观点包括

什么是企业、管理的基础与职能、人力资源管理、生产运作管理、企业营销管理、质量管理、物流管理、企业财务管理等内容。

## 二、学习目标

通过本课程的理论教学和实验训练，使学生具备下列能力：

1、能够掌握现代企业管理的基本原理、基本方法，以及企业与企业组织、管理与企业管理、企业管理环境等现代企业管理的基本内容，获得企业管理的基本思想，增强企业管理的基本意识，了解企业管理人员的基本素质；

2、能够掌握企业与企业组织、管理与企业管理、企业管理环境等现代企业管理的基本内容，初步掌握营销管理、技术创新管理、生产运营管理、战略管理等企业管理的基本概念、理论和方法，学习利用这些理论、方法分析研究企业工程技术方案与经济评价等问题；

3、掌握将管理方面的知识 with 专业知识联系起来，并运用工业企业管理的知识来指导本专业学习和工作的方法，做到学以致用。

4、通过工业企业管理知识和方法的学习，能够认识自身知识结构的缺陷和知识容量的不足，并掌握通过四川大学图书馆查阅中外文献的方法，具备适应社会、自主学习、终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

## 三、学习目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(11) 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。	11.1 能够理解并掌握工程管理原理与经济决策方法；理解材料成型与控制工程活动中涉及的重要经济与管理因素；	学习目标 1

<p>(11) 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。</p>	<p>11.2 具有在多学科环境中应用工程管理和经济决策知识的能力。</p>	<p>学习目标 2</p>
<p>(12) 终身学习：了解材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。</p>	<p>12.1 具有自主学习的意识，能够针对材料成型及控制工程中的问题主动查阅文献资料并进行相关知识的学习。</p>	<p>学习目标 3</p>

#### 四、 教学基本内容

企业管理是指企业管理者根据企业的特性及其生产经营规律，按照市场反映出来的社会需求，对企业的生产经营活动和各种要素，进行计划、组织、协调和控制等，以实现企业预定目标的过程。这个定义包含了企业管理的主体、客体、方式及目的。

(1) 企业管理的主体。管理者是企业管理的主体，管理者包括企业的高层领导、中层领导和基层领导在内的参与管理的人。

(2) 企业管理的客体。企业管理的客体即企业管理的对象，它包括企业的生产经营活动过程以及入项本物、信息等要素的合理使用。

(3) 企业管理的方式。企业管理是管理者通过计划、组织、协调和控制等一系列管理职能进行的。

(4) 企业管理的目的。企业管理的目的就是合理利用各种要素（人、财、物、信息）实现企业预定的目标过程。企业管理的成败，企业管理是否有效，都要依其是否有助于完成企业目标来确定。

#### 教学计划和课程简介（1 学时）

#### 第一章 企业概述（3 学时）

##### 1.1 企业简介

企业的概念及性质；现代企业的特征；现代企业类型；企业的目标与责任。

##### 1.2 企业内部的系统结构与组织结构

企业内部的系统及功能；企业组织结构设计的原则及常见的结构类型。

##### 1.3 现代企业制度

现代企业制度的含义与特征；现代企业制度的基本内容。

#### 1.4 现代企业组织形式

有限责任公司；股份有限公司；国有独资公司；企业集团。

基本要求：

要求学生能够认识企业的概念和性质；了解企业的类别，懂得现代企业和传统企业的区别、现代企业制度。

重点和难点：

能够区分现代企业的不同类型，理解企业管理的基本职能及其具体内容

讲解工业企业管理课程与材料成型及控制工程专业的关联，以及如何将管理方面的知识与专业知识联系起来，并运用工业企业管理的知识来指导我们本专业的学习和工作。

课下网上学习四川大学图书馆查阅中文、外文文献的方法，帮助学生养成自主查阅文献的能力以及自主学习的意识，通过查阅文献能够了解工业企业管理以及材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，有不断学习和适应发展的能力。

毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 11.1，11.2。

### 第二章 企业管理概述（3 学时）

#### 2.1 企业管理简介

企业管理的概念和特征；企业管理的性质和职能；现代企业管理的研究对象。管理的职能中决策、计划、组织的能力对于本专业的学习和工作同样重要，当我们运用材料成型知识设计实验或者控制工艺时，能提前做好决策，并有计划、有组织的做事时，一定能达到事半功倍的效果。

#### 2.2 企业管理的基本原理

系统原理；人本原理；效益原理；创新原理。

#### 2.3 现代企业管理的研究

研究方法；研究的重要性。

基本要求：

要求学生能够认识企业及企业管理的基本概念和公司组织结构，掌握企业管理的基本职能和管理者的素质；

重点和难点：

企业管理的基本职能及其具体内容

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 11.1，11.2。

### **第三章 营销管理（4 学时）**

#### **3.1 市场营销理论的发展**

市场营销管理的相关概念；营销管理理念的演进。

#### **3.2 市场营销战略**

市场营销战略的主要内容；市场细分；目标市场的选择；市场定位。

#### **3.3 市场营销策略**

产品策略；价格策略；营销渠道策略；促销策略。

#### **3.4 营销控制**

营销控制的概念与类型；营销控制的步骤；营销控制的方法。

基本要求：

能够掌握市场营销的核心概念，理解并运用常用的市场营销方法开展市场营销的关键工作内容；

重点和难点：

市场营销的方法。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 11.1。

### **学生展示课程（2 学时）**

老师引导学生运用管理知识分组进行案例分析，并自主查阅与企业管理相关的书籍或者文献制作相关 PPT 进行展示。PPT 内容与工业企业管理相关，将课程学习的内容运用到材料成型及控制工程领域的问题中，通过具体案例分析解决具体问题。

本次学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 12.1。

### **第四章 生产运作管理（4 学时）**

#### **4.1 生产运作管理概述**

生产运作管理的含义；生产类型。生产运作管理包括现场 5S 管理与各种先进生产方式整理、整顿、清扫、清洁、素养（5S）；精益生产；绿色制造；敏捷制造；大规模定制。材料的纯度对产品的影响非常大，例如，如果材料里面含有杂质，那么生产得到的产品的质量就会受到很大的影响。另一方面，材料成型的过程中，比如铸造工艺过程，会对环境产生一定的污染，要符合绿色制造的理念，就必须要对生产现场进行管理，这个知识点的

学习对指导我们本专业的学习和工作是很有意义的。

#### 4.2 生产过程的组织

生产过程；合理组织生产过程的基本要求；生产过程的空间组织；生产过程的时间组织。

#### 4.3 企业生产计划与控制

生产能力的核定；生产计划的确定；生产作业计划的概念；生产运作系统的改进。这个知识点也可以运用到本专业学习中，材料进行成型之后就变成了产品，企业在开发新产品时，要充分考虑到新产品开发的特点和难度，并且企业要有一个明确的生产计划，那么就要运用这个知识点来帮助我们解决问题。

基本要求：

能够掌握企业运营系统的组织和生产流程，认识和理解企业运营计划的体系和各种计划关系，了解现代先进运营管理的思想和软件工具。

重点和难点：

运营系统设计和企业运营计划

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 11.1、11.2。

### 第五章 质量管理（4 学时）

#### 5.1 质量概述

质量概念发展的三个阶段；产品质量特性；工作质量；产品质量形成过程；提高产品质量的意义。

#### 5.2 质量管理发展与全面质量管理

发展阶段；全面质量管理的含义；全面质量管理的基本观点；全面质量管理的基本要求。ISO 9000 认证特点及使用范围；质量管理体系基础；质量认证。同样，我们本专业材料成型及控制工程最终的目的就是要得到产品，那么产品的质量好坏与材料的成型过程是密切相关的，而产品的质量会直接影响到交货期，产品生产的每一个环节都有可能影响最终产品的质量，因此质量管理的过程控制是非常重要的。学习 ISO 9000 与质量认证就能帮助我们了解怎么进行产品质量管理过程的控制，这个知识点对本专业的学习具有重要的指导意义。

#### 5.3 质量管理常用的七种工具

调查表；排列图；因果图；分层法；直方图；散布图；控制图。

基本要求：

能够掌握质量和工作质量的概念，了解质量管理的发展阶段

重点和难点：

全面质量管理。

#### **毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 11.1。

### **第六章 企业人力资源管理（3 学时）**

#### **6.1 企业人力资源管理概述.**

人力资源及特点；人力资源管理的含义及特点；人力资源的管理类型。

#### **6.2 人力资源引进**

人力资源引进的目标与原则；人力资源引进的方法。

#### **6.3 人力资源培养**

人力资源培养概述；人力资源培养的意义；人力资源培养的形式与内容；人力资源培养的原则与方法。

#### **6.4 人力资源使用**

人力资源使用的意义；人力资源使用的方式；人力资源使用的原则。

#### **6.5 人力资源考核**

人力资源考核概念；人力资源考核的作用；人力资源考核的基本内容；人力资源考核的常用方法。

#### **6.6 薪酬管理**

薪酬管理的主要学说；薪酬管理的目标；薪酬设计的基本流程。

基本要求：

能够掌握企业对人力资源的招聘和培训依据，理解企业绩效考核与激励的作用和设计方法。

重点和难点：

企业绩效考核与激励。

#### **毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 11.1、11.2。

### **第七章 企业物流管理（4 学时）**

#### **7.1 企业物流管理概述**

物流管理的概念；物流管理的发展沿革；物流管理的主要内容；物流服务管理。

## 7.2 仓储管理

仓储管理概述；商品入库管理；商品出库管理；仓储成本管理。

## 7.3 配送管理

配送概述；配送中心功能；配送作业管理。

## 7.4 供应链管理

供应链管理概述；供应链合作伙伴管理。我们做材料成型产品或企业，就要涉及到购买原材料的问题，而原材料的质量对成型后的产品质量有着很大的影响，因此一个优秀合格的原材料供应方是一个企业产品质量和交货期的重要保证，所以学习采购与供应等方面的知识是很必要的。

基本要求：

能够掌握企业对物流和物流管理的概念，了解仓储、配送和供应链管理。

重点和难点：

仓储管理。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 11.1、11.2。

## 第八章 企业财务管理（3 学时）

### 8.1 企业财务管理概述

财务活动；财务管理；财务管理的含义及特征；财务管理的内容；财务管理的原则和任务。

### 8.2 资金的筹集与筹资结构优化

资金的筹集；资金成本与筹资结构优化分析。

### 8.3 资金运用管理

流动资金管理；固定资金管理。

### 8.4 成本和利润管理

成本管理；利润管理；

### 8.5 企业经济效益分析与评价

经济效益的内涵；企业经济效益评价的标准；企业经济效益评价的指标；企业经济效益综合分析。

基本要求：

能够掌握企业的财务活动和财务关系、财务管理的含义及特征。

重点和难点：

财务管理的内容及原则。

#### 毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 11.1。

#### 课程学生展示课（3 学时）

学生 ppt 展示、讨论答疑

#### 五、建议教学进度

绪论	教学计划和课程简介	1 学时
第一章	企业概述	3 学时
第二章	企业管理概述	3 学时
第三章	营销管理	4 学时
	期中学生 ppt 展示	2 学时
第四章	生产运作管理	4 学时
第五章	质量管理	4 学时
第六章	企业人力资源管理	3 学时
第七章	企业物流管理	4 学时
第八章	企业财务管理	3 学时
	期末学生 ppt 展示、答疑	3 学时

#### 六、教学策略与方法

- 1、采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学，阐述工业企业管理的基本原理和具体的应用方法，理论联系实际。
- 2、通过案例分析，使学生能够认识到现代工业企业管理的概念、科学方法等。
- 3、理论教学与学生自己制作 ppt 进行讨论相结合，使学生能够在沟通、交流等方面，得到培养和锻炼。

#### 七、考核方式

签到考勤、作业报告、开卷考试。

#### 八、成绩评定方法

平时成绩占60%，包括多项内容，如考勤、课后作业、PPT展示；

期末开卷考试成绩占40%。主要考核管理的基础与职能、人力资源管理、生产运作管理、企业营销管理、质量管理、物流管理、企业财务管理等，（并至少包含一道非标准答案题）。

#### **九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）**

- （1）蔡世刚，《企业管理》，西安：西安交通大学出版社，2016年12月；
- （2）《哈佛管理全集：管理者手册》.姜忠，张善轩，杨明.辽海出版社，2012.
- （3）校园网/图书馆/中国学术期刊网相关论文；
- （4）网上相关资料(搜索)。

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《材料力学性能》教学大纲

课程名称	材料力学性能	Course name	Mechanical properties of Materials
课程编号	302216020	Course code	302216020
课程类型	必修	Course type	Required
适用专业	材料成型及控制工程学生	Audience	Students of Material forming and control engineering
开课学期	大三上期	Course term	The first half of the third year of College
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	《Mechanical properties of Materials》	Textbooks	《Mechanical properties of Materials》
先修课程		Prerequisite	
授课语言	全英文	Teaching Language	English
开课院系	制造学院材料成型系	Course offered by	Manufacturing science and engineering/ <b>Material Shaping and Control Engineering</b>
授课教师	刘剑	Teachers	Jian Liu
大纲执笔人	刘剑	Edited by	Jian Liu
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、 课程简介

材料力学性能是一门面向材料类各专业开设的研究材料共性问题的工程技术基础课，课程的系统性、综合性、工程性、创新性都比较强，是材料类教学计划中的主干课程之一，是培养材料类工程师的必修课，材料力学英文版，更有助于学生从英文的角度去熟悉材料力学性能。材料力学性能（mechanical properties of materials）是指材料的宏观性能，学习这一课程，有助于设计各种工程结构，从而为选用材料提供主要依据。其目的在于培养学生掌

握材料的宏观力学行为的发生方式以及进行材料力学行为的分析及计算；了解材料在不同的环境下的力学行为，用于生活及实践；了解先进材料的发展及其复合性能；熟悉材料的英文读写、基本掌握英文的材料力学名词及概念；具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。为后继专业课程学习和今后从事设计制造工作打下坚实的基础。

## 二、 学习目标

- 1、能运用材料力学行为规律、经验等手段，识别、分析和确定材料产品及零部件在实际生产生活中的关键问题，判断设计参变量对评价指标的影响，提出优化解决方案。
- 2、能够理解和评价材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响。
- 3、掌握国际化的语言，熟练运用英文，为以后深入学习打下基础。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

注：毕业要求中有哪些满足就保留，无对应关系的删除就可以。

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	1.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	教学目标 1
(2) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。	2.1 能够选择、运用现代工程工具、信息技术等手段，进行材料成型过程中的复杂工程问题的预测、模拟与分析；	教学目标 2

<p>(3) 沟通：针对材料成型与控制工程领域设计、制造、运行等复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>3.1 能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达；</p>	<p>教学目标 3</p>
<p>(4) 终身学习：了解材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。</p>	<p>4.1 具有自主学习的意识，能够针对材料成型及控制工程中的问题主动查阅文献资料并进行相关知识的学习。</p>	<p>教学目标 3</p>
<p>(4) 终身学习：了解材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。</p>	<p>4.2 具有终身学习的意识，能够不断学习和适应材料成型与控制工程领域的科学技术发展。</p>	<p>教学目标 3</p>

#### 四、教学基本内容

##### 第一章

###### 1.Introduction

(支撑教学目标 2 (毕业要求 2.1)、3 (毕业要求 4.1))

介绍课程的重要意义，性质，任务，内容，特点，学习要求和方法。

**要求学生：**学习本课程时，要求学生了解相关英文词汇。

本章学习内容对应学习目标 4，支撑毕业要求指标点 4.1 及 4.2。

##### 第二章

###### 2.Mechanical Properties of Metals

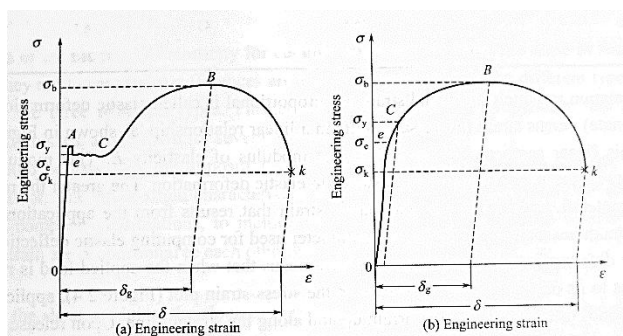
(支撑教学目标 2 (毕业要求 2.1))

1. Define engineering stress and engineering strain.
2. State Hooke's law, and note the conditions under which it is valid.
3. Define Poisson's ratio (**重点**).
4. Given an engineering stress-strain diagram, determine:
  - a. the modulus of elasticity,
  - b. the yield strength,
  - c. the tensile strength,
5. For the tensile deformation of a ductile cylindrical specimen, describe changes in specimen profile to the point of fracture.

**要求学生：**

1. 熟悉全英文教学的状态。
2. 结合实际经验，掌握“strength”、“hardness”、“ductility”等关系。
3. 结合课程，复习相关知识。

4. 计算屈服极限
4. 会读写相关词汇。



5. 掌握改曲线点的意义：

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 2.1, 3.1

### 第三章：

#### 3. Micro-fracture of metals

（支撑教学目标 1（毕业要求 1.1）、3（毕业要求 3.1））

主要介绍材料的微裂纹及其力学性能：

- (1) Slow application of external loads.
- (2) Rapid application of external loads (impact).
- (3) Cyclic or repeated loading (fatigue).
- (4) Time-dependent deformation (creep).
- (5) Internal stresses, such as thermal stresses caused by anisotropy of the thermal expansion coefficient or temperature differences in a body.
- (6) Environmental effects ( stress corrosion cracking, hydrogen embrittlement, liquid metal embrittlement, etc.)

Brittle fracture is characterized by the propagation of one or more cracks through the structure

要求学生：

1. 继续熟悉英文教学。
2. 掌握相关专业词汇。
3. 描述微裂纹。
4. 掌握微裂纹的发生和影响因素。
5. 举例子描述微裂纹有关材料。
6. 完成相关作业。

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 2.1, 3.1

### 第 4 章

#### 4. Principles of fracture mechanicals

主要内容：

1. The significant discrepancy between actual and theoretical fracture strength of brittle materials is explained by the existence of small flaws that are capable of amplifying an applied tensile stress in their vicinity, leading ultimately to crack formation.(重点)
2. Linear elastic fracture mechanicals (LEFM) applies the theory of linear elasticity to the phenomenon of fracture mainly, the propagation of cracks.
3. Up until the past the 60 or so years, the most important materials in the class were termed the

“traditional ceramics”, those for which the primary raw material is clay; products considered to be traditional ceramics are china, porcelain, bricks, tiles, and, in addition, glasses and high-temperature ceramics.

4. 断裂韧性计算公式。
5. 断裂表面形态/分类。

**要求学生:**

1. 掌握不同材料的断裂规则。
2. 掌握常见的断面示意图。
3. 能够计算断裂韧性。
4. 掌握相关单词等。

本章学习内容对应学习目标1、2、3、4, 支撑毕业要求指标点 2.1、3.1

## 第五章

### 5. Fatigue of metals

**主要内容:**

1. Most nonferrous alloys do not have a fatigue limit.
2. Fatigue will ultimately occur regardless of the magnitude of the stress.
3. For the materials which do not have a fatigue limits, the fatigue response is specified as fatigue strength, which is defined as the stress level at which failure will occur for some specified number of cycles.
4. Another important parameter that characterizes a material's fatigue life  $N_f$ . It's the number of cycles to cause failure at a specified stress level.
5. 常用材料的疲劳极限。
6. 实验。

**要求学生:**

1. 了解并不是所有材料都有疲劳极限, 举例说明。
2. 疲劳断裂很可能造成重大的伤害: 例如突然断裂, 要求学生举例说明。
3. 熟悉相关英文单词、表达方式等。
4. 了解相关实验。

本章学习内容对应学习目标1、2、3, 支撑毕业要求指标点2.1、3.1

## 第六章

### 6. Creep of metals

1. Materials are often placed in service at elevated temperature and exposed to static mechanical stress.
2. Deformation under such circumstances is termed creep.
3. Defined as the time-dependent and permanent deformation of materials when subject to a constant load or stress, creep is normally an undesirable phenomenon and is often the limiting factor in the lifetime of a part.

$$4. \dot{\epsilon}_s = K_2 \sigma^n \exp\left(\frac{Q_c}{-RT}\right)$$

5. 蠕变的危害。

**要求学生:**

1. 了解蠕变现象, 并且举例说明。
2. 了解蠕变的影响因素, 并在实际生活生产中科学设计材料及结构。
3. 熟悉了解相关词汇及表达方式。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点2.1、3.1

## 第七章

### 7. Corrosion and degradation of metals

- 1.Environmental degradation of materials is often referred to as corrosion.
- 2.All materials show phenomena of premature failure or mechanical property degradation under certain combinations of stress and environment.
- 3.Most metals and alloys are subject to oxidation or corrosion to one degree or another in a wide variety of environment; that is they are more stable in an ionic state than as metals.

#### 要求学生

1. 掌握金属的电化学腐蚀原理，举例说明。
2. 了解钝化的现象及原理。
3. 掌握应力腐蚀现象。
4. 解释材料的氢脆现象。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点2.1、3.1

## 第八章

### 8.Mechanical Properties of Ceramics

1. For crystalline ceramics, plastic deformation occurs, as with metals, by the motion of dislocation. One reason for the hardness and brittleness of these materials is the difficulty of slip. For crystalline materials for which the bonding is predominantly ionic, there are very few slip systems.

2.Ceramic materials are somewhat limited in applicability by their mechanical properties, which in many respects are inferior to those of metals. The principal drawback is a disposition to catastrophic fracture in a brittle manner with very little energy absorption. At room temperature, both crystalline and noncrystalline ceramics almost always fracture before any plastic deformation can occur in response to an applied tensile load.

#### 要求学生:

1. 简单解释相同类型的陶瓷材料断裂行为。
2. 运用三点曲线。
3. 了解晶体陶瓷的断裂力学行为。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点2.1、3.1

## 第十章

### 10.Mechanical Properties of Composite Materials

- 1.Many of our modern technologies require materials with unusual combinations of properties that cannot be met by the conventional metal alloys, ceramics, and polymeric materials.
- 2.Composites of sorts have already been discussed; these include multiphase metal alloys, ceramics, and polymers.
3. In designing composite materials, scientists and engineers have ingeniously combined various metals, ceramics, and polymers to produce a new generation of extraordinary materials. Most composites have been created to improve combinations of mechanical characteristics such as stiffness, toughness, and ambient and high-temperature strength.

#### 要求学生:

1. 了解复合材料的应力应变行为。
2. 进行简单的轴向拉伸计算。
3. 熟悉了解复合材料。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点2.1、3.1

## 五、建议教学进度

第三章 Introduction 学时数 2

第二章 Mechanical Properties of Metals 学时数 8

第三章 Micro-fracture of Metals 学时数 6

第四章 Principles of Fracture Mechanics 学时数 4

第五章 Fatigue of metals 学时数 4

第六章 Creep of metals 学时数 2

第七章 Corrosion and Degradation of metals 学时数 1

第八章 Mechanical Properties of ceramics 学时数 2

第十章 Mechanical Properties of Composite Materials 学时数 1

## 六、教学策略与方法

1、运用全英文教学，适当结合中文，结合阐述基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力。

2、采用多媒体课件、结合国内外教学视频、软件等和传统教学相结合进行教学。

3、亲自进行实验，在实践中获得知识。

4、分组进行实践讨论，理论结合实际，锻炼学生的专业词汇及知识的听说。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程练习，课程小测验、考勤

## 八、成绩评定方法

2.材料力学性能（英文版）课程考评分值分布：

平时成绩：考勤 5% 平时测验 5% 平时作业 10% 共计 20%

期末闭卷： 80%

2.平时测验根据《Mechanical properties of Materials》选择相关试题。

3. 小组作业及平时课后练习讨论由助教主持，老师参与讨论。

4. 学生需提前 10 分钟到课堂，课堂点名由助教完成。

5. 考试题出题原则：量大，灵活，基本概念考点多。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1.兴业，羽章主编，《复合材料力学性能》，国防科技大学出版社。

2.吴学仁主编，《飞机结构金属材料力学性能手册》，航空工业出版社。

3.刘瑞堂，刘文博等主编，《工程材料力学性能》，哈尔滨工业大学出版社。

4.余海生主编，《Mechanical properties of Materials》，冶金工业出版社。

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《数控加工技术》教学大纲

课程名称	数控加工技术	Course name	numerical control machining technology
课程编号	302894020	Course code	302894020
课程类型	选修	Course type	Required
适用专业	材料成型及控制工程学生	Audience	Students of Material forming and control engineering
开课学期	大三下期	Course term	The first half of the third year of College
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	数控技术	Textbooks	numerical controlling technology
先修课程		Prerequisite	
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院学院材料成型系	Course offered by	Manufacturing science and engineering/ <b>Material Shaping and Control Engineering</b>
授课教师	刘剑	Teachers	Jian Liu
大纲执笔人	刘剑	Edited by	Jian Liu
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、 课程简介

《数控加工技术》是一门面向机械类各专业开设的研究材料加工制造的工程技术基础课，课程的系统性、综合性、工程性、创新性都比较强，是机械类教学计划中的主干课程之一。数控加工技术是利用加工制造方法实现高质量产品制造的关键技术，学习这一课程，有助于设计各种加工工艺的优化方案，从而为各类高质量高精度复杂零件的制造。其目的在于培养学生掌握数控加工工艺、数控加工编程基础、数控装备、特种加工技术、具体产品加工工艺实

施案例等。具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。为后继专业课程学习和今后从事设计制造工作打下坚实的基础。

## 二、 学习目标

- 4、能运用数控加工技术，识别、分析和确定材料产品及零部件在实际生产生活中的关键制造问题，判断设计参变量对产品质量指标的影响，提出优化解决方案。
- 5、能够理解和评价材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响。
- 6、掌握国际化的语言，熟练运用英文，为以后深入学习打下基础。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力。	学习目标 1
	1.4 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决材料成型复杂工程问题。	学习目标 2
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 3

## 四、 教学基本内容

### 第 1 章 概论

#### 1.1 数控机床的基本概念

#### 1.2 数控机床的构成与分类

#### 1.3 数控机床加工原理

#### 1.4 数控机床加工特点及应用范围

本章学习内容对应毕业要求 1.3。

### 第 2 章 数控加工程序编制

- 2.1 程序编制与手工编程
- 2.2 数控机床的坐标系
- 2.3 机床坐标系与工件坐标系
- 2.4 数控加工的工艺分析和数控加工的方法
- 2.5 指令及程序结构
- 2.6 编程应用举例
- 2.7 自动编程

本章学习内容对应毕业要求 1.3 和 1.4。

### 第 3 章 计算机数控装置

- 3.1 概述
- 3.2 CNC 装置的硬件结构
- 3.3 CNC 装置的软件结构
- 3.4 典型数控功能原理及实现
- 3.5 国内外典型 CNC 系统简介

本章学习内容对应毕业要求 1.3 和 1.4。

### 第 4 章 进给伺服驱动系统

- 4.1 概述
- 4.2 位置检测装置
- 4.3 进给电机及驱动
- 4.4 进给伺服系统的控制原理和方法

本章学习内容对应毕业要求 1.3 和 1.4。

### 第 5 章 运动系统与典型机构

- 5.1 概述
- 5.2 数控机床的主运动
- 5.3 数控机床的进给运动
- 5.4 数控机床的换刀装置及过程

本章学习内容对应毕业要求 1.3 和 1.4。

### 第 6 章 典型数控机床

- 6.1 数控车床及车削中心
- 6.2 数控铣床及加工中心
- 6.3 数控磨床
- 6.4 数控特种加工机床

本章学习内容对应毕业要求 1.3、1.4 及 2.3。

### 第 7 章 数控加工技术的展望

- 7.1 数控机床主机的发展
- 7.2 数控加工控制系统的发展
- 7.3. 伺服系统的发展趋势
- 7.4. 柔性制造技术的发展
- 7.5 基于网络的数控加工技术

本章学习内容对应毕业要求 1.3、1.4 及 2.3。

## 六、教学策略与方法

- 1、采用多媒体课件、结合国内外教学视频、软件等和传统教学相结合进行教学。
- 2、亲自进行实验，在实践中获得知识。
- 3、分组进行实践讨论，理论结合实际，锻炼学生的专业词汇及知识的听说。

## 七、考核方式

开学卷笔试，课程练习，课程小测验、考勤

## 八、成绩评定方法

3.课程考评分值分布：

平时成绩：考勤 10%      平时作业 40%      共计 50%

期末开卷： 50%

2. 学生需提前 10 分钟到课堂，课堂点名由助教完成。

3. 考试题出题原则：灵活，基本概念考点多。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 曹伟主编，《特种加工技术》，北京理工大学出版社出版的图书。

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《工程材料及应用》教学大纲

课程编号: <b>Course Code:</b>	302045020 302045020	课程类型: <b>Course Type:</b>	必修课 Compulsory
课程名称: <b>Course Name:</b>	工程材料及应用 Engineering Material and Its Application	授课对象: <b>Audience:</b>	本科二年级学生 Sophomore
学时/学分: <b>Credit</b> <b>Hours/Credits</b>	32/2 32/2	授课语言: <b>Language of Instruction</b>	中文 Chinese Mandarin
先修课程: <b>Prerequisite:</b>	大学物理、大学化学、材料力学 College Physics, College Chemistry, Material Mechanics	开课院系: <b>Course offered by:</b>	材料成型系 Department of Materials Forming
适用专业: <b>Intended for:</b>	机械设计制造及其自动化专业 Mechanical Design, Manufacturing and Automation	授课教师: <b>Instructor:</b>	杨嵩、吴明霞 YangonSong WuMingXia
大纲执笔人: <b>Edited by:</b>	杨嵩、吴明霞 YangonSong WuMingXia	大纲审核人: <b>Inspected by:</b>	专业负责人 Course Leader

#### 一、课程简介

材料是用来制作器件、结构或其他产品，是生产和生活的物质基础。国民经济中的各个部门都离不开各种类型的材料。材料、信息和能源被认为是现代社会的三大支柱，而能源与信息的发展在一定程度上又依赖于材料的进步。目前许多国家都把材料科学作为重点学科来发展，使之为新技术革命提供坚实的物质基础。

材料按物质结构分为金属材料、有机高分子材料、陶瓷材料等，目前甚至在今后较长的时间内金属材料仍是最主要的机械工程材料。本课程主要介绍金属材料，主要是讲授金属材料的成分、组织、性能之间的关系，钢的热处理原理，热处理工艺及其在机械零件制造工艺流程中的作用，常用金属材料（钢）的牌号、成分、组织、性能及用途，为正确选用材料提

供依据。

## 二、学习目标

1. 学习机械工程材料的化学成分、微观组织结构、铁碳合金相图、钢的热处理原理；使学生掌握解决机械工程领域设计、制造、运行等过程中复杂问题所需的材料学基础知识和专业知识。

2. 掌握金属材料的组织与性能、应用之间的关系。在机械设计、制造过程中根据机械零部件的特点能提出选材和加工方案。

3. 掌握典型钢的牌号、成型方法、热处理工艺，能够制定不同机械产品零部件的加工工艺和热处理工艺。

4. 利用所学的材料学基础知识和材料分析的方法，能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，并应用于机械工程领域。

## 三、学习目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 能够将数学、自然科学、机械工程基础知识和专业知识用于解决机械工程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题。	1.2 具有解决机械工程领域设计、制造、运行等过程中的复杂工程问题所需的工程基础知识和专业知识；	学习目标 1 (强支撑)
	1.3 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决机械工程领域的复杂工程问题。	学习目标 2 (中支撑)
(2) 能够应用数学、自然科学和机械工程科学的基本原理，通过信息检索、文献研究，对机械工程领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够应用数学、自然科学和机械工程科学的基本原理，识别机械工程领域设计、制造、运行中的关键问题与参数；	学习目标 3 (强支撑)

<p>(12) 了解机械设计制造及其自动化领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。</p>	<p>12.2 能够认识自身知识结构的缺陷和知识容量的不足，具备适应社会、自主学习、终身学习的意识和能力。</p>	<p>学习目标 4 (中支撑)</p>
---	---	-------------------------

#### 四、教学内容

学习目标	教学内容	教学方法	考核方式
学习目标 1	绪论 第一章 工程材料的性能 第二章 晶体结构与结晶 第三章 金属的塑性变形 第四章 二元合金 第六章 钢的热处理	多媒体讲授 工程案例分 析 专题研讨	期末考试阶段测试 课后作业 课堂表现
学习目标 2	第五章 铁碳合金 第七章 合金钢	多媒体讲授 工程案例分 析 专题研讨	期末考试阶段测试 课后作业 课堂表现
学习目标 3	第三章 金属的塑性变形 第五章 铁碳合金 第六章 钢的热处理 第七章 合金钢	多媒体讲授 工程案例分 析 专题研讨	期末考试阶段测试 课后作业 课堂表现
学习目标 4	绪论 第七章 合金钢 第八章 材料的选用	多媒体讲授 工程案例分 析 专题研讨	期末考试阶段测试 课后作业 课堂表现

**可能的考核方式供选择:** 考勤、课堂练习、课堂表现、课堂测验、课后作业、课程报告、实习报告、实验报告、阶段测试、期中考试、期末考试、小组研讨、PPT 演讲、线上研讨、线上自测、网络考试、PBL (Problem-based Learning) 小组教学任务等。

#### 绪论 (1 学时)

介绍材料的定义、历史、发展趋势、分类、应用与重要性，使学生了解本门课的研究对

象、课程目的、主要内容和考核要求。

**基本要求：**

掌握材料概念，分类，以及工程材料中关注的基本问题（加工工艺、成分组织结构、性能和应用的关系）。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、学习目标 4，支撑毕业要求指标点 1.2、12.2。

**第一章 工程材料的性能（2 学时）**

本章主要内容是材料静载时的力学性能和材料动载时的力学性能。

通过对拉伸曲线、硬度等性能的介绍使学生掌握材料静载时的力学性能。通过对冲击韧性、疲劳强度、断裂韧性的介绍使学生掌握、材料动载时的力学性能。

**基本要求：**

掌握材料的常见静载和动载力学性能指标的基本概念。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.2。

**第二章 晶体结构与结晶（4 学时）**

本章主要内容是晶体与非晶体，金属晶体与非金属晶体，单晶体与多晶体，理想晶体与实际晶体以及金属的结晶过程。

通过图片和举例等方式介绍晶体与非晶体，包括二者的区别、晶格、晶胞、晶格常数等基本概念，使学生理解晶格的抽象概念。通过分析晶格空间结构和原子排列情况，使学生掌握三种常见金属晶体结构（体心立方晶格、面心立方晶格、密排六方晶格）的特点，以及金属晶体与非金属晶体的特点。通过对各向同性、晶粒等基本概念的介绍，使学生理解多晶体结构。通过介绍实际晶体中的三种尺度的缺陷形式及其对材料性能的影响的介绍，使学生理解理想晶体与实际晶体的区别。通过对结晶的概念、结晶过程及影响形核长大的因素的介绍，使学生掌握结晶过程的特点。

**基本要求：**

掌握晶体相关的基本概念、常见的金属晶体结构特点、晶体中的缺陷形式及金属结晶过程。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.2。

**第三章 金属的塑性变形（3 学时）**

本章主要内容是单晶体、多晶体的塑性变形，塑性变形对金属组织和性能的影响，变形金属加热时的组织与性能的变化，金属的热加工。

通过对塑性变形的形式，滑移、孪生、滑移系等基本概念的介绍，使学生单晶体和多晶体塑性变形的特点。通过对纤维组织、形变强化、织构等现象的特点介绍，使学生理解塑性变形对金属强化作用。通过对塑性变形金属加热时的回复、再结晶、晶粒长大现象的介绍，使学生理解变形金属加热时的组织与性能的变化和热加工和冷加工的区别。

**基本要求：**

掌握塑性变形的形式、常见金属晶格的滑移系、塑性变形产生的强化作用、塑性变形金属在加热过程中的组织与性能转变，会计算再结晶温度并作为热加工和冷加工的判据。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、学习目标 3，支撑毕业要求指标点 1.2、2.1。

**第四章 二元合金（5 学时）**

本章主要内容是合金的相结构和二元合金相图。

通过对合金、相的概念、固溶体和化合物的分类等的介绍，使学生掌握合金相结构。通过对匀晶相图、共晶相图、包晶相图和共析相图所表示的结晶过程分析，使学生理解不同类型合金的结晶过程，并掌握杠杆定律的使用。

**基本要求：**

掌握合金中固溶体与化合物的基本概念，能根据相图分析结晶过程，并利用杠杆定律分析各相的重量百分含量。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标 1.2。

**第五章 铁碳合金（4 学时）**

本章主要内容是铁碳合金中的相与相图，碳钢分类与编号。

通过对铁素体、奥氏体、渗碳体等相结构的介绍，铁碳合金中的共晶、共析转变及转变组织与性能的介绍，使学生掌握铁碳合金结晶过程分析方法及其中的组织组成与相组成计算。通过对碳钢中杂质元素的作用、碳钢分类与编号，使学生掌握碳钢的成分和牌号特点。

**基本要求：**

掌握铁碳合金相图特点，能分析结晶过程，用杠杆定律计算铁碳合金室温组织组成与相组成；掌握常见碳钢的牌号和用途。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 2、学习目标 3，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1。

## **第六章 钢的热处理（6 学时）**

本章主要内容是钢在加热时的转变，钢在冷却时的转变，钢的退火、正火、淬火和回火。

通过对奥氏体的形成过程和长大的影响因素的介绍，使学生理解钢在加热时的转变。通过对奥氏体等温转变曲线、过冷奥氏体的三种转变的特点和影响 C 曲线的因素的介绍，使学生理解钢在冷却时的转变。通过“四火”的加热温度、冷却方式、转变产物和用途的介绍，使学生掌握钢的退火、正火、淬火和回火工艺。

### **基本要求：**

掌握热处理的概念以及奥氏体化和冷却转变过程的基本原理，能用 C 曲线分析各种热处理工艺路线对应的转变产物。

### **毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 1、学习目标 3，支撑毕业要求指标 1.2、2.1。

## **第七章 合金钢（6 学时）**

本章主要内容是合金元素的作用，合金钢的分类、编号和特点。

通过对合金铁素体、合金渗碳体、奥氏体钢、铁素体钢、回火脆性、二次硬化等概念的介绍，以及合金元素对钢的基本相、相图、热处理过程的影响的分析，使学生理解钢中合金元素的作用。通过对合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢的牌号、成分、热处理工艺、组织、性能和用途的介绍，使学生掌握合金钢的分类、编号和特点。

### **基本要求：**

掌握典型合金钢的牌号、成分、热处理工艺、组织、性能和用途。

### **毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 2、学习目标 3、学习目标 4，支撑毕业要求指标 1.3、2.1、12.2。

## **第八章 材料的选用（1 学时）**

本章主要内容是对材料选用基本原则的介绍。

通过举例分析材料选用时的使用性能、工艺性能和经济性能需求。

### **基本要求：**

利用材料工程中成分组织结构、加工工艺、性能、应用的关系及基本原理进行选材。

### **毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.1。

## 五、建议教学进度

章节名称	学时数
绪论	1 学时
第一章 工程材料的性能	2 学时
第二章 晶体结构与结晶	4 学时
第三章 金属材料的塑性变形	3 学时
第四章 二元合金	5 学时
第五章 铁碳合金	4 学时
第六章 钢的热处理	6 学时
第七章 合金钢	6 学时
第八章 材料的选用	1 学时

## 六、教学策略与方法

1、阐述金属材料的加工工艺-成分组织结构—性能—应用之间关系的基本原理，理论联系实际，培养学生综合分析问题，特别是机械设计与制造中的材料工程问题。

2、采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学；采用作业、问答计分等形式增加教学效果。

3、通过对工程应用需求分析，深化对材料工程基础知识和基本理论的理解，达到合理选用材料的能力。

## 七、考核方式

期末考试，过程考核。

### 1. 考试与考核要点

- (1) 材料的基本概念与分类。
- (2) 金属材料静拉伸试验过程理解。
- (3) 晶格的相关基本概念，三种晶体结构原子排列情况的理解，多晶体的结构，缺陷对材料性能的影响，对金属结晶过冷度和形核与长大过程的理解。
- (4) 对滑移、孪生、滑移系的理解，对塑性变形对金属强化作用的理解，再结晶形核长大过程的理解，热加工和冷加工的区别。

- (5) 合金、相、固溶体和化合物的概念，对杠杆定律的理解和使用。
- (6) 铁碳合金结晶过程中的组织组成与相组成计算，热脆性和冷脆性的理解。
- (7) 奥氏体化过程的理解及三种晶粒度的区分，对 C 曲线作用的理解，对淬透性和淬硬性的理解和对回火转变过程的理解。
- (8) 对合金铁素体、合金渗碳体、奥氏体钢、铁素体钢、回火脆性、二次硬化等概念的理解，合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢的牌号、成分、热处理工艺、组织、性能和用途。
- (9) 材料成分组织结构、加工工艺、性能、应用的关系。

## 八、成绩评定方法

### 1. 总成绩

期末考试成绩 50%，过程考核成绩 50%。其中过程考核成绩包括：阶段测试、课后作业、课堂表现。

总成绩=期末考试卷面成绩\*50%+过程考核成绩\*50%

### 2. 课后作业、随堂测试与期末考试考核占比

	学习目标 1	学习目标 2	学习目标 3	学习目标 4
阶段测试 1 占比%	30	20	20	30
阶段测试 2 占比%	60	40		
阶段测试 3 占比%	60	20	20	
阶段测试 4 占比%	60		40	
阶段测试 5 占比%	70	10	20	
阶段测试 6 占比%	50	25	25	
课后作业 占比%	25	25	25	25
期末考试 占比%	45	20	25	10

### 3. 学习目标达成度计算方法

学习目标达成度=期末平均成绩\*0.5+阶段测试雨课后作业平均成绩\*0.43+课堂表现成绩\*0.07

### 4. 强制达标线

期末考试卷面成绩低于 50 分，及判定本门课程综合成绩不合格。

## 九、评分标准

学习目标	评分标准
------	------

	90-100	75-89	60-74	0-59
	优	良	中/及格	不及格
1. 学习机械工程材料的化学成分、微观组织结构、铁碳合金相图、钢的热处理原理；使学生掌握解决机械工程领域设计、制造、运行等过程中复杂问题所需的材料学基础知识和专业知识	能够全面准确理解机械工程材料的基础知识	能够准确理解机械工程材料的重要知识	能够理解主要工程材料的重要知识	不能理解主要工程材料的重要知识
2. 掌握金属材料的组织与性能、应用之间的关系。在机械设计、制造过程中根据机械零部件的特点能提出选材和加工方案	能够全面准确理解金属材料的组织、性能、应用之间的关系并能根据应用选材	能够较准确理解主要金属材料的组织、性能、应用之间的关系并能根据应用选材	基本能够理解主要金属材料的组织、性能、应用之间的关系并能根据应用选材	对金属材料的组织、性能、应用之间的关系不理解，不能根据应用选材
3. 掌握典型钢的牌号、成型方法、热处理工艺，能够制定不同机械产品零部件的加工工艺和热处理工艺	熟悉典型钢及性能特点和热处理工艺，能够根据应用准确制定零件的热处理工艺与加工工艺	较熟悉典型钢及性能特点和热处理工艺，能够根据应用制定零件的热处理工艺与加工工艺	大体熟悉典型钢及性能特点和热处理工艺，基本能够根据应用制定零件的热处理工艺与加工工艺	不熟悉典型钢及性能特点和热处理工艺，也不能够根据应用制定零件的热处理工艺与加工工艺
4. 利用所学的材料学基础知识和材料分析的方法，能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，并应用于机械工程领域	具备材料学基础知识和材料分析的方法，能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，并合理应用于机械工程领域	基本具备材料学基础知识和材料分析的方法，能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，并应用于机械工程领域	大体具备材料学基础知识和材料分析的方法，基本能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，并应用于机械工程领域	不具备材料学基础知识和材料分析的方法，不能够通过查阅资料对新材料的结构和性能进行分析，无法应用于机械工程领域

## 十、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

[1] 工程材料学,王晓敏,哈尔滨工业大学出版社,2009.1

- [2] 机械工程材料,沈莲,机械工业出版社,2007.9
- [3] 工程材料学,朱张校,清华大学出版社,2012.5
- [4] 工程材料,崔占全,机械工业出版社,2013.5

## 热流体工程学

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《热流体工程学》教学大纲

课程名称	热流体工程学	Course name	Thermal Fluid Engineering
课程编号		Course code	
课程类型	必修课	Course type	Compulsory Course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Material Shaping and Control Engineering
开课学期	大三上	Course term	Grade 3, Autumn Term
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	传热学与流体力学基础	Textbooks	Fundamentals of Heat Transfer and Fluid Mechanics
先修课程	高等数学, 大学物理, 物理化学, 工程力学	Prerequisite	Advanced mathematics, College Physics, Physical Chemistry, Engineering Mechanics
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of Manufacturing Science and Engineering
授课教师	刘俊波	Teachers	Liu Junbo
大纲执笔人	刘俊波	Edited by	Liu Junbo
大纲审核人	孙道	Inspected by	

### 一、课程简介

《热流体工程学》主要面向材料成形及控制工程专业本科生开设。本课程的教学以培养材料成形及控制工程专业本科生具有从事智能铸造、锻造、粉末冶金成型、3D 打印等材料成型和机械制造等工程领域的相关基础知识、培养学生使用特定材料制造机械产品中关键零部件成型的相关能力。主要教授学生材料成型过程中涉及的流体力学和流体传热相关知识, 主要包括流体基本物理性质、输运性质、流体的平衡特性、导热理论、对流换热理论、辐射换热理论等。

## 二、 学习目标

1、全面系统地掌握流体力学相关知识：输运性质、流体过程中的数学描述和物理学描述、流体静力学过程和流体动力学过程。应用相关流体力学知识解决实际材料成型过程中的工程问题。

2、掌握材料的传热知识包括：导热、对流换热、辐射换热等物理过程基本定律，并完成计算和解决材料成型过程中的与传热相关的工程问题。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力	学习目标 1 和学习目标 2
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 1 和学习目标 2

## 四、 教学基本内容

### 第一章.导论

介绍传热学和流体力学在工程中的应用背景；传热学和流体力学的理论知识概论；介绍本课程的学习方法和相关重要的单位制。

#### 要求学生：

1. 了解传热学和流体力学在工程中的使用状况；
2. 掌握传热学理论知识

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

### 第二章.流体的输运性质和数学描述方法

流体的输运性质：动量输运、热能输运、质量输运、表面张力和毛细现象，流体运动物理量的描述：拉格朗日坐标与欧拉坐标、拉格朗日描述、欧拉描述、随体导数、描述流体运动的几个概念

**要求学生：**

1. 掌握流体中的粘滞现象、牛顿黏性定律、牛顿流体和非牛顿流体
2. 掌握流体中的扩散现象：自扩散、互扩散
3. 掌握表面张力计算方法、毛细现象
4. 理解拉格朗日坐标和欧拉坐标
5. 掌握拉格朗日描述、欧拉描述与随体导数
6. 理解迹线、流线

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

### **第三章.流体力学理论基础**

流体的平衡：平衡状态下流体的应力特征、流体的平衡微分方程式、流体的静力学基本方程、压力的表示及测量仪表；理想流体运动的基本方程：理想流体运动的分类、流体运动分析、连续性方程、理想流体的伯努利方程、动量方程和动量矩方程

**要求学生：**

1. 掌握平衡状态下流体的应力特征
2. 掌握流体的平衡微分方程式
3. 掌握流体的静力学基本方程
4. 理解压力的表示及测量仪表
5. 掌握理想流体运动的分类
6. 了解流体运动分析、连续性方程
7. 了解理想流体的伯努利方程、动量方程和动量矩方程

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

### **第四章.导热的理论基础及计算**

导热理论基础：导热基本定律、导热微分方程、导热过程的初始条件和边界条件、热扩散率；导热问题的计算：稳态导热、非稳态导热

**要求学生：**

1. 掌握温度分布的矢量代数表达、傅里叶定律、热导率
2. 掌握导热微分方程的含义
3. 掌握导热过程的第一类边界条件、第二类边界条件、第三类边界条件
4. 掌握一维稳态导热和多维不稳态导热问题的计算方法

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

### **第五章.对流换热的理论基础及计算**

对流换热：对流换热基本概念、对流换热问题的数学描述、对流换热边界层微分方程组、相似原理与对流换热问题的无量纲准则方程式的建立；对流换热问题的计算：自然对流换热及实验关联式、强制对流换热及实验关联式

**要求学生：**

1. 掌握牛顿冷却公式及影响对流换热的因素、研究对流换热的方法
2. 掌握质量守恒方程、动量守恒方程、能量微分方程
3. 了解普朗特边界层理论、相似原理与对流换热问题的无量纲准则方程式
4. 掌握大空间自然对流换热计算方法
5. 掌握掠过平板的强制对流换热问题计算方法

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

### **第六章.辐射换热的基础理论及计算**

辐射换热的理论基础：热辐射的基本概念、黑体辐射的基本概念与基本定律、实际物体的辐射特性、实际物体的吸收比和基尔霍夫定律；辐射换热的计算：两黑体表面间的辐射换热、角系数、多表面系统辐射换热的计算、辐射换热的强化与削弱、气体辐射

**要求学生：**

1. 掌握热辐射、吸收比、反射比、透射比
2. 掌握黑体辐射中普朗克定律、斯忒藩-玻尔兹曼定律和兰贝特定律
3. 掌握实际物体的辐射、灰体与实际物体的辐射特性
4. 了解实际物体的吸收比和基尔霍夫定律
5. 掌握辐射换热、角系数、多表面系统辐射换热的计算
6. 理解辐射换热的强化与削弱、气体辐射

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

## 第七章.复合换热与传热过程

复合换热与传热、传热过程及其计算、换热器与传热的平均温差

### 要求学生：

1. 掌握复合换热与传热
2. 理解传热过程的计算方法
3. 了解换热器种类及工作原理、换热器平均温差计算

本章学习内容对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1

## 五、建议教学进度

第一章.导论，2 学时

第二章.流体的输运性质和数学描述方法，4 学时

第三章.流体力学理论基础, 4 学时

第四章.导热的理论基础及计算，8 学时

第五章.对流换热的理论基础及计算, 6 学时

第六章.辐射换热的基础理论及计算, 6 学时

第七章.复合换热与传热过程，2 学时

## 六、教学策略与方法

1.充分发挥学生主动性，采取由“教师主导”和“学生主体”相结合的方式，帮助学生掌握课程专业基础知识，培养学生解决工程问题的能力。

2. 课程中设置工程案例解析过程，让学生分组讨论并结合课程知识和相关专业知识，培养学生理论与实践相结合的能力。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程测试、课后作业

## 八、成绩评定方法

本课程成绩评定方法为：本课程总成绩由平时成绩、期末考试成绩、课后作业成绩三部分构成，其中平时成绩占 40%，课后作业占 20%；期末考试占 40%。

期末考试为闭卷考试。

强制达标线：期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不合格。

#### 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

《传热学与流体力学基础》，王经编著，上海交通大学出版社，2007 年

《热工与流体机械》，黄蔚雯编著，中国电力出版社，2007 年

《流体力学与传热学》，潘小勇编著，江西高校出版社，2019 年

《化工流体流动与传热》，柴诚敬，张国亮等编著，化学工业出版社，2007 年



## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《材料成型学科专业前沿探讨》教学大纲

课程名称	材料成型学科专业前沿探讨	Course name	Exploring the frontiers of professionalism in the discipline of materials forming
课程编号	302012010	Course code	302012010
课程类型	必修课	Course type	required course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Material Forming and Control Engineering
开课学期	大二春季	Course term	Junior Spring
学时/学分	16/ 1	Class hour /Credits	16/1
选用教材	无	Textbooks	/
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Fundamentals of Materials Science
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of manufacturing science and Engineering
授课教师	王均, 彭华备, 吴明霞, 吴晓东, 颜家振, 刘文博	Teachers	Wang Jun, Huabei Peng, Mingxia Wu, Xiaodong Wu, Jiazhen Yan, Wenbo Liu
大纲执笔人	王均, 彭华备, 吴明霞, 吴晓东, 颜家振, 刘文博	Edited by	Wang Jun, Huabei Peng, Mingxia Wu, Xiaodong Wu, Jiazhen Yan, Wenbo Liu
大纲审核人		Inspected by	

## 一、课程简介

《材料成型学科专业前沿探讨》课程为材料成型及控制工程专业培养方案中专业必修课程，课程为16学时。课程开设的目的是让学生了解本专业的发展状态、技术前沿，从而增加对本专业的认识和专业归属感，明确学习的目的。课程以专题讲座的形式，在专业概况、培养方案、技术现状、研究前沿、行业需求等方面，充分介绍本专业的特点与特色。针对学生对所学专业认识不足而导致的学习目的不明确的问题，通过学习该课程后，能够认识本专业的历史发展进程、知识体系的学习重点、能力或素质的培养重点、研发的前沿技术及行业对人才需求的要求等，从而能树立明确的学习目标，并在相应的大学生活中有目的地培养相关知识、素质及技能。

## 二、学习目标

1、能够理解并掌握材料成型的基本理论及成型过程中的工程问题。能理解各种先进材料或技术的基本原理和方法，掌握关键技术和工艺流程。

2、能够培养创新思维，学习如何将创新思维应用于材料成型领域的研究与应用。同时了解国际材料成型领域的最新研究动态和发展趋势。

3、培养终身学习的态度，持续更新专业知识和技能，学习自主获取和评估材料成型领域的新知识，结合教师课题组的科研经历和最新研究进展增加同学兴趣。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程学习目标
(1)问题分析:能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理,通过信息检索、文献研究,对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价,并获得有效结论。	1.1 能够应用相关理论和知识,对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价,并获得有效结论。	学习目标 1

<p>(2) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。</p>	<p>2.1 熟悉产品、工艺、技术和设备研究、开发的基本流程，掌握基本的创新方法，在解决材料成型过程复杂的工程问题中具有追求创新的态度和意识；</p> <p>2.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中；</p> <p>2.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。</p>	<p>学习目标 2</p>
<p>(3) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。</p>	<p>3.1 能够基于科学原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺过程进行方案设计；</p>	<p>学习目标 3</p>

#### 四、教学基本内容

本课程针对材料成型专业不同方向前沿材料或技术进行多次讲座，从基本概念入手，通过系统地分析，结合实践案例，展示出这一研究方向上的最新进展和发展趋势。

各个方向教学内容如下：

##### 1、智能制造与材料

主要介绍材料与制造共同发展过程中的相互关系；机械化和自动化的发展历程及材料在其中起到的作用；智能制造的概念、系统和典型技术以及材料科学技术在智能制造中的支撑作用。要求学生了解人类发展过程中材料与制造之间相辅相成的关系；了解制造工业的发展过程和特点；理解智能制造中的材料科学与技术。

##### 2、柔性智能传感与人工电子皮肤

首先讲解柔性电子技术（侧重柔性传感技术）的基本概念、核心原理、重要性与前沿性，并详细对比柔性电子技术与传统硅基电子技术的优缺点。然后以人工电子皮肤作为独特的应用场景，详细概述人工电子皮肤的概念、仿生功能与特点、实现方法和技术途径，然后讲解柔性电子技术和人工电子皮肤在人体健康指标监测、智能假肢、可穿戴人机交互与元宇宙构建等前沿交叉领域的应用前景，最后展望柔性人工电子皮肤的发展趋势以及遇到的科技与伦理问题。基于上述科技前沿的学习，加深对材料成型技术的重要性的深刻理解，并激发学生兴趣，拓宽学科交叉视野，构建全方位、多层次大学生知识体系。

### **3、表面工程科学及智能制造**

首先讲解表面工程科学的基本概念、重要性、工程应用的意义与价值，对比各种表面加工技术的优缺点，介绍各种表面加工技术的先进应用。详细介绍了低温强化技术的研究现状、意义。讲解在材料表面工程领域的智能制造技术，各种先进技术促进表面处理车间自动化、数据化、信息化以及系统集成化技术应用，同时介绍了表面工程未来的发展趋势。

### **4、金属智能材料及其先进制备技术**

首先讲解金属智能材料的基本概念、基本原理、工程应用情况等。然后，介绍以形状记忆合金为代表的金属智能材料的研究现状及未来发展趋势。同时概述以形状记忆材料与增材制造技术相结合的4D打印技术的研究现状及未来发展趋势。最后，针对科学问题通过课堂分组讨论培养学生独立思辨的能力。

### **5、基于特种能场的材料成形及零件性能调控技术**

随着航空航天、交通运输等领域对轻量化和安全性的持续需求，包括超高强度钢、轻合金、复合材料和金属间化合物等高强材料应用于复杂构件。而材料强度的提高，制造难度显著提高，成形缺陷更难控制。成形核心基础零件、强化先进基础成形工艺是我国制造强国的关键基础战略。本章教学过程中围绕特种能场（脉冲磁场、脉冲电场以及力场、热场、磁场耦合的多物理场），介绍特种能场在微型零件快速成形、难切削材料刀具性能强化、3D打印件微裂纹修复等方面的应用，重点结合特种能场的应用启示学生特种能场在材料成形及性能调控的潜力及发展趋势。

### **6、新能源器件与先进纳米技术**

本节主要讲授新能源器件与先进纳米技术，主要包括三个篇章内容，即第一篇章传统能源的现状、问题与挑战，第二篇章绿色新能源及绿色技术以及第三篇章锂离子电池及纳米技术。本节教学内容首先从现代化工业发展导致传统化石能源危机和我国能源结构转型升级作为切入点，逐渐引出太阳能、风能、核能、生物质能、电化学储能五种主要新能源形式及其原理及应用技术，在此基础上，聚焦当前电动汽车和规模储能所需的锂离子电池及先进纳米材料制备及表征技术并结合本课题组近年来最新相关研究成果为学生进一步做详细分享。教

学方式兼顾教师讲授、互动讨论与翻转课堂等多种形式，注重培养和提高学生对前沿科学领域的综合素养和创新思维，同时拓宽学生的学科视野和专业知识范畴。

## 五、建议教学进度

- 1、金属智能材料及其先进制备技术（学时数3）；
- 2、柔性智能传感与人工电子皮肤（学时数3）；
- 3、表面工程科学及智能制造（学时数3）；
- 4、智能制造与材料（学时数3）；
- 5、基于特种能场的材料成形及零件性能调控技术（学时数3）；
- 6、新能源器件与先进纳米技术（学时数3）；

## 六、教学策略与方法

- 1、课程以理论讲授为主，同时理论联系实际，培养学生的科学素养、提高学生的科学自主创新能力；
- 2、采用多媒体课件与传统教学方法相结合进行教学；
- 3、通过实际应用案例分析，介绍各种前沿工艺的最新进展；
- 4、注重与前沿科学相结合，培养洞察事物本质的能力，适宜的启发式、讨论式教学，增加学生科学探究的主动性。

## 七、考核方式

本课程共六讲，每讲采用开放性试题作为课后作业，六次课后作业成绩的加权平均值即为本课程最终成绩。

## 八、成绩评定方法

$$\text{最终成绩} = \text{六次课后作业成绩之和} \times \frac{1}{6}$$

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1、曾晓雁. 表面工程学[M]. 北京：机械工业出版社, 2017.
- 2、王兆华. 材料表面工程[M]. 北京：化学工业出版社, 2011.
- 3、徐滨士. 材料表面工程[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2005.
- 4、陈英杰. 智能材料[M]. 北京：机械工业出版社, 2013.
- 5、王新东, 王萌. 新能源材料与器件[M]. 北京：化学工业出版社, 2019.
- 6、倪星元. 纳米材料制备技术[M]. 北京：化学工业出版社, 2008.
- 7、Alex Chortos, Jia Liu, Zhenan Bao. Pursuing prosthetic electronic skin [J]. Nature Materials, 2016, 15, 937–950.

## 先进表面强化与防护

### 四川大学机械工程学院本科课程

#### 《先进表面强化与防护》教学大纲

课程名称	先进表面强化与防护	Course name	Advanced Surface Strengthen Technology and Material Protection
课程编号	302374020	Course code	302374020
课程类型	选修课	Course type	Elective
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling
授课对象	本科三年级学生	Audience	Junior
开课学期	大三上学期	Course term	Fall semester of grade 3
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	表面工程学（第2版）	Textbooks	Surface Engineering（Second Edition）
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Foundation of Material Science
授课语言	中文	Teaching Language	CHINESE
开课院系	材料成型及控制工程	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
授课教师	范洪远	Teachers	FAN HONGYUAN
大纲执笔人	范洪远	Edited by	FAN HONGYUAN
大纲审核人	孙兰	Inspected by	SUM LAN

#### 一、课程简介

材料的表面性能是材料使用性能的重要组成，表面工程学是一门新兴交叉学科，在 20 世纪 80 年代才正式形成公认的单列学科。通过本课程的学习使学生掌握有关材料表面的基本概念和某些重要理论，对现代表面技术的形成、分类、涵义和内容有一定深度的了解。通过一些典型的表面技术来了解其主要设备、技术路线、工艺实施、分析检验和具体应用

等，从而使学生对现代表面技术的形成、现状和发展有基本的了解。本课程通过理论教学和实践环节讲授材料表面性能的重要性，培养学生重视表面性能、注意改造和利用材料表面性能的思维方法和实际应用能力。

## 二、学习目标

1、掌握现代表面工程与技术的基本理论与知识、一些常见工程技术手段与方法的基本概念、原理与典型工艺，了解表面工程领域中有较大影响的新技术新工艺新设备新应用；

2、能够运用现代表面工程与技术相关理论和知识对材料工程中的一般表面技术问题进行分析，尤其是能够运用表面工程的思维方法分析解决工程问题的能力。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标分解点	学习目标
(1) 工程知识： 能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.1 掌握材料成型过程中所需的数学与自然科学知识。	学习目标 1
(2) 问题分析： 能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 2

<p>● (4) 研究： 自主选择感性的表面工程技术文献，能够基于科学原理并采用科学方法，分析文献的选题的意义和工作的目的，实验设计的思路、实验的方法、检测方法的选择，实验的结果及讨论，给出适当的分析和评判，指出文献中还有哪些内容应予以改进或补充。</p>	<p>4.3 通过对技术文献的阅读分析，学习表面工程中实际问题的解决思路和途径，运用表面工程课程所学知识分析和借鉴别人的得失，锻炼学生的实际工作能力。</p>	<p>学习目标 2</p>
--	---	---------------

#### 四、教学基本内容

本课程主要内容：

(1) 表面工程概论（含表面工程的历史与概念、组成、内容、分类、应用、发展趋势等）；  
掌握表面工程的概念、组成、内容、分类等内容，表面工程具有的作用和意义，了解表面工程的历史及发展趋势。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

(2) 表面工程基础理论（含表面晶体学、表面物理、表面化学、表面强度与表面强化、表面预处理等）；

要求学生掌握表面晶体学的基本知识，金属表面的吸附、润湿、偏析、黏着及金属表面反应现象，表面缺陷现象，表面热力学，涂层的形成机制，金属表面磨损和腐蚀的机理和特征以及控制措施，表面活性剂及表面清洗的种类、原理和特点有关知识等内容；了解表面动力学、电子学、表面粗糙度等内容。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

(3) 表面涂镀技术（含电镀、化学镀、热浸镀、涂料与涂装等）；

要求学生掌握电镀、化学镀、热浸镀，有关气相沉积的技术和薄膜的基本原理、概念、制备技术和形成机理，重点掌握化学镀、PVD技术的工艺特点等内容，了解涂料与涂装、辅助沉积等内容。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

(4) 表面改性技术（表面化学转化膜、表面装饰技术、非金属材料表面金属化、表面热

处理与表面化学热处理、高能束表面改性、气相沉积与薄膜技术、复合表面处理等)；

掌握金属化学转化膜技术、钢铁的化学氧化、铝及其合金的阳极氧化、微弧氧化、金属表面形变强化、表面淬火、化学热处理和高能束表面改性的原理、特点和应用，了解金属表面着色的工艺、等离子体表面处理等内容。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

(5) 表面加工技术(含表面微细加工、增材制造、再制造工程与绿色制造技术、表面工程设计等)；

要求学生掌握表面微细加工技术(包括光刻、电子束、离子束、激光束、超声波、电火花、电解、电铸、3D打印等)的意义、分类和内容等，了解表面微细加工技术的工艺过程等。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

(6) 表面分析与测试技术(含表面结构分析、表面物性分析、表面性能检测、表征与评价等)。

要求学生掌握材料表面层性能的表征以及性能测试的方法，表面分析和测试的设备，等内容，了解表面检测的具体过程等。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

**文献阅读环节：**在指定的学术期刊上自选一篇相关的研究型专业文献，写出文献阅读报告，内容包括该文献选题的意义和工作的目的，对该文献的选题、实验方法、检测手段、实验结果及分析、结论等内容的分析和评判，文献中还有哪些内容应予以改进和补充。

本环节学习内容对应学习目标2，支撑毕业要求指标点2.3。

## 五、建议教学进度

大三上期，每周 4 学时

表面工程概论 学时：2 学时

表面工程基础理论 学时：8 学时

表面涂镀技术 学时：6 学时

表面改性技术 学时：10 学时

表面加工技术 学时：2 学时

表面分析与测试技术 学时：2 学时

实验/文献阅读项目 学时：2 学时

## 六、教学策略与方法

课程教学中，从人们熟知的生活现象引入到表面工程的历史与发展，全面介绍表面工程的分类和应用，重点讲解表面工程的理论基础，强调预处理对表面工程技术最终效果的重要性。对表面工程技术的讲授，主要结合实际工程问题讲解其理论和运用，并介绍本领域最新的技术成果。

本课程实践环节为文献阅读，要求学生根据自己在课程中所学的知识，选择其最感兴趣的领域，在一年内的下列专业期刊上，任选一篇相关的研究型专业文献。

表面技术	Surface & Coating Technology
中国表面工程	Surface Engineering
腐蚀与防护	Thin Solid Films
材料保护	Corrosion
金属学报	Vacuum

然后认真阅读该文献，力争全部读懂后写出文献阅读报告(2000~4000字)，内容包括：文献的作者、名称、来源（按标准写法）；选题的意义和工作的目的，实验设计的思路、实验的方法、检测方法的选择，实验的结果及讨论，文献中的主要图表、主要结论等内容的简要介绍；对该文献的选题、实验方法、检测手段、实验结果及分析、结论等内容的分析和评判，文献中还有哪些内容应予以改进和补充，对该文献的总体评价。

### 七、考核方式

闭/开卷笔试+文献阅读+平时作业

### 八、成绩评定方法

本课程成绩评定方法为：

- 1、平时作业，占总成绩的 40%；
- 2、实验/文献阅读，占总成绩的 20%；
- 3、期末考试，占总成绩的 40%。

### 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

教材：表面工程学（第2版）；曾晓雁 吴懿平 编 机械工业出版社；2017年4月

参考书：表面科学与技术；姚寿山 等编，机械工业出版社；2015年9月

现代表面技术（第2版）；钱苗根 主编，机械工业出版社；2016年7月

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《先进材料及应用》教学大纲

课程名称	先进材料及应用	Course name	Functional Materials and Application
课程编号	302056020	Course code	30284920
课程类型	选修课	Course type	optional course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling
开课学期	大三下学期	Course term	Junior
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	功能材料及应用	Textbooks	
先修课程	材料科学基础	Prerequisite	Foundation of Material Science
授课语言	中文	Teaching Language	CHINESE
开课院系	材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
授课教师	孙兰	Teachers	SUN LAN
大纲执笔人	孙兰	Edited by	SUN LAN
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、 课程简介

本课程主要介绍先进材料的组成、结构、性能、制备和应用，着重论述反映当代功能材料科学发展的主要前沿领域。主要内容包括超导材料、智能材料、磁性材料、非晶态合金、梯度功能材料、纳米材料、储氢材料及其他各种功能材料。该课程的主要任务是使学生理解先进材料功能特性产生的内在本质，掌握材料功能特性基本的实验测试方法与分析技术，培养学生综合分析、解决问题的能力，为今后从事新材料开发与研制工作打下坚实基础。

#### 二、 学习目标

1. 掌握几种先进材料的基本理论知识、制备方法及应用领域，包括储氢材料、超导材

料、磁性材料、形状记忆合金、纳米材料、梯度功能材料、非晶态合金；

2. 能够针对新型先进材料查阅文献，归纳总结并分析，了解高技术新型功能材料的发展趋势；

3. 对现有功能材料能够认识其主要的性能和不足之处，并能提出相应的解决办法。

4. 能够根据新材料的发展过程，能够选择开展新材料研究的方法。

### 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有解决材料成型过程中的复杂工程问题所需的专业知识；	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.2 能够进行文献检索、资料查询，用于材料成型过程中复杂工程问题的研究与分析。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 3、4

### 四、教学基本内容

本课程教学内容包括：

#### 第一章 先进材料绪论

1. 材料的分类及发展
2. 先进材料的概念及特点
3. 先进功能材料的分类
4. 先进材料发展及展望

教学重点：先进材料的概念、特点与结构材料的区别，金属功能材料的种类和各自的应用领域和我国的发展趋势。

了解：材料的发展对人类文明发展的作用和材料的分类；先进材料的分类方法及功能材料在高兴技术领域的重要性；

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

## 第二章 储氢材料

1. 能源危机
2. 储氢材料介绍
3. 储氢材料储氢原理及条件
4. 储氢材料种类
  - a) 镁系合金
  - b) 稀土系合金
  - c) 钛系合金
  - d) 锆系合金
  - e) 碳纳米管
5. 储氢材料的应用

教学重点：储氢材料概念、储氢原理、相平衡及条件；

教学难点：储氢材料元素选择及储氢和放氢过程的相平衡。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3, 2.2。

## 第三章 磁性材料

1. 磁性的基本知识
  - a) 物质的磁性
  - b) 磁性的来源
  - c) 磁学的基本参量
  - d) 磁性的分类
2. 磁性材料分类及特点
  - a) 软磁材料
  - b) 硬磁材料
  - c) 矩磁材料
  - d) 压磁材料
  - e) 磁记录材料
3. 磁性材料的应用
4. 磁性材料的发展及展望

教学重点：磁学的基本参量、磁性的分类、各类磁性材料的特点；

教学难点：磁性的来源及磁性的分类。

本章学习内容对应学习目标1、2、3，支撑毕业要求指标点1.2, 2.2, 2.3。

## 第四章 形状记忆材料

1. 形状记忆效应及记忆原理
2. 形状记忆材料分类
  - a) Ti-Ni 基形状记忆合金
  - b) Cu 基形状记忆合金
  - c) Fe 基形状记忆合金
  - d) ZrO<sub>2</sub> 形状记忆陶瓷
3. 形状记忆材料应用
4. 材料的发展及展望

教学重点：形状记忆合金概念、记忆效应及记忆原理；

教学难点：形状记忆原理

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3, 2.2。

## 第五章 纳米材料

1. 纳米材料及纳米技术
  - a) 纳米材料
  - b) 纳米材料的特性
  - c) 纳米技术
2. 纳米结构单元
3. 典型的纳米材料
4. 纳米材料的制备方法
  - a) 物理方法
  - b) 化学方法
5. 纳米材料的性能
  - a) 热学性能
  - b) 磁学性能
  - c) 光学性能
  - d) 力学性质
  - e) 纳米微粒悬浮液和动力学性质
  - f) 表面活性及敏感特性
  - g) 光催化性能
6. 纳米材料的应用及发展

教学重点：纳米材料的性能及制备方法

教学难点：纳米结构单元、纳米材料性能

课后作业并讨论：材料到纳米尺度后有何危害？

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.2, 2.2, 2.3。

## 第六章 梯度功能材料

1. 梯度功能材料介绍
2. 梯度功能材料的特点及分类
3. 梯度功能材料的研究方法
  - a) 材料设计
  - b) 材料合成
  - c) 特性评价
4. 梯度功能材料的应用

教学重点：梯度功能材料的特点

教学难点：梯度材料的研究方法

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.2, 2.2, 2.3。

## 第七章 非晶态合金

1. 非晶态合金的发展简史
2. 非晶态合金制备
3. 非晶态合金种类
  - a) 金属+金属型
  - b) 金属+类金属型
4. 非晶态合金特点及应用

教学重点：非晶态合金特点

教学难点：非晶态合金的种类及制备

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.2, 2.2, 2.3。

## 第八章 超导材料

- 1、超导现象及超导材料的基本性质
  - 超导体的基本特性
  - 超导体的临界参数
  - 超导体的种类
  - 超导体的微观机制
- 2、超导体的发展及分类
- 3、超导材料应用

教学重点：超导体的基本性质、超导体的临界参数

教学难点：超导材料的微观机制

课后作业：现有的超导材料及产品有哪些性能和使用方面的不足

本章学习内容对应学习目标 1、2、3，支撑毕业要求指标点 1.2, 2.2, 2.3。

**课堂讨论：**学生分组。针对课程未涉及的功能材料进行课堂 PPT 讲解

## 五、建议教学进度

第一章 绪论	学时数 4
第二章 储氢材料	学时数 4
第三章 磁性材料	学时数 4
第四章 形状记忆合金	学时数 4
第五章 纳米材料	学时数 4
第六章 梯度功能材料	学时数 2
第七章 非晶态合金	学时数 2
第八章 超导材料	学时数 4
课堂讨论	学时数 4

## 八、教学策略与方法

1、阐述各种先进功能材料，理论联系实际，针对材料的发展趋势培养学生分析问题的能力。

2、通过案例分析，小组讨论，强调材料的不同功能特性，使学生能够认识到不同功能材料的特点、优势和不足。

3、学生选取一种先进功能材料，制作 ppt，课堂展示，需要包括的内容有材料应用、成分、组织、性能及成本等方面的内容，理论教学与实验训练相结合，使学生能够在分析、研究和文献检索等方面，得到培养和锻炼。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程作业，课堂讨论

## 八、成绩评定方法

本课程成绩评定方法为：

- 1、课后作业、课堂 ppt 展示占总成绩的 60%；
- 2、期末考试，占总成绩的 40%。
- 3、本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	作业	期末考试	
学习目标 1	指标点 1.3		1	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.2	1		$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 2.3	0.8	0.2	$\Sigma=1.0$

4、期末考试卷面成绩低于 50 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

#### 十一、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

教材名称：功能材料及应用，作者：孙兰，出版社：四川大学大学出版社

本课程主要参考资料包括：

功能材料导论，作者：李廷希，张文丽，中南大学出版社

功能材料概论，作者：殷景华等，哈尔滨工业大学出版社

新型功能材料，作者：汪济奎，郭卫红，李秋影，华东理工大学出版社

## 先进材料连接技术

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《先进材料连接技术》教学大纲

课程名称	先进材料连接技术	Course name	Advanced Materials Joining Technology
课程编号	302373020	Course code	302373020
课程类型	选修课	Course type	Selective course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling Engineering
开课学期	三年级上学期	Course term	The First Semester of Grade 3
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	先进连接技术及应用	Textbooks	Advanced Joining Technology and Application
先修课程	材料科学基础；材料力学性能；材料检测与控制	Prerequisite	Foundation of Material Science； Mechanical Performance of Materials； Measuring and Controlling of Materials
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling Engineering
授课教师	杨刚	Teachers	Yang Gang
大纲执笔人	杨刚	Edited by	Yang Gang
大纲审核人		Inspected by	

### 一、 课程简介

本课程以揭示金属材料或机械零部件连接过程中的物理冶金、化学冶金和力学冶金的普遍规律，介绍金属材料或机械零部件连接过程中目前主要的先进焊接方法，讲解各种工程材料常用的连接技术，以实现先进的连接技术在各种工程材料中的具体应用为目标。通过本课程学习，使学生理解金属材料焊接性的基本理论；了解如扩散焊、高频焊、摩擦焊、激光焊、爆炸焊、超声波焊、电子束焊等先进的连接技术；为学生在实际工程中进行连接方法的应用、焊接工艺的制定及焊接接头的质量检测打下良好的基础。

## 二、 学习目标

1、能够理解金属材料焊接性的基本理论，了解目前各种先进的材料连接技术，了解常用工程材料的焊接特性及其主要的连接方法。

2、了解各种先进连接技术的相关特性以及有关工程材料连接过程中的关键环节及重要工艺参数，并能够对工程材料连接过程中有关工艺参数对连接质量的影响进行初步的分析和评价。

3、能够对常见工程材料连接过程中出现的各种焊接缺陷进行初步的原因分析和开展有关的实验验证，并初步具备焊接工艺设计和操作规范制定的能力。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 3

## 四、教学基本内容

### 第 1 章 电弧焊的基本理论

1、介绍课程学习的重要意义、性质、特点、任务、内容，材料连接技术国内外的发展现状及发展趋势，以及学习要求、学习方法、考核方法；

2、介绍焊接电弧的导电特点、焊接电弧的构成及其导电特性；焊接电弧中的能量平衡、

电弧的能量密度和温度分布、电弧的主要作用；电弧的挺度、电弧的磁偏吹；熔池和焊缝的形状尺寸、焊接条件对焊缝成型的影响。

**要求学生：**

- 1) 学习本课程时，用一个“焊接工程师”的标准来要求自己 and 思考问题；
- 2) 注意本课程的工程性和实用性较强，与以往学习的理论课程有较大不同；
- 3) 注重对电弧焊有关基本概念如实效电离电压、冷阴极电弧等的理解；
- 4) 本章的重点在于焊接电弧、焊接电弧的能量平衡及电弧力、焊缝成型系数；
- 5) 结合本课程的学习，复习已经学习过的有关知识，如物理、数学、材料科学基础等课程；
- 6) 利用课余时间阅读参考书和查阅手册，培养学生独立获取知识的能力。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

**第 2 章 钨极氩弧焊**

介绍钨极氩弧焊的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象等。

**要求学生：**

- 1) 初步了解工程材料常见的一些焊接方法，为后续学习工程材料的焊接打下基础并做好铺垫；
- 2) 了解钨极氩弧焊的优缺点、电流种类和极性和钨极氩弧焊工艺；
- 3) 本章的重点在于了解钨极氩弧焊的原理、工艺特点及其应用。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

**第 3 章 埋弧焊**

介绍埋弧焊的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象等。

**要求学生：**

- 1) 初步了解工程材料常见的一些焊接方法，为后续学习工程材料的焊接打下基础并做好铺垫；
- 2) 了解埋弧焊的优缺点、冶金特点及焊接材料、埋弧焊工艺；
- 3) 本章的重点在于了解埋弧焊的原理、工艺特点及其应用。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第4章 高频焊

介绍高频焊的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

**要求学生：**

1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法,为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫;

2) 了解高频焊的原理、优缺点、分类,及其工艺特点、工艺参数;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解高频焊过程中的两大效应——集肤效应和邻近效应。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第5章 激光焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——激光焊,主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

**要求学生：**

1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法,为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫;

2) 了解激光焊的工作原理、分类、设备、工艺特点、使用范围;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解激光焊过程中的几种效应。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第6章 电子束焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——电子束焊,主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

**要求学生：**

1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法,为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫;

2) 了解电子束焊的工作原理、分类、设备、工艺特点、常用材料的电子束焊;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解电子束焊接的基本原理。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### 第 7 章 扩散焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——扩散焊，主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

#### 要求学生：

- 1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法，为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫；
- 2) 了解扩散焊的工作原理、分类、设备、工艺特点、使用范围；
- 3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用；
- 4) 本章的难点在于理解扩散焊过程中的几个阶段。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### 第 8 章 钎焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——钎焊，主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

#### 要求学生：

- 1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法，为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫；
- 2) 了解钎焊的原理、钎焊用钎料、钎焊用钎剂、常用钎焊方法；
- 3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用；
- 4) 本章的难点在于理解钎料与钎剂的选用原则。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### 第 9 章 摩擦焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——摩擦焊，主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

#### 要求学生：

- 1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法，为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫；

2) 了解摩擦焊的优缺点、分类, 重点了解连续驱动摩擦焊和搅拌摩擦焊的工作原理、工艺特点、工艺参数;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解连续驱动摩擦焊与搅拌摩擦焊中众多工艺参数的内涵及选择。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第 10 章 超声波焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——超声波焊, 主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

### 要求学生:

1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法, 为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫;

2) 了解超声波焊的工作原理、分类、设备、工艺特点、典型材料的超声波焊;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解超声波焊接的基本原理。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第 11 章 爆炸焊

介绍近年快速发展而形成的一种先进连接方法——爆炸焊, 主要介绍该连接方法的工作原理、工艺特点、工艺参数和应用对象。

### 要求学生:

1) 了解近年快速发展的一种先进连接方法, 为后续学习工程材料的焊接以及今后从事材料连接技术的应用和研究打下基础并做好铺垫;

2) 了解爆炸焊的工作原理、分类、工艺特点、工艺安装、常见缺陷、安全操作规范;

3) 本章的重点在于了解该连接方法的原理、工艺特点及其应用;

4) 本章的难点在于理解爆炸焊的基本原理及工艺安装的重要性。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

## 第 12 章 熔化极气体保护焊

简要介绍熔化极气体保护焊的工作原理、工艺特点和工艺参数等。

**要求学生：**

1) 初步了解工程材料常见的一些焊接方法，为后续学习工程材料的焊接打下基础并做好铺垫；

2) 了解熔化极气体保护焊的优缺点、CO<sub>2</sub>气体保护焊、惰性气体保护焊、混合气体保护焊、药芯焊丝 CO<sub>2</sub>气体保护焊；

3) 本章的重点在于了解熔化极气体保护焊的原理、工艺特点及其应用。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

**第 13 章 碳钢和铸铁的焊接**

介绍低碳钢、中碳钢和高碳钢的焊接；灰铸铁的焊接性；灰铸铁常用的焊接法。

**要求学生：**

1) 清楚低碳钢、中碳钢和高碳钢不同的焊接特性及三种碳钢的焊接工艺特点；

2) 在实际工程应用中能够针对不同的碳钢类型进行焊接方法的选择及焊接工艺的设计；

3) 清楚灰铸铁的焊接工艺；

4) 注意灰铸铁电弧热焊与电弧冷焊的区别，清楚两种焊接法的具体应用。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。本章学习内容同时对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.3。

**课程实验：**

实验项目名称——低碳钢熔焊接头分区微观组织与性能分析

实验总学时：4 学时

本课程实验的目的是要求学生能够针对工程材料焊接过程中容易出现的常见缺陷进行实验验证和分析研究，能够制定实验方案并实施实验，获取、分析和解释相关数据和现象并得出结论，最终能以实验报告的形式呈现实验成果。

本课程实验对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.3。

**五、教学进度计划**

第 1 章 电弧焊的基本理论（3 学时）

第 2 章 钨极氩弧焊（1 学时）

第 3 章 埋弧焊（2 学时）

- 第4章 高频焊（2学时）
  - 第5章 激光焊（2学时）
  - 第6章 电子束焊（1.5学时）
  - 第7章 扩散焊（2.5学时）
  - 第8章 钎焊（2.5学时）
  - 第9章 摩擦焊（3.5学时）
  - 第10章 超声波焊（2学时）
  - 第11章 爆炸焊（2学时）
  - 第12章 熔化极气体保护焊（2学时）
  - 第13章 碳钢和铸铁的焊接（2学时）
- 课程实验：（4学时）

## 六、教学策略与方法

1. 阐述基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力；
2. 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学；
3. 通过案例分析和启发式教学，强调焊接理论的掌握和焊接方法的运用；
4. 理论教学与实践课程相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养，注重培养学生思考和解决复杂工程问题的意识和能力。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程作业报告，上课考勤，撰写实验报告

## 八、成绩评定方法

总成绩=闭卷笔试（50%）+课程作业报告（25%）+考勤（5%）+撰写实验报告（20%）

## 九、教材及参考书

教材：陈玉华、尹立孟主编，《先进连接技术及应用》，普通高等院校航空航天专业规划教材，航空工业出版社，2019年

参考书：1、李志勇主编，《特种连接方法及工艺》，北京大学出版社，2012年

2、熊腊森主编，《焊接工程基础》，机械工业出版社，2017年



## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《粉末冶金工程》教学大纲

课程名称	粉末冶金工程	Course name	Powder Metallurgy Engineering
课程编号	302044020	Course code	302044020
课程类型	选修课	Course type	compulsory course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	material forming and control engineering
开课学期	三春	Course term	the spring term of third grade
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	粉末冶金原理	Textbooks	Powder Metallurgy Principle
先修课程	材料科学基础、材料力学性能	Prerequisite	fundamentals of material science, mechanical properties of materials
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	材料成型与控制工程系	Course offered by	Department of material forming and control engineering
授课教师	冯可芹	Teachers	Feng Keqin
大纲执笔人	冯可芹	Edited by	Feng Keqin
大纲审核人		Inspected by	

## 一、 课程简介

本课程着重介绍粉末冶金的基本概念和基本原理,围绕粉末冶金材料产品的制备工艺过程这一主线贯穿教学内容,课程的系统性、综合性、实用性都比较强,是材料成型及控制工程教学计划中的选修课之一。系统介绍粉体制备的原理及方法、粉末结构与性能分析、粉体压制成形原理及技术、粉体材料烧结致密化原理与技术,以及粉末冶金材料的结构与特性。通过本课程的理论教学与实践性环节的结合,使学生对粉末冶金工程有系统性的了解,并能掌握粉末冶金的相关原理。

## 二、 学习目标

1. 掌握粉体制备、粉末压制成形以及烧结致密化等工艺过程的基本原理和基本概念,以及粉体结构和性能分析评价、粉末冶金材料的结构与性能的关系。

2. 通过对几种有代表性的制粉方法、粉体成形技术、烧结技术的学习,能够对比分析各种方法和技术的优缺点,能对实际应用问题进行合理的分析、评价。

### 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 2

### 四、教学基本内容

#### 第一章. 绪言

介绍粉末冶金科学的基本定义、工艺、发展、特点和应用、未来。

**要求学生：**从整体上对粉末冶金工程有初步认识。

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

#### 第二章. 粉体制备的原理及方法

在介绍粉末制备方法的分类的基础上，对具有代表性的几种制粉方法的原理、制备粉末的特点和应用进行详细介绍。

**要求学生：**

- ①粉末制备方法的分类；
- ②雾化法、还原法、电解法制备粉末的特点；
- ③水雾化法制备铁粉、固体碳还原法制备铁粉、电解法制备铜粉的原理和影响因素。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

#### 第三章. 粉末结构与性能分析

粉末的构造和表面状态，粉末的物理性能、工艺性能及其测定方法，粉末综合性能的评价方法和标准。

**要求学生：**

- ①粉末颗粒的形状及粒度；
- ②粉末的流动性、压缩性和成形性。
- ③流动性、压缩性和成形性的综合评价及影响因素。

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

#### 第四章. 成形前粉末的预处理

粉末成形前分级、合批、退火、筛分、混合、制粒、加润滑剂、加成形剂等预处理工艺特点及作用，以及粉末操作安全与健康因素。

**要求学生：**

- ①成形前各预处理工艺的特点及作用；

②成形前粉末预处理工艺的选用；

本章学习内容对应学习目标1，支撑毕业要求指标点1.3。

### 第五章. 粉体压制成形原理

粉末模压成形过程中压制现象及其在过程中性能的变化，影响压制过程和压坯质量的因素。

**要求学生：**

①模压成形方法的特点及应用；

②粉末模压压制过程的变化和压坯质量的影响因素；

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

### 第六章. 特殊成形技术

粉末等静压成形、无压成形、加压成形、热压成形、注射成形、温压成形、连续成形、锻造成形等特殊成形方法的基本原理和工艺特点。

**要求学生：**

①多种特殊成形方法的基本原理和工艺特点；

②根据产品形状和要求选择合理的特殊成形技术；

本章学习内容对应学习目标2，支撑毕业要求指标点2.3。

### 第七章. 粉体材料烧结致密化原理与技术

烧结过程热力学和几种烧结机构的基础理论，固相烧结、液相烧结，强化烧结技术，全致密工艺，烧结气氛。

**要求学生：**

① 理解烧结驱动力和烧结机构；

② 固相烧结和液相烧结的特点和条件；

③ 强化烧结的实质及技术；

④ 烧结气氛的分类及应用。

本章学习内容对应学习目标1、2，支撑毕业要求指标点1.3、2.3。

### 第八章. 粉末冶金材料的结构与特性

粉末冶金材料的孔隙特征，孔隙与力学性能、物理性能、工艺性能的关系

**要求学生：**

① 粉末冶金材料的孔隙特征及表征测定；

② 孔隙与材料力学性能、物理性能、工艺性能的关系

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。

### 实验

粉体特性测试综合实验。

**要求学生：**

掌握粉末的安息角、流动性、松装密度、振实密度的测量方法，掌握粉体粒度的筛分析法分析法，深化学生对粉体特性的理解。

本实验内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。

## 五、建议教学进度

第一章. 绪言	学时数 2
第二章. 粉体制备的原理及方法	学时数 4
第三章. 粉末结构与性能分析	学时数 3
第四章. 成形前粉末的预处理	学时数 1
第五章. 粉体压制成形原理	学时数 4
第六章. 特殊成形技术	学时数 4
第七章. 粉体材料烧结致密化原理与技术	学时数 8
第八章. 粉末冶金材料的结构与特性	学时数 2
实验	学时数 4

## 六、教学策略与方法

1. 阐述基本原理和方法，理论联系实际，培养学生创新能力。
2. 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学。
3. 理论教学与实验相结合，加深学生对知识的理解以及动手能力的培养。

## 七、考核方式

开卷笔试，实验，平时考核

## 八、成绩评定方法

1. 综合成绩构成：课堂成绩（75%）+实验成绩（25%）  
课堂成绩构成：平时成绩（25%）+期末成绩（50%）  
课堂成绩平时成绩构成：课后作业（20%）+考勤（5%）
2. 强制达标线

期末考试卷面成绩低于 45 分，即判定本门课程综合成绩不及格。

本课程学习目标的评价方法权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	课后作业	实验	期末考试	权重之和
学习目标 1	指标点 1.3	0.30	0.30	0.40	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 2.3	0.50	-	0.50	$\Sigma=1.0$

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 《粉末冶金原理》阮建明、黄培云，机械工业出版社，2023
2. 《材料成型及控制工程专业实验教程》郭智兴等，四川大学出版社，2018



## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《机械零件成型材料及熔炼》教学大纲

课程名称	机械零件成型材料及熔炼	Course name	Machine Parts Forming Materials and Smelting
课程编号	302370020	Course code	302370020
课程类型	选修课	Course type	Selective course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling Engineering
开课学期	三年级下学期	Course term	The Second Semester of Grade 3
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	铸造合金及其熔炼	Textbooks	Cast Alloys and Smelting
先修课程	材料科学基础；材料力学性能；材料检测与控制	Prerequisite	Foundation of Material Science; Mechanical Performance of Materials; Measuring and Controlling of Materials
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院材料成型及控制工程系	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling Engineering
授课教师	杨刚	Teachers	Yang Gang
大纲执笔人	杨刚	Edited by	Yang Gang
大纲审核人		Inspected by	

## 四、 课程简介

本课程是介绍机械零件铸造成型所常用材料的合金成分、熔炼、热处理等工艺因素以及材料金相组织与机械性能之间关系的基础课程，是材料成型及控制工程专业重要的专业课程，主要介绍铸铁的结晶与组织的形成、灰口铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、特种铸铁、铸铁的凝固及组织形成与控制的基本理论；铸造碳钢、铸造低合金钢和铸造高合金钢的化

学成分、组织与性能，以及铸钢的热处理；铸造铝合金、铸造铜合金、铸造镁合金、铸造锌合金的合金牌号、化学成分、组织与性能控制；冲天炉熔炼、电弧炉熔炼、感应电炉熔炼的原理，以及铸铁、铸钢溶液的炉外精炼，铸造有色合金的熔炼等。通过本课程学习，为学生后续课程学习及在实际工程中进行机械零件铸造成型合金的设计和应用打下良好的基础。

## 五、 学习目标

1. 能够理解机械零件铸造成型材料所常用的铸铁合金、铸钢合金和铸造有色合金在成分设计、组织控制、熔炼工艺等方面的基本理论和基础知识，基本表达机械零件铸造成型所用工程材料在铸造生产过程中的实际问题，并初步具备对铸铁合金、铸钢合金和铸造有色合金三种材料的成分设计、工艺设计和熔炼设计能力。

2. 能够分析和确定机械零件铸造成型的常见合金材料在生产过程中的关键问题与参数，对铸铁合金、铸钢合金和铸造有色合金三种材料在铸造成型生产和工程应用中的实际工程问题进行分析和评价，并取得有效结论。

3. 能够应用材料成型的相关理论和知识，对机械零件铸造成型材料在成分设计、组织控制、熔炼工艺和热处理等重要环节对机械零件成型质量和性能的影响进行分析和评价，并初步具备高质量机械零件铸件生产工艺设计和操作规范制定的能力。

## 六、 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.3 具有材料成型与控制工程专业知识及其应用能力。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2

进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 3
------------------------	--	--------

#### 四、教学基本内容

##### 第 1 章 绪论

介绍课程学习的重要意义、性质、特点、任务、内容，机械零件成型材料及熔炼技术目前国内外的现状和发展趋势，以及学习要求、学习方法、考核方法。

##### 要求学生：

初步理解本课程的学习内容以及本课程在专业中的地位和意义，要求学生以后能够运用本课程所学知识，分析和解决机械零件在成型材料设计及熔炼过程控制等实际工程应用中的相关问题。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。

##### 第 2 章 铸铁的结晶及组织形成

简要介绍铸铁合金的种类；铸铁的相与组织；Fe-C 合金双重相图；铸铁的一次结晶；铸铁的二次结晶；化学成分对铸铁组织的影响；工艺因素对铸铁组织的影响等。

##### 要求学生：

- 1) 理解及掌握铁碳双重相图；
- 2) 掌握铸铁一次结晶、二次结晶过程；
- 3) 掌握成分、工艺对铸铁组织的影响。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

##### 第 3 章 灰口铸铁

介绍灰铸铁的组织 and 性能；灰铸铁的生产；提高灰铸铁力学性能的途径；灰铸铁的孕育；灰铸铁的热处理。

##### 要求学生：

- 1) 清楚不同石墨等级的形态及其形成条件；
- 2) 了解灰铸铁的铸造特点及其相关应用；
- 3) 清楚提高灰铸铁力学性能的相关途径；

4) 了解孕育的作用及孕育机理；

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

#### **第 4 章 球墨铸铁**

介绍球墨铸铁的组织和性能；球墨铸铁的生产；球墨铸铁的铸造性能及主要缺陷；球墨铸铁的热处理。

**要求学生：**

- 1) 了解球墨铸铁不同组织与机械性能之间的关系；
- 2) 了解球墨铸铁生产中的若干重要控制因素；
- 3) 清楚球墨铸铁的凝固特点；
- 4) 了解球墨铸铁生产中容易出现的有关铸造缺陷。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。本章学习内容同时对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.3。

#### **第 5 章 蠕墨铸铁**

介绍蠕墨铸铁的组织和性能；蠕墨铸铁的生产；蠕墨铸铁的热处理等。

**要求学生：**

- 1) 了解蠕墨铸铁中石墨的结构、金相特点及组织特征；
- 2) 清楚蠕墨铸铁的力学性能特点；
- 3) 蠕墨铸铁的炉前处理及其工艺控制；
- 4) 了解蠕墨铸铁的热处理工艺制度。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

#### **第 6 章 可锻铸铁与特种铸铁**

介绍可锻铸铁的组织和性能；可锻铸铁的生产；可锻铸铁的热处理等。介绍减摩铸铁、抗磨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁。

**要求学生：**

- 1) 清楚可锻铸铁的分类、特点及应用；
- 2) 了解可锻铸铁的性能特点；
- 3) 了解可锻铸铁的热处理工艺及其控制参数；
- 4) 清楚石墨和基体组织对铸铁减摩性的影响；

- 5) 了解减摩铸铁的有关应用；
- 6) 了解铸铁组织与抗磨性的关系；
- 7) 了解耐热铸铁中防止铸铁氧化的主要措施；
- 8) 了解耐蚀铸铁的有关工程应用；
- 9) 查阅资料，进一步了解特种铸铁在现代工业中的相关应用。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### **第 7 章 铸造碳钢**

介绍铸造碳钢的化学成分及性能；铸造碳钢的结晶与组织；碳钢中各元素对力学性能的影响；铸造碳钢的热处理等。

**要求学生：**

- 1) 清楚铸钢与铸铁各有什么优缺点；
- 2) 清楚铸钢的一次结晶和二次结晶；
- 3) 了解影响铸钢晶粒大小的相关因素；
- 4) 清楚魏氏组织的形成过程；
- 5) 了解减轻宏观偏析的措施；
- 6) 了解铸钢中气体和夹杂的来源及其影响。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### **第 8 章 铸造低合金钢**

介绍合金元素在钢中的作用；普通铸造低合金钢；特殊低合金钢；铸造低合金钢的热处理等。

**要求学生：**

- 1) 了解合金元素对相图的影响；
- 2) 清楚合金元素对组织和性能的影响；
- 3) 常用的普通铸造低合金钢有哪些；
- 4) 了解铸造低合金钢的热处理工艺。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### **第 9 章 铸造高合金钢**

主要介绍铸造高锰钢、铸造耐蚀不锈钢、铸造耐热钢。

**要求学生：**

- 1) 了解高锰钢的成分、组织、性能及热处理；
- 2) 了解高锰钢的加工硬化机理；
- 3) 掌握提高高锰钢性能的途径；
- 4) 了解不锈钢的化学成分、组织及耐腐蚀原理；
- 5) 了解常用的耐热铸钢及提高钢抗氧化性的途径。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。本章学习内容同时对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.3。

### 第 10 章 铸造有色合金

介绍铝硅合金的牌号、成分和性能；Si 对 Al-Si 合金的影响；提高铸造 Al-Si 合金性能的途径；铸造 Al-Si 合金的变质；铸造 Al-Si 合金的合金化；常见的 Al-Cu 合金、Al-Mg 合金、Al-Zn 合金等。介绍铸造锡青铜；铸造铝青铜；铸造铅青铜；Cu-Zn 二元黄铜；铝黄铜；锰黄铜；硅黄铜等。介绍铸造镁合金的种类及性能；Zn-Al 合金及其合金化；压铸锌合金、高 Al 锌合金等。

**要求学生：**

- 1) 了解 Si 对 Al-Si 合金组织和性能的影响；
- 2) 清楚提高铸造 Al-Si 合金性能的相关方法；
- 3) 常用的合金元素在 Al-Si 合金中的作用；
- 4) 了解铸造铝合金的热处理工艺规范；
- 5) 了解 Cu-Sn 二元合金的成分、组织及性能特点；
- 6) 了解铝青铜的优缺点，以及 Cu-Zn 合金的力学性能、铸造性能及耐蚀性能；
- 7) 了解铸造镁合金的牌号、化学成分及力学性能；
- 8) 清楚稀土镁合金耐热性好的原因；
- 9) 了解超声振动细化镁合金的机理，以及压铸锌合金的特点。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

### 第 11 章 冲天炉熔炼

主要介绍冲天炉的燃烧过程原理；冲天炉的热交换过程；冲天炉的冶金反应；冲天炉熔炼过程；冲天炉的配料计算；冲天炉强化熔炼的主要措施；

**要求学生：**

- 1) 了解冲天炉的燃烧过程原理、焦炭燃烧特点及其影响因素；
- 2) 了解冲天炉的底焦高度变化规律；
- 3) 了解冲天炉各区的热交换过程；
- 4) 了解冲天炉各个区域的冶金反应；
- 5) 清楚冲天炉熔炼过程中合金元素的变化规律；
- 6) 能对冲天炉熔炼进行配料计算；
- 7) 了解冲天炉强化熔炼的相关措施。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。本章学习内容同时对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 2.3。

## **第 12 章 电弧炉与感应炉熔炼**

介绍电弧炉炼钢特点；碱性电弧炉熔炼；碱性电弧炉吹氧返回法炼钢；酸性电弧炉熔炼；电弧炉典型钢种的冶炼。介绍感应炉的基本工作原理；铸铁的感应炉熔炼；铸钢的感应炉熔炼；感应电炉的配料计算等。

**要求学生：**

- 1) 了解电弧炉炼钢的特点；
- 2) 清楚氧化法炼钢和不氧化法炼钢的有关过程；
- 3) 了解吹氧返回法炼钢原理及工艺特点；
- 4) 了解酸性电弧炉炼钢的特点及工艺要点；
- 5) 了解合金结构钢的冶炼规范；
- 6) 了解感应电炉的结构及基本工作原理；
- 7) 清楚感应电炉的分类情况；
- 8) 了解铸钢和铸铁感应炉熔炼的相关过程；
- 9) 能对感应电炉用金属炉料进行配料计算。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1。

## **第 13 章 炉外精炼与有色合金熔炼**

主要介绍铸铁溶液的炉外精炼；铸钢溶液的炉外精炼；铸造有色合金熔炼等。

**要求学生：**

- 1) 了解冲天炉炉外脱硫及其方法；

- 2) 了解 AOD 法的吹炼过程及冶金反应;
- 3) 了解真空氧氩脱碳转炉精炼法;
- 4) 了解 VODC 法的精炼过程的两个阶段;
- 5) 清楚有色合金熔炼对设备的相关要求。

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1。

#### **第 14 章 解决复杂工程问题案例教学：灰铸铁发动机缸体异常锈斑研究**

教学内容:

- 1) 灰铸铁发动机缸体异常锈斑分析背景
- 2) 灰铸铁发动机缸体异常锈斑实验分析方案
- 3) 异常锈斑的金相组织观察
- 4) 异常锈斑的扫描电镜及能谱分析
- 5) 锈斑形成原因及机理初步分析
- 6) 熔炼用孕育剂的检测分析
- 7) 研究结论及解决办法

本章学习内容对应学习目标 1, 支撑毕业要求指标点 1.3。本章学习内容同时对应学习目标 2, 支撑毕业要求指标点 2.1 和 2.3。

**课程实验:**

实验项目名称——铝合金熔铸综合实验

实验总学时: 4 学时

本课程实验的目的是通过学生对工业应用十分广泛的铝合金进行熔铸综合实验,使学生掌握坩埚电阻炉熔炼铝合金的工艺和过程,了解熔炼工艺对铸造铝合金质量的影响,掌握铝合金软材料金相试样的制备方法,能够制定实验方案并实施实验,获取、分析和解释相关数据和现象并得出结论,最终以实验报告的形式呈现实验成果。

本课程实验对应教学目标 3, 支撑毕业要求指标点 2.3。

### **五、教学进度安排**

- 第 1 章 绪论 (2 学时)
- 第 2 章 铸铁的结晶及组织形成 (2 学时)
- 第 3 章 灰口铸铁 (2 学时)
- 第 4 章 球墨铸铁 (2 学时)

- 第5章 蠕墨铸铁（2学时）
  - 第6章 可锻铸铁与特种铸铁（2学时）
  - 第7章 铸造碳钢（1.5学时）
  - 第8章 铸造低合金钢（1.5学时）
  - 第9章 铸造高合金钢（1学时）
  - 第10章 铸造有色合金（3学时）
  - 第11章 冲天炉熔炼（3学时）
  - 第12章 电弧炉与感应炉熔炼（2学时）
  - 第13章 炉外精炼与有色合金熔炼（2学时）
  - 第14章 解决复杂工程问题案例教学：灰铸铁发动机缸体异常锈斑研究（2学时）
- 课程实验：铝合金熔铸综合实验（4学时）

## 六、教学策略与方法

1. 阐述基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力；
2. 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学；
3. 教学过程中运用案例分析和启发式教学；
4. 理论教学与课程实验相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养，注重培养学生思考和解决复杂工程问题的能力。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程作业，上课考勤，实验报告

## 八、成绩评定方法

总成绩=闭卷笔试（50%）+课程作业（25%）+上课考勤（5%）+实验报告（20%）

## 九、教材及参考书

教材：陆文华、李隆盛、黄良余 编，《铸造合金及其熔炼》，机械工业出版社，2016年1月

参考书：蔡启舟、吴树森 编，《铸造合金原理及熔炼》，化学工业出版社，2015年8月

## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料成型大数据分析方法》教学大纲

课程名称	材料成型大数据分析方法	Course name	Big data analysis method of material forming
课程编号	302895010	Course code	302895010
课程类型	选修课	Course type	optional
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials forming and control engineering
开课学期	大三第二学期	Course term	Second semester for juniors
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	《材料成型大数据分析方法》讲义	Textbooks	《Big data analysis method of material forming》Handout
先修课程	计算机技术基础	Prerequisite	Fundamentals of computer technology
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械学院材料成型及控制工程系	Course offered by	School of Mechanical Engineering
授课教师	杨天恩	Teachers	Tianen Yang
大纲执笔人	杨天恩	Edited by	Tianen Yang
大纲审核人		Inspected by	

## 一、课程简介

材料成型大数据分析方法是材料成型及控制工程专业的专业选修课之一。通过本课程的学习，其目的使学生掌握材料成型大数据分析的基本概念，了解和掌握典型的材料成型大数据分析方法，掌握材料成型大数据分析的特点，具有应用材料成型大数据分析的能力，提高材料成型大数据分析理论和应用的综合水平；使学生具有较强的从事材料成型大数据分析工作的能力。为今后继续材料成型课程学习和从事材料成型工作打下坚实的基础。

## 二、 学习目标

- 1、了解材料成型大数据分析的概念、方法、特征、意义和应用等方面的知识。
- 2、熟悉典型的材料成型大数据分析方法的特点和应用，能够对实际的材料成型大数据作合理的数据分析。
- 3、了解材料成型大数据分析方法的发展，具有进一步提升和推进材料成型大数据分析的能力。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标点	课程目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.1 掌握材料成型过程中所需的数学与自然科学知识。	学习目标 1
	1.2 具有材料成型过程中的复杂工程问题所需的工程基础知识及应用能力。	学习目标 1
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.1 能够识别、分析和确定材料成型制备的关键问题与参数，能够对材料成型复杂工程问题较为准确的识别和表达。	学习目标 2
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 2
(12) 终身学习：了解材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	12.1 具有自主学习的意识，能够针对材料成型及控制工程中的问题主动查阅文献资料并进行相关知识的学习。	学习目标 3
	12.2 具有终身学习的意识，能够不断学习和适应材料成型与控制工程领域的科学技术发展。	学习目标 3

## 四、教学基本内容

### 1、数据分析基础

内容：数据分析是什么；为什么要做数据分析；数据分析究竟在分析什么；数据分析的常规流程；数据分析工具

要求：了解数据分析的概念、数据分析之现状分析、原因分析、预测分析、数据分析之总体概览指标、对比性指标、集中趋势指标、离散程度指标、相关性指标、相关关系与因果关系、数据分析常规流程之熟悉工具、明确目的、获取数据、熟悉数据、处理数据、分析数据、得出结论、验证结论、展示结论、数据分析工具：Excel 与 Python 等。

本章学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 12.1,12.2。

### 2、数据预处理

内容：缺失值处理；重复值处理；异常值的检测与处理；数据类型转换；索引设置

要求：了解数据缺失值处理的缺失值查看、缺失值删除、缺失值填充、重复值处理的异常值的检测与处理、异常值检测、异常值处理、数据类型转换的数据类型、类型转换、索引设置之为无索引表添加索引、重新设置索引、重命名索引、重置索引。

本章学习内容对应学习目标 1，2，支撑毕业要求指标点 1.2，2.1，2.3。

### 3、数据选择

内容：列选择；行选择；行列同时选择

要求：了解列选择之选择某一列/某几列、选择连续的某几列、行选择之选择某一行/某几行、选择连续的某几行、选择满足条件的行、行列同时选择之普通索引、位置索引、布尔索引、切片索引、切片索引

本章学习内容对应学习目标 1，2，支撑毕业要求指标点 1.2，2.1，2.3。

### 4、数值操作

内容：数值替换；数值排序；数值排名；数值删除；数值计数；唯一值获取；数值查找；区间切分；插入新的行或列；行列互换；索引重塑；长宽表转换

要求：了解数值替换的一对一替换、多对一替换、多对多替换、数值排序之按照一列数值进行排序、按照有缺失值的列进行排序、按照多列数值进行排序、数值排名、数值删除的删除列、删除行、删除特定行、数值计数、唯一值获取、数值查找、区间切分、插入新的行

或列、行列互换、索引重塑、长宽表转换之宽表转换为长表、长表转换为宽表、`apply()`与`applymap()`函数。

本章学习内容对应学习目标 1,2，支撑毕业要求指标点 1.1，1.2, 2.1, 2.3。

## 5、数据运算

内容：算术运算；比较运算；汇总运算；相关性运算

要求：了解算术运算、比较运算、汇总运算的 `count` 非空值计数、`sum` 求和、`mean` 求均值、`max` 求最大值、`min` 求最小值、`median` 求中位数、`mode` 求众数、`var` 求方差、`std` 求标准差、`quantile` 求分位数、相关性运算。

本章学习内容对应学习目标 1，2，支撑毕业要求指标点 1.1，1.2，2.1，2.3。

## 6. 数据分组/数据透视表

内容：数据分组；数据透视表

要求：了解数据分组之分组键是列名、分组键是 `Series`、`aggregate` 方法、对分组后的结果重置索引、数据透视表。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 7. 数据可视化

内容：数据可视化是什么；数据可视化的基本流程；图表的基本组成元素；Excel 与 Python 可视化；建立画布和坐标系；设置坐标轴；其他图表格式的设置；绘制常用图表；绘制组合图表；绘制双坐标轴图表；绘图样式设置

要求：了解数据可视化的定义、数据可视化的基本流程之整理数据、明确目的、寻找合适的表现形式、图表的基本组成元素、Excel 与 Python 可视化、建立画布、用 `add_subplot` 函数建立坐标系、用 `plt.subplot2grid` 函数建立坐标系、用 `plt.subplot` 函数建立坐标系、用 `plt.subplots` 函数建立坐标系、几种创建坐标系方法的区别、设置坐标轴的标题、刻度、范围、坐标轴的轴显示设置、其他图表格式的设置、网格线设置、设置图例、图表标题设置、设置数据标签、图表注释、数据表、绘制绘制折线图。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 8. 数据可视化：二维图形绘制

内容：简单二维图绘制；origin 内置二维图类型；绘图主题；二维函数和二维参数方程

要求：了解通过数据进行二维图形绘制的列属性设置、绘制曲线图、图形观察、数据读取定制数据组绘图、图形上误差棒和时间添加；线图、符号图、点线符号图、棒状/柱状/饼图、多层曲线图、面积图、等值线图、专业 2D 图；函数绘图、二维参数方程绘图。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

#### 9. 数据可视化：三维图形绘制

内容：origin 矩阵及数据导入；三维表面图和等高线图；内置三维图类型；三维模板绘图及三维函数绘图

要求：了解通过数据进行三维图形绘制的矩阵数据设置、工作表转换为矩阵表；三维表面图、等高线图。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

#### 10. 数据可视化：多图层图形绘制

内容：origin 图层和多图层模板；自定义多图层图形模板；图层的其他操作；图轴的绘制

要求：了解通过数据进行多图层图形绘制相关的图层的概念、多图层图形模板、绘图调整对话框；创建双图层图形、图层管理、图层中数据删除与添加、关联坐标轴、定制图例、自定义图形模板；单图层图数据提取、图层复制、删除与隐藏、图层排列和图形页面设置；图轴类型、图轴设置举例。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

#### 11. 数据可视化：图形版面设计及图形输出

内容：Layout 图形窗口使用；与其它应用软件共享 origin 图形；origin 图形和 Layout 图形窗口输出；origin 窗口打印输出；origin 其他窗口输出

要求：了解向 Layout 图形窗口添加图形、工作表等、Layout 图形窗口对象的编辑、排列 Layout 图形窗口中的对象；在其它应用软件嵌入 origin 图形、在其它应用软件里创建 origin 图形链接；元素显示控制；向 PowerPoint 中输出、origin 视频输出。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 12. 数据可视化：函数拟合

内容：菜单工具拟合；非线性曲线和非线性曲面拟合；拟合函数管理器和自定义拟合函数；拟合数据集对比；拟合结果分析；曲线拟合综合举例

要求：了解拟合菜单、线性拟合、多项式回归、多元线性回归、指数拟合；非线性曲线拟合、非线性曲面拟合；拟合函数管理器、定义拟合函数、用自定义拟合函数拟合；拟合数据集对比、拟合模型对比；最小二乘法、拟合优度、残差图形分析、置信带与预测带、其它拟合后分析；自定义函数拟合、拟合函数创建向导、快速拟合工具、Sigmoidal 函数快速拟合工具。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 13. 数据可视化：数据操作和分析

内容：数据选取工具；数据的运算；数据排序及归一化

要求：了解数据显示工具、数据范围选取工具、数据读取工具、放大读取工具、屏蔽工具；插值和外推、曲线插值工具、简单运算符操作、减去参考数列、减去参考直线、垂直和水平移动、多条曲线求平均、曲线数值微分及微分工具、曲线数值积分及积分工具、曲线相交点计算工具；工作表数据排序、数据归一化。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 14. 数据可视化：峰拟合和谱线分析

内容：单峰及多峰拟合；谱线分析向导；基线分析；用谱线分析向导多峰全面分析；用谱线分析向导多峰拟合；谱线分析向导主题；谱线快速分析工具

要求：了解数据预处理、用谱线分析向导创建基线；多峰分析项目基线分析、多峰分析项目寻峰和多峰分析、多峰分析项目举例；多峰拟合页面、多峰拟合举例。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

## 15. 数据可视化：统计分析

内容：统计图；描述统计；假设检验；方差分析；存活率分析；多变量分析；非参数检验；功效和样本大小分析

要求：了解直方统计图、概率直方统计图、堆叠直方图、方框统计图、分组方框统计图、质量控制图、散点矩阵统计图、分位数统计图、Weibull 概率统计图；列统计和行统计、相

关系数分析、频率计数和不连续频率计数、正态测试；单样本 T 检验、双独立样本 T 检验、配对样本 T 检验；单因素方差分析、单因素重测方差分析、双因素方差分析、双因素重测方差分析；Kaplan-Meier 模型、Weibull Fit 模型；主成分分析、聚类分析、偏最小二乘法分析；单样本非参数检验、双样本非参数检验、多样本非参数检验；单样本 T 检验的 PSS、双样本 T 检验的 PSS、单因素 ANOVA 检验的 PSS。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 2.1，2.3。

#### 16. 典型材料成型数据分析案例

内容：材料计算数据的基本统计分析；材料基因工程数据分析；集成计算材料工程数据分析；利用 Python 实现自动化

要求：了解材料计算数据的基本统计分析特征、材料基因工程的概念、特点、进展、意义、应用案例及趋势；集成计算材料工程产生的背景、概念及内涵、特点、进展、意义、应用案例及趋势；Python 数据自动化报表。

本章学习内容对应学习目标 2，3，支撑毕业要求指标,2.1，12.1，12.2。

### 五、建议教学进度

1	数据分析基础	2 学时
2	数据预处理	2 学时
3	数据选择	2 学时
4	数值操作	2 学时
5	数据运算	2 学时
6	数据分组/数据透视表	2 学时
7	数据可视化	2 学时
8	二维图形绘制	2 学时
9	三维图形绘制	2 学时
10	多图层图形绘制	2 学时
11	图形版面设计及图形输出	2 学时
12	函数拟合	2 学时
13	数据操作和分析	2 学时

14	峰拟合和谱线分析	2 学时
15	统计分析	2 学时
16	典型材料成型数据分析案例	2 学时

## 六、教学策略与方法

通过“数据分析基础—数据预处理—数据选择—数值操作—数据运算—数据分组/数据透视表—数据可视化—典型案例”这样一条材料成型大数据分析方法线，由浅到深、由基础到应用，多环节诱导学生循序渐进，有步骤地实现教学目标。

教法：讲授为主、讨论为辅，并辅以教学视频，使同学直观的了解材料成型大数据分析方法。

学法：学习主要注重对课堂内容的理解，认真听讲的同时，结合材料成型实验研究知识及工程实践背景，全方位了解材料成型大数据分析方法。

由于材料成型大数据分析发展迅速，本课程紧跟当前大数据发展。在本课程学习中，除了要求学生重视其中必要的原理、方法、操作等知识外，要引导学生密切关注材料成型大数据分析的新发展，特别注重大数据研究的前沿性。

## 七、考核方式

课程论文，随堂测试，读书笔记，课堂讨论，考勤

## 八、成绩评定方法

总评成绩=考勤\*8%+课堂讨论\*12%+读书笔记\*30%+随堂测试\*10%+课程论文\*40%。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

教学参考教材：

《材料成型大数据分析方法》讲义

主要参考书目：

- 1、《大数据分析方法》，陆红 编，中国财富出版社，北京，2017 年
- 2、《Python 数据分析与应用》，黄红梅、张良均等 编，人民邮电出版社，北京，2018 年
- 3、《Origin9.1 科技绘图及数据分析》，叶卫平等 编，机械工业出版社，北京，2018 年

## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料成型过程数值模拟仿真》教学大纲

课程名称	材料成型过程数值仿真模拟	Course name	Digital Simulation of Material Forming process
课程编号	302010020	Course code	302010020
课程类型	选修	Course type	optional course
适用专业	机械	Audience	Mechanical
开课学期	本科三年级	Course term	junior
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	材料成形过程数值模拟	Textbooks	Digital Simulation of Material Forming process
先修课程	高等数学	Prerequisite	Advanced Mathematics
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	材料成型系	Course offered by	Material Forming
授课教师	杨嵩	Teachers	Yangsong
大纲执笔人	杨嵩	Edited by	Yangsong
大纲审核人		Inspected by	

## 一、课程简介

本课程主要介绍运用神经网络技术，分析材料成型过程中各种因素对成形结果的影响。介绍设计人员和工艺人员如何借助计算机平台模拟和预测材料成形过程中潜在的各种问题，及时修改和优化设计，分析影响因素的权重从而减少物理试验次数，缩短工模具开发周期，降低产品生产成本。本课程在教学上侧重于将学习材料成形过程数值模拟必须的基础理论与实用的专业知识及专业技能有机地结合，每一章增加若干可以举一反三的应用实例，使学生能够在较短的时间内，了解支撑材料成形数值模拟应用的基础理论与相关技术，初步熟悉借助神经网络技术解决实际问题和方法。

## 二、 学习目标

- 1、 用于将学生引入人工神经网络及其应用的研究领域。
- 2、 介绍人工神经网络及其基本网络模型，使学生了解智能系统描述的基本模型
- 3、 掌握人工神经网络的基本概念、单层网、多层网、循环网等各种基本网络模型的结构、特点、典型训练算法、运行方式、典型问题掌握软件实现方法。
- 4、 了解人工神经网络的有关研究思想，从中学习开拓者们的一部分问题求解方法。
- 5、 查阅适当的参考文献，将所学的知识与自己未来研究课题（包括研究生论文阶段的研究课题）相结合起来，达到既丰富学习内容，又有一定的研究和应用的目的。

## 三、 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	毕业要求指标点	学习目标
(1) 工程知识：能够将数学、自然科学、材料科学基础知识和材料成型技术及控制工程的专业知识用于解决材料成型领域的复杂工程问题。	1.4 能够运用数学、自然科学、工程基础和专业知识解决材料成型领域的复杂工程问题。	学习目标 1
(5) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。	5.2 能够选择、运用现代工程工具、信息技术等手段，进行材料成型过程中的复杂工程问题的预测、模拟与分析，并了解其局限性。	学习目标 2

#### 四、教学基本内容

##### 绪论

介绍课程的重要意义，性质，任务，内容，特点，学习要求和方法。

要求学生：了解本课程的基本涵义及其发展历程和应用。

本章学习内容对应学习目 1，支撑毕业要求指标点 1.4。

第一章 材料科学与工程中数据的计算机处理。

1. 曲线拟合基本概念和基本方法。
2. 最小二乘法的数学表达。
3. 一元线性方程拟合。
4. 常用拟合软件的使用。

要求学生：

1. 了解曲线拟合的实质及相关高等数学的方法。
2. 学会简单线性问题的直线方程拟合。
3. 学会用拟合软件对复杂数据进行处理。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.4。

第二章 神经网络基础

1. 人工神经网络的生物基础及其和人脑区别于联系。
2. 神经网络计算机的实现方式。
3. 节点本身的信息处理能力
4. 节点与节点之间连接
5. 神经网络的学习算法

学生要求：

1. 明白神经网络属于人工智能的一种，实质上是对人体神经系统的数学模拟。
2. 了解神经网络的基本结构及其特点。
3. 掌握单个神经元简单数学模型建立。
4. 了解各种网络拓扑结构的分类和组成特点。
5. 掌握各类激励函数的应用范围及输出特点。
6. 掌握三种学习算法的数学模型。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.4。

### 第三章 感知器神经网络

1. 单层感知器神经元的数学模型。
2. 单层感知器神经元的前馈网络结构。
3. 单层感知器神经元的功能和实际问题应用。
4. 感知器神经网络的学习训练算法。
5. 多层感知器的结构与运用。

学生要求：

1. 能够对感知器模型进行计算。
2. 建立感知器神经网络模型对简单线性划分问题求解。
3. 运用感知器神经网络模型进行逻辑判断。
4. 运用多层感知器进行空间划分。

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.4。

### 第四章 BP 神经网络

1. 基于 BP 算法的多层前馈网络模型
2. BP 算法的基本思想、推导过程、程序实现
3. BP 学习算法的功能、局限性、改进
4. BP 网络的组成结构和特点
5. BP 算法的学习过程。
6. 多层前馈网的主要能力
7. BP 网络设计问题

学生要求：

1. 熟练掌握 BP 网络的基本结构及其数学模型，已知输入情况下能够计算出输出。
2. 针对简单问题确定网络的拓扑结构和激励算法。
3. 了解影响网络运算精度的各种因素，根据实际问题确定网络结构和学习算法。

本章学习内容对应学习目 1，支撑毕业要求指标点 1.4。

### 第五章 BP 神经网络的实例

1. BP 神经网络的学习算法的 MATLAB 实现
2. 运用 MATLAB 生成感知器网络
3. BP 神经网络在分类与预测中的应用

学生要求：

1. 掌握运用 MATLAB 编译单层感知器网络。
2. 掌握运用 MATLAB 创建 BP 神经网络第三个主要步骤。
3. 学会运用 BP 神经网络实现简单的图像识别。
4. 结合工程实例了解 BP 神经网络在分析和预测中的运用。

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 5.2。

## 五、建议教学进度

绪论 学时数 2

第一章 材料科学与工程中数据的计算机处理 学时数 4

第二章 人工神经网络基础 学时数 6

第三章 感知器神经网络 学时数 8

第四章 BP 神经网络 学时数 8

第五章 BP 神经网络的实例 学时数 4

## 六、教学策略与方法

- 1、阐述基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力。
- 2、采用多媒体课件、自主学习软件和传统教学相结合进行教学。
- 3、理论教学与实践课程相结合，强化学生设计能力工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

闭卷笔试，课程练习

总成绩

期末考试成绩 50%，过程考核成绩 50%。其中过程考核成绩包括：阶段测试、课后作业、课堂表现。

总成绩=期末考试卷面成绩\*50%+过程考核成绩\*50%

### 1. 强制达标线

期末考试卷面成绩低于 50 分，即判定本门课程综合成绩不合格。

## 八、成绩评定方法

平时成绩： 平时测验 50% 期末闭卷： 50%

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

1. 邢红杰，哈明虎 前馈神经网络及其应用 科学出版社 2016

2. 闻新, 李新, 张兴旺应用 MATLAB 实现神经网络 国防工业出版社 2015

琴瑟和鸣：医工结合的思维启迪

## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《琴瑟和鸣：医工结合的思维启迪》教学大纲

课程名称	琴瑟和鸣：医工结合的思维启迪	Course name	Enlightenment of thought from medicine-engineering integration
课程编号	302379020	Course code	302379020
课程类型	选修课	Course type	Optional course
适用专业	全专业	Audience	All majors
开课学期	1 春、1 秋	Course term	1 Spring, 1 Autumn
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of Mechanical Engineering
课程负责人	刘文博	Course Manager	Wenbo Liu
课程团队	刘文博、罗阳、余德平、刘晓宇、罗华、汤卿、颜家振、彭华备、杨天恩、殷鸣、王江新、何亮、黄玉波、吴晓东、张珣、吴明霞、林庆宇、刘苓、聂涌、孟阳、曾婷婷、曾羿、王昕、李晨、魏红、包骥、尹子文、张壮、陈文川、朱桂全、唐英、倪均	Course Team	Wenbo Liu, Yang Luo, Deping Yu, Xiaoyu Liu, Hua Luo, Qing Tang, Jiazhen Yan, Huabei Peng, Tianen Yang, Ming Yin, Jiangxin Wang, Liang He, Yubo Huang, Xiaodong Wu, Xun Zhang, Mingxia Wu, Qingyu Lin, Ling Liu, Yong Nie, Yang Meng, Tingting Zeng, Yi Zeng, Xin Wang, Chen Li, Hong Wei, Ji Bao, Ziwen Yin, Zhuang Zhang, Wenchuan Chen, Guiquan Zhu, Ying Tang, Jun Ni
大纲执笔人	刘文博	Edited by	Wenbo Liu
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、课程介绍

明代万全在《育婴秘诀》中有云：“医者，仁术也，博爱之心也。当以天地之心为心，视人

之子犹己之子。”虽时代已久远，但医者仁术的精神延绵至今。如果说医术精湛贵在一个“精”字，那么承载精湛医术的医疗工具的发明创造、发展和演变则贵在一颗真诚的“心”，即带给患者安心、舒心、温馨与放心的治疗体验。《马克思主义政治经济学原理》言道：“生产工具是第一生产力。”在当今社会，发展医工结合是精准变革医疗工具的必由之路，对促进医学技术的进步和医疗装备产业的快速发展具有重要的现实意义，更对当代大学生构建自身全方位多层次知识体系具有重要的思维启迪。

《琴瑟和鸣：医工结合的思维启迪》拟面向全校文、理、工、医背景的各学科和全专业全日制大学本科生开设。为了满足不同专业背景、不同年级、不同修读要求的学生需求，主要教学内容除导论外，将通过三个篇章的形式来具体呈现：医学材料篇、医学装备篇和医学检测篇。三个篇章既相互独立，又紧密衔接，有助于学生连贯系统地学习、理解及掌握相关知识。每个篇章共设五讲内容，精选了目前医学与材料、医学与装备及医学与检测交叉领域的前沿和热点内容。每一讲皆选取历史、生活或医学中耳熟能详的经典故事和案例分析作为切入点，通过科普性地生动讲解和课堂互动讨论，从中提出当前制约该领域医疗发展的工程问题与迫切需求，进而引出先进材料、装备及检测技术在现代医学领域中的交叉融合与创新发展的未来发展趋势进行展望，着重引导学生理解医工结合带给我们的思维启迪。

本课程共 2 学分，32 学时，以课堂讲授为主。在课程讲授过程中，将采用多元化的教学方法和教学手段，将探究式教学、专题案例分析和讨论、启发式教学、小组专题研讨及汇报展示等多种教学方法有机结合在一起，并灵活采用多种先进的多媒体技术手段及智慧教学环境以提升学生的学习效果。课程采用“全过程学业评价+非标准答案考查”的考核方式，将考查学生的学习成效及非技术因素能力。课程秉持 OBE（Outcome based education）教学理念，以学生为中心，以学习成果为导向，并不断持续改进。通过思维方式的培养和启迪，激发学生兴趣，拓宽学科交叉视野，努力构建全方位多层次大学生知识体系。

课程负责人刘文博教授具有较为丰富的教学经验和较高的学术造诣。课程团队梯度合理，由师德高尚、责任感强、教学能力强、教学效果好的老中青三代教师组成。此外，为了实现课程专业性、交叉性与趣味性有机结合，团队还跨学院、跨学科、跨专业邀请了四川大学华西医院、华西临床医学院、华西口腔医学院的多名医生参与课程案例建设，与材料成型及控制工程、机械工程、测控技术与仪器专业的十余名工科教师，共同制定课程大纲，为学生们讲授医工结合的前沿科技和思维启迪。

## 二、学习目标

通过本课程的学习，学生能够在以下两个方面取得收获：

#### 1.知识、能力和素养

(1) 宏观上了解医工结合的去、现状和未来发展趋势；

(2) 通过案例分析与课堂讨论，具体了解现代医疗面临的实际问题及对先进材料、装备和检测技术的迫切需求；

(3) 学习并掌握目前已与现代医学交叉融合的相关材料、装备和检测技术的基本概念、科学原理、制造方法及创新应用；

(4) 通过思维方式的培养和启迪，激发学生学习兴趣，拓宽学科交叉视野，努力构建全方位多层次大学生知识体系。

#### 2.社会主义核心价值观、现代工程观和情感态度

(1) 树立正确的社会主义核心价值观，增强自尊心、自信心、社会责任感、民族自豪感和历史使命感，将大学生思政教育理念有机融入课堂教学；

(2) 养成良好的职业道德规范，形成自主学习和终身学习的意识，树立“学一行爱一行”的职业精神品质；

(3) 树立正确的现代工程伦理观，即现代工程技术与社会、经济、文化、生态的和谐共生，形成良好的医工融合生态圈辐射效应。

### 三、教学基本内容

导论：生命·技术：现代科技与现代医学

简介：

近代科学特别是近现代物理科学发展，推动了工业革命和相关科学技术的形成与发展，进而影响了我们的世界观，形成了确定论和机械观，即将世界上的一切看成一个确定的机械系统。近现代医学也将人体看成由各个部件组成的机械系统。以此观点为基础，将科学，技术和现代医学相结合对人类思维启发具有重要而深远的现实意义。

教学内容：

1. 人体奥秘：人体就是一台极尽完美的机械。
2. 望闻问切：现代医学如何探测人体的生理指标、确定疾病的形成机制和治疗方案。
3. 解决途径：综述典型现代医疗仪器、装备的原理及其生产制造过程。
4. 发展趋势：数字医疗和智慧医疗。
5. 简介本课程的课程目标、教学安排、课程意义/价值（内涵/外延）及考核方式。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1、2、3、4	1（1）
5	2（1）

重点和难点：

1. 理解现代科技与现代医学的形成、发展及相互关系。

体现思维启迪：

认识科学、技术和现代医学相结合对人类思维的启发作用。

第一篇：医学材料篇

第一讲 以假乱真：牙齿种植体/修复体

体现章节衔接：

在上一章所论医学中机械系统属性的思路引导下，本章节课程选取机械设计、制造技术推动口腔医学领域材料和技术发展的成果作为切入点，科普性讲解当前医工融合发展的现状并对未来趋势进行展望，引导学生理解其中的工程化思维方法。

教学内容：

1. 口腔医学概述

1.1 牙的生理功能及口腔健康与全身健康之间的关系；

1.2 口腔医学概念及其分支（口腔内科、口腔颌面外科、口腔修复科及口腔正畸科）的常见疾病、治疗目的及方式等。

2. 现代口腔医学中的先进材料及应用

2.1 十种目前广泛应用于口腔医学中的先进技术（如三维重建、CAD/CAM、3D 打印技术等）的基本概念、科学原理、技术特征等；

2.2 先进技术在口腔医学各个分支领域的创新应用及未来发展趋势。

3. 现代口腔医学中的先进材料及应用

3.1 四种目前已与口腔医学交叉融合的先进材料（如 3D 打印光敏树脂、玻璃纤维增强复合材料等）的基本概念、组成特征等；

3.2 先进材料在口腔医学各个分支领域的创新应用及未来发展趋势。

4. 工程化思维方法探讨及启发

4.1 工程化思维的概念，对比研究性思维提出工程化思维的突出特点；

4.2 例举口腔修复学领域中全冠修复材料的发展应用历程及种植体材料、设计、处理方式等的发展历程，剖析其中蕴含的工程思维方法，并引导学生运用工程思维展望植体发展趋

势。

#### 5. 关于牙科修复体制作的讨论

牙科修复体力学特点、材料和制作工艺发展历程及现状，从机械工程学角度探讨其发展所遇难题及未来发展方向。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.1	2 (3)
2.1、2.2、3.1、3.2	1 (3)
4.1	1 (4)
4.2、5	1 (2)、1 (4)

重点和难点：

1. 工程化思维方法探讨及启发：剖析医学临床案例中所涉及的工程化思维方法，对如何通过现代工业技术实现种植牙发展新突破进行展望。

2. 以工程化思维方法分析医学问题：立足现有机械设计、制造技术发展，结合工程学发展推动口腔医学领域技术和材料进步历程，对未来实现牙科修复体更贴合人体天然牙结构性能目标的工业技术进行展望。

体现思维启迪：

首先以口腔领域先进技术和材料发展应用为切入点，讲述目前口腔医学及工程学融合发展历程及现状，拓宽医工交叉视野，引导学生领会医工结合发展的重要性及迫切性；其次从种植修复领域的医学临床案例中逐步引导学生自主分析讨论，挖掘蕴含其中的工程化思维方法，尝试对未来发展提出设想；最后以工程学角度切入，立足已有工业设计制造技术水平，对未来实现牙科修复体更贴合人体天然牙结构性能目标的工业技术进行展望。

#### 第二讲 形神兼备：人工电子皮肤

体现章节衔接：

上一章节内容为以假乱真：牙齿种植体/修复体，以人体牙齿为研究对象，突出种植体/修复体对受损牙齿的修复作用，本章采用同样的逻辑，以人体皮肤作为研究对象，思考如何去模仿皮肤，进而通过人工电子皮肤去替代天然皮肤的功能，在皮肤上达到形神兼备、以假乱真的效果。

教学内容：

#### 1. 天然人体皮肤结构与功能

1.1 天然人体皮肤的基本构造，原理及功能；

1.2 天然皮肤对人类健康和生存的重要作用。

2. 人工电子皮肤概念与原理

2.1 人工电子皮肤的概念解析；

2.2 人工电子皮肤的仿生功能与特点；

2.3 人工电子皮肤的实现方法和技术途径。

3. 人工电子皮肤的应用与展望

3.1 人体健康指标监测与智能假肢；

3.2 可穿戴人机交互与元宇宙构建；

3.3 柔性人工电子皮肤的展望。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.1、1.2	1（2）
2.1、2.2、2.2	1（3）
3.1、3.2	1（4）
3.3	2（2）、2（3）

重点和难点：

1. 天然人体皮肤的构造，原理和功能。

2. 人工电子皮肤的基本原理、功能特点与潜在应用场景。

体现思维启迪：

通过本节课的学习，引起同学们对天然皮肤构造及基本功能的更多了解，同时启发同学们对人工电子皮肤的未来发展进一步思考与畅想，例如：

1. 结合课堂对天然人体皮肤的讲解，现有仿生柔性人工电子皮肤还有什么不足之处？

你觉得应该如何拓展和深化发展仿生柔性人工电子皮肤？

2. 仿生柔性人工电子皮肤是否存在伦理与法律问题？有哪些？如何解决？

总之，通过对天然人体皮肤的构造，原理和功能激发学生学习兴趣，拓宽学科交叉视野。通过对柔性人工电子皮肤原理、功能特点与潜在应用场景的学习从宏观上了解医工结合的必要性和发展趋势。通过医工交叉融合思维方式的培养和启迪，了解现代医疗面临的实际问题与应对方法，构建全方位、多层次大学生知识体系。

第三讲 以形补形：可降解金属修复体

体现章节衔接：

以该章节主题为问题，课堂上向学生设问，了解其前续章节的学习感受。通过对骨缺损修复相关医工交叉学科知识的了解，对于后续人工关节章节相关知识的理解会更容易。

教学内容：

1. 基本概念

1.1 金属植入物发展历史；

1.2 可降解金属概述（定义、判断、分类）。

2. 基本现状

1.1 骨修复体的临床应用现状；

1.2 骨修复体的研发现状。

3. 可降解金属骨修复体及其临床应用场景

3.1 可降解金属骨修复体的由来；

3.2 可降解金属骨修复体的临床应用场景；

3.3 医工结合突破知识壁垒，研发可降解金属修复体的思维逻辑及启发。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
2.1、3.3	1（1）
1.2、2.2、3.2	1（2）、1（3）
3.3	1（4）、2（3）

重点和难点：

1. 骨缺损修复基本策略和要求；

2. 可降解金属骨修复体的临床应用场景；

3. 医工结合突破知识壁垒，研发新型可降解金属修复体。

体现思维启迪：

课堂给出命题任务，学生小组研讨，提出创新性的解决思路。

#### 第四讲 百变枢纽：人工关节

体现章节衔接：

课程以人体的运动系统为切入点，介绍骨、关节在人体运动中的重要作用，提出骨、关节修复对患者的必要性。结合前续章节可降解材料在骨缺损修复的重要作用，提出人工关节对材料的要求，引出本章节的主题：人工关节材料、制备技术的要求及人工关节摩擦界面的

选择。通过人工关节临床应用的介绍，分析当前人工关节使用面临的问题，引导学生思考未来人工关节假体的发展趋势，医工结合如何助力关节假体的发展。

教学内容：

### 1. 基本概念

1.1 人体关节构造及功能；

1.2 人体关节损伤基本介绍；

1.3 人工关节。

从人体的运动系统引入关节的基本概念，通过对关节置换目的的介绍，说明人工关节的基本结构。

### 2. 人工关节材料及制备

2.1 人工关节材料；

2.2 先进的人工关节制备技术。

以髋关节和膝关节为例，提出人工关节材料的基本要求；根据关节结构介绍关节主体部分、关节摩擦界面、骨-假体界面的主流材料及相关的优缺点。通过视频介绍引入人工关节的制备方法和新技术的创新。

### 3. 人工关节摩擦界面的选择

3.1 金属界面的优劣势；

3.2 聚乙烯界面的优劣势；

3.3 陶瓷界面的优劣势。

以髋关节和膝关节为例,介绍人工关节摩擦界面的组成以及优劣势。通过不同摩擦界面的分析，引导学生思考怎么根据患者对关节假体的要求，选择人工关节。

### 4. 人工关节的临床应用

4.1 髋、膝人工关节临床应用；

4.2 医工结合助力人工关节发展的思维启发。

通过视频向同学展示人工假体是怎么植入人体的，以及相关的手术要求。提出问题引导学生思考如何根据患者需求实现人工关节的“私人订制”。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.3、4.1	1（2）
2.1、2.2	1（1）、1（3）

3.1、3.2、3.3	1 (2)、1 (3)
4.2	1 (4)、2 (3)

重点和难点：

1. 人工关节材料；
2. 人工关节制备；
3. 人工关节摩擦界面。

体现思维启迪：

根据人工关节假体临床应用中摩擦界面材料耐磨性能差的问题，结合医工融合助力人工关节材料、制备技术的创新，引导学生思考未来人工关节假体发展。

#### 第五讲 华佗再世：医用切削刀具

体现章节衔接：

上一章节主要内容是人工关节，人工关节制造的一种方法是铣削加工，铣削加工的工具就是切削刀具。本章节将重点介绍医用切削刀具。

教学内容：

#### 1. 医用刀具（手术刀）的历史背景

##### 1.1 手术刀的历史；

图片及文字展示手术刀的历史。讲述古代各国使用的各式各样的手术刀具，对医用刀具的发展历史进行简要的介绍，引发学生对刀具的兴趣。

##### 1.2 手术刀与外科手术；

讲述历史上外科手术与手术刀的关联性，通过介绍外科手术的发展对医用刀具的要求，解释手术刀的发展经历，从而启迪学生对刀具改革的探究。

##### 1.3 手术刀在中国的历史；

图片及文字展示手术刀在中国的历史。讲述中国历史上最早的手术刀，以及“关羽刮骨疗毒”的故事，将中国古代华佗高超的医疗手段引入到课堂中，教育引导学生的民族自信。

##### 1.4 现代手术刀具；

总结上述教学内容，引出现代医用刀具，并进一步引出拥有包括手术刀在内的各种软硬组织刀具切削器械的口腔领域，为后续内容做铺垫，拓展学生的思维。

#### 2. 口腔医疗刀具

##### 2.1 拔牙用刀具；

图片、文字及视频展示口腔医学领域中外科拔牙所使用的各种医疗刀具。通过提问了解学生们对口腔外科使用刀具的认识，介绍如刀、剪、钻等目前常用的医疗刀具，展示口腔外科手术中各种医疗刀具是如何使用的。从而拓展学生的视野，介绍刀具特征与医疗过程需要的联系，进而引发学生从医生角度出发如何进一步改进医疗刀具。

## 2.2 牙体牙髓刀具；

图片及文字展示口腔医学领域中牙体牙髓科所使用的各种医疗刀具。通过展示多种根管预备所需要的锉、钻、车针等目前常用的医疗刀具的特征，引发学生对刀具特征与切削能力如何关联的思考，进而引发学生思考如何进一步提高医疗刀具的切削效率。

## 2.3 种植刀具；

图片及文字展示口腔种植医科所使用的各种医疗刀具。通过展示各种种植预备所需要的钻、车针等，引发学生对口腔领域与骨科等其他领域刀具器械上的关联及差异，进而引发学生发散性思考口腔医学与其他临床医学的内在联系，助力学生对大医学的了解。

## 2.4 手术用刀具；

图片、文字及视频展示外科手术所使用的各种医疗刀具。通过介绍高频电刀此类非传统切削刀具，引发学生对有无其他方式切削组织的思考。

## 2.5 其他刀具。

图片、文字及视频展示除上述医疗刀具外其他临床上常用的医疗刀具，进一步普及学生医疗刀具与医疗活动息息相关的概念，强化学生对改革医疗刀具的必要性。

## 3. 刀具制造方法

### 3.1 手术刀的制造；

视频展示手术刀的制造方法。通过视频播放，教师讲解两部介绍，强化学生对手术刀制造工艺的认知，鼓励学生认真学习，能为行业做贡献，提高国内在该领域的技术水平。

### 3.2 钻头的制造；

视频展示钻头的制造方法。通过视频播放，教师讲解两部介绍，强化学生对钻头制造工艺的认知，鼓励学生认真学习，能为行业做贡献，提高国内在该领域的技术水平。

## 4. 医疗刀具新进展

图片、文字及视频展示超声波手术刀、激光刀等非传统切削医疗刀具，科普医疗行业尖端进展，拓宽学生的视野，为学生设计新医疗刀具提供新方向。

## 5. 医疗刀具伦理观

图片、文字及视频展示医疗刀具制作及使用过程中必须遵循的伦理观。通过介绍医学实验中对人及动物所必须遵循的伦理学设计,教育学生在医疗刀具制作中必须要爱护人及实验动物。将学生对医疗刀具制造的思想,从冰冷而机械的刀具制造,转变为具有为人除病痛的伟大使命感,从而培养学生的“爱伤意识”,强化学生的共情能力,培养学生的伦理道德观念,促进学生养成和谐共爱的精神品质。

与课程目标对应关系:

教学内容	对应课程目标
1、4	1 (1)
2	1 (2)、1 (3)
2、3、4	1 (4)
1、2、3、4、5	2 (1)
1.3、2、5	2 (2)
5	2 (3)

重点和难点:

1. 通过介绍外科手术与手术刀的共同发展历程,让学生了解到医疗刀具的设计和医生操作需要的紧密相关性,两者息息相关。

2. 通过介绍牙科各科所需要的医疗刀具,让学生了解到医疗刀具与临床诊疗各方面都是息息相关。

3. 通过介绍超声波手术刀、激光刀等非传统切削医疗刀具,让学生了解到医疗刀具的尖端进展,为培养新兴医疗刀具尖端人才提供基础。

4. 通过介绍医疗刀具制作及使用过程中必须遵循的伦理观,让学生从简单的机械制造上升到以人为本的需求导向制造,培养学生形成医工相互促进协调的价值观念。

体现思维启迪:

通过学生小组讨论硬组织切除医疗刀具的发展趋势,根据让病人减少痛苦、让医生减轻工作强度、手术更简单、更精准操作、自动化和智能化,启发学生想象将来医疗刀具发展的新概念、新科技,引导学生敢于表达自己的想法,激发学生学习兴趣,拓宽思维。

第二篇: 医学装备篇

第六讲 管中窥豹: 内窥镜系统的革新之路

体现章节衔接:

医学材料涵盖了以诊断、治疗或替换机体中的组织、器官或增进其功能的目的各种材料。而在这些工具的基础上,如何更好地利用它们发展先进医学仪器和装备从而推动人类医学事业的进步和发展成为了另一重要命题。

教学内容:

### 1. 背景介绍

1.1 我国消化道癌症的临床现状;

1.2 消化内镜在消化道肿瘤早诊早治当中的核心作用(观察、诊断、治疗);

1.3 内镜系统的发展历史;

1.4 现有内镜系统的组成以及工作原理。

### 2. 模拟体验及小组讨论

2.1 进行分组,每组安排 1~2 名学生体验内镜的实际操作过程;

2.2 组织小组讨论,鼓励学生从医生和患者的角度思考,当前的内镜检查可能存在哪些方面的问题。

### 3. 案例介绍

3.1 介绍利用工程技术解决内镜系统问题的典型案例,对其中解决问题的思路进行讲解。

案例一:人工智能识别肠道病变(先进的工程技术推动临床革新)。

案例二:内镜 NBI 技术的应用(存在的临床需求结合已有的光学技术)。

案例三: EUS。

在研案例。

### 4. 未来趋势发展分析及随堂测试

4.1 总结梳理内镜系统发展之路,对当下内镜系统存在的重点问题以及研发方向进行介绍;

4.2 重点强调在内镜系统革新之路上,工程技术与现代医疗碰撞出的创新结果,开拓学生创造性思维、构建更全面的知识体系;

4.3 随堂测试。

与课程目标对应关系:

教学内容	对应课程目标
1.1	1 (2)
1.2	1 (1)

1.3	1 (3)
2.1	1 (2)、1 (3)
2.2	1 (4)、2 (3)
3.1	1 (3)、2 (3)
3.2	2 (1)、2 (2)

重点和难点：

1. 通过模拟操作启发学生对内镜系统现存的实际应用问题进行深入思考，具体了解当前消化内镜检查面临的实际问题以及迫切需求；

2. 重点介绍利用工程技术解决内镜系统问题的典型案例，使学生掌握内镜系统发展的相关技术的科学原理以及开发思路；

3. 通过课程的创新性，开拓学生的学科交叉视野、构建更加全面的知识体系，并树立良好的现代工程、医学伦理观。

体现思维启迪：

1. 课程通过鼓励学生亲自体验模拟结肠镜检查的过程，增强学生的切实感受，启发学生思考消化内镜检查当中存在的实际临床问题，并鼓励来自不同学科背景的学生从不同视角进行讨论，开拓了学生的多学科交叉创新思维。

2. 课程通过重点介绍多个内镜系统革新道路中的实际医工交叉案例，启迪学生思考不同学科的知识可以如何应用在医疗领域中，推动医疗事业的长足发展。

### 第七讲 妙手仁心：医疗机器人

体现章节衔接：

本讲与上一讲中的内窥镜系统相承接，内窥镜系统为医疗机器人中的重要组成部分。在课程开始阶段，可以从内窥镜系统切入，介绍其与医疗机器人的系统性集成实现微创外科手术的重要应用，从而进一步引出医疗机器人的其他重要组成部分。

教学内容：

#### 1. 医疗机器人的发展现状

1.1 医疗机器人的发展历史及其在医疗机构中的应用；

1.2 医疗机器人在家庭护理中的应用；

1.3 新材料及新技术的使用对未来医疗机器人发展的影响。

#### 2. 医学机器人的分类

2.1 外科手术机器人；

2.2 康复机器人；

2.3 医疗辅助机器人；

2.4 服务型机器人。

3. 医疗机器人的开发及设计思路

3.1 以实际需求为导向：安全性、经济性、临床需求；

3.2 医疗机器人研究的思维启发：面向人类生命健康的实际需求，以创新性思维探索科学问题的解决方法。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.1、1.2、1.3	1（1）
2.1、2.2、2.3、2.4	1（3）
3.1、3.2	1（4）、2（3）

重点和难点：

1. 理解医疗机器人的分类，掌握不同类型机器人的功能；
2. 了解医疗机器人的前沿技术及未来发展趋势；
3. 理解不同类型机器人采用的技术及功能特点。

体现思维启迪：

1. 课程从外科手术的发展历史出发，引出医疗机器人的发展及应用对降低外科手术对患者的创伤，提高患者术后恢复效果的重要应用出发，启发学生以提高人民生命健康，解决人类生活实际需求为导向的科技创新思维；

2. 课程涉及多种类型的医疗机器人，主要分析如何利用不同学科知识实现具体医疗应用的优化设计，启发学生结合自己的知识体系，思考其在智慧医疗中的实际应用。

第八讲 回眸一笑百媚生：眼科图像分析与自动手术

体现章节衔接：

以该章节主题为主题，课堂上向学生设问，了解其前续章节的学习感受。

教学内容：

1. 课程背景与介绍

1.1 眼睛的结构和工作原理；

1.2 图像分析在眼科的应用和历史；

1.3 机器视觉与人工智能入门概念。

## 2. 机器视觉、人工智能与眼科手术机器人应用案例分析

2.1 SCU 眼科自动注射机器人系统；

2.2 蔡司飞秒激光近视手术系统 VisuMax SMILE；

2.3 瑞士 PRECEYES 眼科手术机器人系统；

2.4 基于深度图像识别的 SCU 智能斜视筛检系统。

## 3. 工程思维与学科融合

3.1 眼科机器人包含的工程思维；

3.2 眼科注射机器人设计中涉及的学科领域；

3.3 学科融合的内涵、意义和启迪。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.3、3.3	1（4）
3.1	2（2）
3.2	2（3）

重点和难点：

1. 深度图像与眼科机器人系统的工作原理与技术路线；

2. 什么是工程思维及其在案例中的应用；

3. 深度图像识别涉及到的部分神经网络基础知识。

体现思维启迪：

课堂给出命题任务，要求学生分组讨论：经济学、心理学、行为学、社会学、人类学乃至人文，历史，艺术等文科如何和工科结合，共同构建人性化智能医疗产品？

## 第九讲 四两拨千斤：运动康复与外骨骼机器人

体现章节衔接：

外骨骼作为一种医疗机器人，与常见的手术机器人有较大的区别，是手术后的一种补充，因此可以看做手术机器人的延展，具有较好的衔接特性。

教学内容：

运动康复是指人是指人受伤之后，通过医疗器械辅助运动，迅速帮助病人恢复运动能力的一种治疗手段，强调的是通过病人的较小的作用力来带动较大的负载，使得病人逐步恢复运动能力。外骨骼机器人不仅可以针对病人进行运动康复，也可以帮助正常人群提高其运动能力。两者都可以实现四两拨千斤的效果。

1. 医学篇：外骨骼机器人在临床的应用
  - 1.1 外骨骼机器人在临床上的重要意义；
  - 1.2 外骨骼机器人适用的患者类型；
  - 1.3 外骨骼机器人的治疗方案原理及可能的效果；
  - 1.4 外骨骼机器人在临床上应用的最新进展。
2. 工学篇：外骨骼机器人的设计方案
  - 2.1 外骨骼机器人的设计要求；
  - 2.2 外骨骼机器人的主要性能指标分析；
  - 2.3 对比不同的外骨骼机器人设计方案的优劣；
  - 2.4 外骨骼机器人的最新发展趋势和未来发展方向。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.2、1.3	1（2）
2.1、2.2、2.3	1（3）
1.4、2.4	1（4）
1.1	2（1）

重点和难点：

1. 如何从临床需求的角度上思考设计问题；
2. 如何从设计的角度上探索临床治疗的思路；
3. 如何同时兼顾临床的应用和技术难点。

体现思维启迪：

通过分析外骨骼机器人的特点，启迪同学们思考现有的外骨骼机器人还有哪些特性需要改进？还有哪些地方可以应用？

第十讲 画皮画骨画心：医疗 3D 打印

体现章节衔接：

3D 打印技术是一项典型的先进制造技术，在医疗领域有广泛和重要的应用前景。3D 打印给现代医疗手段带来了怎样的改变？我们将从 3D 打印技术在医疗方面应用的四个层次来一起了解。

教学内容：

1. 3D 打印技术简介

1.1 3D 打印技术的定义、特点与内涵、基本原理和基本工艺过程；

1.2 增材制造与 3D 打印技术和传统减材、等材制造技术的对比；

1.3 3D 打印技术的发展和应用现状；

1.4 3D 打印技术的典型工艺。

2. 3D 打印技术在医疗领域的典型应用

2.1 外科手术辅助和导航模板；

注：结合孟阳老师实际案例、可展示样品。

2.2 个性化医疗器械和个性化植入物；

注：结合孟阳老师实际案例、可展示样品。

2.3 可降解组织工程支架；

2.4 活性组织与器官；

2.5 讨论环节。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.1、1.2、1.4	1（3）
1.3	1（1）
2.1、2.2、2.3、2.4	1（2）
2.5	1（4）

重点和难点：

1. 3D 打印技术的定义、特点与内涵、基本原理和基本工艺过程；

2. 3D 打印技术在医疗领域的典型应用。

体现思维启迪：

重点引发学生思考现代先进制造技术与装备给传统医疗带来的使能作用，例如其个性化定制、快速制造、快速开发等特点对医生和对一些经验性、非标准化手术过程如何产生促进作用。

第三篇：医学检测篇

第十一讲 未雨绸缪：癌症早期筛查

体现章节衔接：

此讲为医学检测篇的第一堂课，因此在上课前需要说明此篇章与医学材料篇和医学装备篇侧重点的不同，即将重点放在应用在医学领域的检测技术和相关传感器方面。

教学内容：

1. 从“Medical Detection Dogs”谈起：如何发现早期癌症

1.1 癌症对全球人类的威胁及早期筛查的重大意义；

1.2 Medical Detection Dogs 的应用说明人体挥发性有机物水平与癌症发展相关；

1.3 基于 MEMS 技术的电子鼻。

2. 肿瘤筛查，我们如何可靠且有效进行检查：目前常用的典型肿瘤筛查技术

2.1 应用于肺癌筛查的低剂量螺旋 CT 技术；

2.2 应用于乳腺癌筛查的乳腺钼靶和 B 超技术；

2.3 应用于胃肠道癌的内窥镜技术；

2.4 CTC 检测：基于微流控芯片的循环肿瘤细胞（CTC）捕获技术。

3. 肿瘤筛查的未来发展趋势、瓶颈及挑战

3.1 讨论：肿瘤筛查技术的发展趋势（更快、更准、更方便……）。

3.2 目前癌前筛查存在的问题和瓶颈：假阳性、特异性不高等。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.1	2（1）
1.2	1（2）
1.3、2.1、2.2、2.3、2.4	1（3）
3.1	1（4）

重点和难点：

1. 通过典型癌症的检测和筛查方法表明检测技术、手段和设备在医疗应用方面的作用，进而体现医、工结合的重要性；

2. 在讲解具体的疾病检测技术以及相关的传感器工作原理时，如何言简意赅地阐述代表疾病发展的物理量与检测技术中输入量之间的关系，以及检测中所用到的传感器所基于的物理或化学原理将是本次课程的难点。

体现思维启迪：

课堂上注重由浅入深的引导，通过互动的方式吸引学生的兴趣及关注。比如通过问题“中医中‘望闻问切’中的‘闻’是指什么？”引出所要讲的“Medical Detection Dogs”实例，再过渡到通过气味筛查癌症的主题。另外，通过“分析肿瘤筛查技术的发展趋势”之类的主题讨论培养学生的发散思维。

## 第十二讲 烛照瘟君：新冠病毒检测

体现章节衔接：

本讲与上一讲中的癌症诊断相承接，可扩展为疾病诊断相关联的章节内容。在课程开始时，可从癌症诊断作为切入，从常规检验科的化验报告入手，逐步扩展到新冠病毒的检测筛查。

教学内容：

1. 了解病毒。从病毒的结构组成讲解到结构与病毒状态变化的关联。以具体的案例引入，过渡讲解病毒与人类的关系，讨论思考病毒的起源。

2. 观察病毒。以显微镜的观察方式讲解，过渡到病毒的检测，内容主要涉及形貌、结构、化学成分的检测，适当引申检测方法的原理及科学过程，重点介绍当前常用的新冠病毒检测方法。

3. 认知病毒。从病毒的检测，过渡到病毒对个体身体、人民群众生活及社会生活的影响，该环节进行适度讨论。该环节将同医科教师进行现场连线，由医科教师从肺部感染的实例，带领大家进入讨论环节。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1、2	1（2）
3	1（4）

重点和难点：

1. 科学的认识病毒，全面理解并对新冠病毒的各类检测方法原理及过程，了解新冠病毒对个体及群体的根本影响。

2. 病毒的一些专业术语和前期背景，对非科普性内容而言，仍需具备一定专业知识。

体现思维启迪：

在“认知病毒”的教学内容中开展讨论，引发学生思考，增强学生对个人健康和社会健康的启迪认识。

## 第十三讲 爱在心中：胎儿三维成像

体现章节衔接：

向学生设问，了解学生对于人体健康的认知，为胎儿三维成像的讲解进行铺垫。

教学内容：

1. 以几组胎儿三维成像图片和出生后的照片对比为案例切入，介绍胎儿三维成像的意义及基本原理。

2. 三维超声成像的工程实现。

3. 三维超声成像在医学检测中的其他应用及发展趋势。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1	1 (2)
2	1 (3)
3	1 (1)、1 (4)

重点和难点：

1. 三维成像原理；

2. 三维超声成像的实现和应用。

体现思维启迪：

通过对三维超声成像应用和发展的讨论，引发学生对于人体健康和未来三维超声成像的思考。

第十四讲 护心使者：心电在线监测

体现章节衔接：

1. 向学生了解前序章节的学习情况，对本部分内容在讲解过程中做出动态调整；

2. 心电监测作为“医学检测篇”中基础但又极为重要的健康检测手段，与前序章节的内容可以有机结合，从而形成完整体系。

教学内容：

1. 心电监测的重要性及心电测量设备的发展史

1.1 心电监测为什么重要；

1.2 发现心脏类疾病的主要途径；

1.3 心电信号测量的发展历程。

2. 典型的智能监测精密仪器：心电监护仪的构成及测量原理

2.1 心电监护仪的硬件构成；

2.2 心电测量原理；

2.3 SPO<sub>2</sub>（脉搏血氧饱和度）测量原理；

2.4 RESP（呼吸）测量原理；

2.5 NIBP（无创血压）测量原理；

2.6 TEMP（体温）测量原理。

3. 心电信息的采集、存储、精准监测和智能分析预警

3.1 心电信息的采集；

3.2 心电信息的预处理；

3.3 心电信号分类；

3.4 心电监测的创新和发展趋势。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1	1（1）
2	1（3）
3	1（2）

重点和难点：

1. 学习心电信号获取的历史发展过程，从生物电的发现到心电信号的获取，激发学生的工程应用思维。

2. 学习典型的智能监测精密仪器：心电监护仪的构成和原理。包括电极、传感器和热敏电偶等用于测量的硬件设备构造，以及心电、血氧、呼吸、血压、体温等参数的测量原理。

3. 了解心电监测数据的获取及预处理分类方法以及前沿的机器学习处理心电数据的方法。

4. 便携式实时心电监测设备的搭建实例以及“心电 ID”的案例，让学生了解该领域的创新和发展趋势，激发学生的创新精神。

体现思维启迪：

医学理论与工科思维的有机碰撞，激发学生的创新能力，提升学生科研思维。

第十五讲 察今知古：人性化设计思维

体现章节衔接：

1. 以该章节主题为问题，课堂上向学生设问，了解其前续章节的学习感受；

2. 医学检验的人性化设计思维，是从宏观层面探讨医学检验的体验问题，相当于对“医学检测篇”全部前续章节的总结性思考。

教学内容：

## 1. 基本概念

1.1 医学检验（Medical Laboratory Science, MLS）基本概念及分类简介；

1.2 “用户体验”基本概念简介；

1.3 用户角度的医学检验活动相关要素分解和设计需求分析。

## 2. 医学检验现状

2.1 现代医院环境的医学检验状况展示和用户体验分析；

2.2 现代医学检验流程和方法现状介绍。

## 3. 医学检验的人性化设计思路

3.1 设计知识和方法简介：人机工程学、用户体验设计、设计心理学、服务设计；

3.2 人性化设计优秀案例鉴赏和分析；

3.3 医学角度的人性化设计思维启发——多角度、综合手段看待问题，交叉学科方法和创意思维的综合运用。

与课程目标对应关系：

教学内容	对应课程目标
1.3、3.3	1（4）
3.1	2（2）
3.2	2（3）

重点和难点：

1.理解医学检验活动的本质，而且是宏观层面理解；

2.从多用户角度体验医学检验活动全流程；

3.医学检验人性化设计的需求分析和痛点挖掘。

体现思维启迪：

课堂给出命题任务，学生小组研讨，提出创新性的解决思路。

## 四、建议教学进度及主讲人

导论：生命·技术：现代科技与现代医学（2 学时，主讲人：刘文博、罗阳）

第一篇：医学材料篇（共 10 学时）

第一讲 以假乱真：牙齿种植体/修复体（2 学时，主讲人：颜家振、陈文川）

第二讲 形神兼备：人工电子皮肤（2 学时，主讲人：吴晓东、倪均）

第三讲 以形补形：可降解金属修复体（2 学时，主讲人：聂涌、彭华备）

第四讲 百变枢纽：人工关节（2 学时，主讲人：吴明霞、曾羿）

第五讲 华佗再世：医用切削刀具（2 学时，主讲人：杨天恩、郭维华）

第二篇：医学装备篇（共 10 学时）

第六讲 管中窥豹：内窥镜系统的革新之路（2 学时，主讲人：余德平、刘苓）

第七讲 妙手仁心：医疗机器人（2 学时，主讲人：王江新、王昕）

第八讲 回眸一笑百媚生：眼科图像分析与自动手术（2 学时，主讲人：罗华、魏红）

第九讲 四两拨千斤：运动康复与外骨骼机器人（2 学时，主讲人：汤卿、尹子文）

第十讲 画皮画骨画心：医疗 3D 打印（2 学时，主讲人：殷鸣、孟阳）

第三篇：医学检测篇（共 10 学时）

第十一讲 未雨绸缪：癌症早期筛查（2 学时，主讲人：黄玉波、朱桂全）

第十二讲 烛照瘟君：新冠病毒检测（2 学时，主讲人：林庆宇、包骥）

第十三讲 爱在心中：胎儿三维成像（2 学时，主讲人：刘晓宇、唐英）

第十四讲 护心使者：心电在线监测（2 学时，主讲人：何亮、李晨）

第十五讲 察今知古：人性化设计思维（2 学时，主讲人：张珣、曾婷婷）

## 五、教学方法

为推动医工深度融合与发展，本课程拟面向全校文、理、工、医背景的各学科和全专业全日制大学本科生开设，以 OBE 教学理念为指导，以通识模块内涵为依据，充分体现“以学为中心”的教学思想，拟在教学过程中采用以下多种先进教学方法和教学手段，充分展示医学与工科交叉融合碰撞的火花，以达到开拓视野、激发兴趣、萌生求知、思维启迪的目的，为构建全方位多层次大学生知识体系提供强有力的支撑。

1. “探究式”教学：“探究式”教学是以培养学生的能力和素质、促进学生全面发展为目标，强调以教师为主导，学生为主体，以更新教育教学内容、改革教育教学方法来促进教与学的深度互动的教学方式。在课程教学过程中，首先，会严格坚持 OBE 理念，以学生为中心，全面认识、了解学生，尊重、关心学生，严格规范管理学生；其次，尝试多种课堂组织形式和教学方法，比如专题案例剖析、小组研讨和汇报展示等；有效使用多种教学技术手段，充分利用智慧教学环境和移动终端等方式辅助课堂教学；另外，在教学过程中全面推行“全过程学业评价-非标准答案考试”，实现学业考核全程化、评价标准多元化、考核方式多样化，真正做到了解所有学生的学习成果；最后，课程将采用多种教学效果并举的综合评价方式，通过对评价结果分析完成教学反思，以建立持续改进课程质量的良好机制，不断提高课程教学质量。本课程涉及医学材料、医学装备和医学检测三个独立而又紧密联系的篇章，采用“探

究式”教学，以生活常见的病例为引导，提出材料工程、机械工程等对当前医疗发展所起的关键作用。在每一篇章开始之前，拟将部分案例作为“探究式”教学的素材供学生课前学习和探究。在课堂上，通过师生讨论或小组讨论分析案例中所涉及的医学材料、装备和检测的原理。在“探究式”教学过程中，小组研讨及展示是其中非常重要的环节。学生自己组建讨论小组，随机选择每一章节教师所提供的案例素材或学科前沿进行研讨并做课堂展示。学生通过自主、深入探索的学习过程，可以增强自主学习意识、提高学习主动性。

2. 案例分析+理论讲授：以现代医学发展对新材料、新装备和新检测技术需求为导向，通过历史、生活或医学中经典案例的分析和讨论，剖析出案例中所涉及的医学材料、装备制造及检测技术的最新发展及应用，讲授解决复杂医学问题需求的基本过程、科学原理及发展趋势。充分调动学生的学习兴趣及课堂参与度，以提升学习效果。

3. 启发式教学：本课程采用启发式教学方式，在授课过程中逐步引导学生自主分析并互动讨论专题案例。通过课堂思考和提问等方式，可以培养学生主动分析问题、解决问题的能力，提高自主学习性。通过经历问题的解决过程，激发学生的自主学习热情，提高学习兴趣，启发学生思维。

4. 利用多种现代信息化教学手段：为了增强学生的学习效果，在教学过程中采用 PPT、视频动画等多种媒体手段，并结合智慧教学环境，在课堂上通过多媒体数字互动平台向学生发放测试题目或实时互动，调动学生的学习兴趣。课后辅以习题或研讨，并进行教学满意度的阶段调研，收集课程反馈信息，以进行课程分析和教学反思，实现课程的不断持续改进。

## 六、考核方式

平时成绩：课堂表现（出勤率、课堂互动、随堂测试、小组研讨等）、课后作业。

期末成绩：非标准化考核。

## 七、成绩评定方法（按照学校要求平时考核比例占 50%）

总成绩=课堂表现×35%+课后作业×15%+非标准化考核×50%

## 八、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

[1] 王成，钱英，刘景鑫等. 医疗设备原理与临床应用[M]. 人民卫生出版社，2017.

[2] 王智彪，李刚. 医学仪器原理与应用[M]. 人民卫生出版社，2020.

[3] 刘宝林，姚秀雯. 生物医学工程类专业“课程思政”案例[M]. 化学工业出版社，2022.

[4] Lawrence S. Chan, William C. Tang. Engineering-Medicine: Principles and Applications of Engineering in Medicine[M]. Taylor & Francis, 2019.

[5] Pascal Verdonck. Advances in Biomedical Engineering[M]. Elsevier, 2009.

[6] Olivier C. L. Haas, Keith J. Burnham. Intelligent and Adaptive Systems in Medicine[M]. Taylor & Francis, 2008.

[7] Sundararajan V. Madhally. Principles of Biomedical Engineering[M]. Artech House, 2010.

## 古青铜器表面装饰的技术与艺术鉴赏

### 四川大学机械工程学院本科课程

#### 《古青铜器表面装饰的技术与艺术鉴赏》教学大纲

课程名称	古青铜器表面装饰的技术与艺术鉴赏	Course name	The Technique & Art of the Surface Ornamentation for the Ancient Bronze Wares
课程编号	302356020 -01	Course code	302356020 -01
课程类型	任选	Course type	Elective
适用专业	全校所有专业	Audience	No Limit
授课对象	全校学生	Audience	All Students
开课学期	每期	Course term	Each Semester
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	中国铸造发展史（第一卷） 第 16~18 章	Textbooks	The Developmental History of Chinese Foundry（Book One）
先修课程	无	Prerequisite	None
授课语言	中文	Teaching Language	CHINESE
开课院系	材料成型及控制工程	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
授课教师	范洪远	Teachers	FAN HONGYUAN
大纲执笔人	范洪远	Edited by	FAN HONGYUAN
大纲审核人	孙兰	Inspected by	SUM LAN

#### 一、课程简介

《古青铜器表面装饰的技术与艺术鉴赏》是面向全校所有专业开设的人文艺术与中华文化传承类选修课程。

中国古代青铜器文明源远流长，绚丽多彩，青铜文化在技术和艺术上的特色有着永恒的历史价值和艺术价值。通过本课程的学习使学生掌握我国古代青铜器物表面装饰的发展

历程、主要类别、艺术价值、文化意义，了解表面装饰技艺在漫长的青铜器时代为彰显青铜器的特性、功能和使用效果发挥的巨大作用。通过对典型器物的赏析，了解我国先民创造的丰富多彩的青铜器表面装饰技艺、繁花似锦的青铜艺术品，培养学生认识古代社会针对代表王权和神权的特殊器物，利用图形和色彩来增强青铜器表现力和功能，感受中华民族的勤劳、智慧和旺盛的创造力，提升学生的文化底蕴和精神气度，增强文化自信，传承中华优秀传统文化。

## 二、学习目标

(1)、掌握我国古代青铜器表面装饰的发展历程、文化内涵、装饰技术和内容的演变及其对现实社会的反映，青铜器表面装饰技术的主要类型、技术原理及制作工艺、典型器物，对彰显青铜器的特性、功能和使用效果的作用，了解表面装饰艺术的文化意义；

(2)、能够鉴别古代青铜器表面装饰的类别并初步分析其制做过程，鉴赏青铜器表面装饰的艺术内涵，评析表面装饰所代表的时代性、科技性、工艺美术特征和社会意义，通过分析青铜器表面装饰了解当时的冶金、铸造和装饰技艺的发展水平，以及人们的思想文化、宗教信仰等意识形态和物质生产、社会生活。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求 毕业要求指标点 课程学习目标

(1) 具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在职业实践中理解并遵守职业道德和规范，履行责任 1.1 具有良好的心理素质、身体素质和良好的生活习惯，热爱祖国，了解中国历史，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。

## 四、教学基本内容

本课程主要内容：

(1) 青铜器表面装饰概论（含青铜器的起源、发展和种类，青铜器文化，青铜器制做技术，表面装饰的目的、作用，装饰技术的发展历程、类别及其典型器物，装饰的历史、社会、文化和艺术价值等）；

掌握中国古代青铜器表面装饰的概念、类别、发展历程、重要装饰技术、表面装饰的作用等内容，了解表面装饰的文化意义和艺术价值。

(2) 青铜器表面镶嵌、错金银、金银平脱技术（含技术原理、起源及发展历程、工艺步骤、装饰效果、典型器物，以及社会、文化、艺术效果等）；

要求学生掌握镶嵌、错金银、金银平脱技术的基本知识，不同种类材质的镶嵌技术及效果，错金银技术的演变、与涂画技术的比较、装饰效果，金银平脱技术的装饰效果和社会影响等内容。

(3) 青铜器表面鎏镀、镀渗技术（含鎏金、鎏银、镀锡、虎斑纹、铜镜表面处理、镀渗、着色等）；

要求学生掌握鎏金、镀锡、镀渗、着色、铜镜表面处理等技术的概念、基本原理、制备技术、装饰效果，重点掌握鎏金、铜镜表面处理的工艺特点、装饰性和使用效果等内容，了解这类青铜器表面装饰技艺的运用和文化内涵等内容。

(4) 青铜器表面复合处理等其他装饰技术（含表面复合处理、表面复合技术、双色剑、铸纹、刻纹、包金、贴金、彩绘、髹漆、螺钿、乌铜走银、斑铜等）；

掌握青铜器表面复合技术、铸纹、彩绘的原理、发展历程、技术特点、装饰性和运用，了解青铜器表面其他装饰技术的技术特点和装饰效果等内容。

(5) 青铜器表面装饰的文化思考（含表面装饰的演变、功能与作用、对现实社会的反映、技术进步的载体、艺术表现力、文化内涵及意义、促进文明交流等）；

要求学生掌握青铜器表面装饰的愿景、功用及其使用效果，了解青铜器表面装饰所代表的哲学、社会、科技、艺术、文明等内涵。

**赏析实践环节：**任选一件古代青铜器，对其表面装饰和处理进行技术与艺术赏析（美术、文化），指出表面装饰处理的名称、类别、特色，评价制作技术的科学性、艺术效果和文化内涵。

## 五、建议教学进度

每期开设，每周 3 学时

绪论（青铜器）	学时：3 学时
绪论（青铜器表面装饰）	学时：3 学时
镶嵌、错金银和金银平脱	学时：6 学时
鎏镀和镀渗	学时：6 学时
表面复合处理	学时：3 学时
青铜器表面其他装饰技术	学时：3 学时
青铜器表面装饰的文化思考	学时：3 学时
赏析实践	学时：5 学时

## 六、教学策略与方法

本课程教学方法包括课堂讲授、观看青铜器表面装饰的视频资料和赏析实践教学。

课程教学中，从人们熟知的著名青铜器引入到青铜器文化、表面装饰起源与演变，全面介绍青铜器表面装饰的类别和运用，重点讲解典型的表面装饰技术及其艺术效果，强调表面装饰对发挥青铜器作用的重要性，引导学生透过青铜器表面装饰去领会装饰技术和艺术所承

载的历史、社会、哲学、科技、文明等内涵。

本课程实践环节为青铜器表面装饰的赏析实践,要求学生根据自己在课程中所学的知识,选择自己最感兴趣的古代青铜器,对其表面装饰和处理进行技术与艺术赏析(美术、文化),制作成演示文稿进行讲解,并说明选择的理由和自己认为的该器物最突出之处。

## 七、考核方式

过程考核+赏析实践+课程学习报告

## 八、成绩评定方法

本课程进行全过程考核。考核内容包括课堂学习环节过程考核(含作业)、实践环节和课程学习报告。

本课程成绩评定方法为:

- 1、平时成绩,占总成绩的 40%;
- 2、课程学习报告,占总成绩的 20%;
- 3、赏析实践:选择自己最感兴趣的古代青铜器,对其表面装饰和处理进行技术与艺术赏析(美术、文化),占总成绩的 40%。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源(如网上教学资源等)

教材:中国铸造发展史(第一卷)第 16~18 章,田长浒 主编,国家开放大学出版社,2017 年 10 月第 1 版,北京。

参考书:中国铸造发展史(第一卷)其余各章,田长浒 主编,国家开放大学出版社,2017 年 10 月第 1 版,北京。

## 材料成型工艺工装设计 1

### 四川大学机械工程学院本科课程

#### 《材料成型工艺工装设计 1》教学大纲

课程名称	材料成型工艺工装设计 1	Course name	Design 1 Of material forming process fixture
课程编号	302371020	Course code	302371020
课程类型	必修课	Course type	required course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Junior
开课学期	大三春季	Course term	Junior Spring
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	无	Textbooks	无
先修课程	塑性成形工程、冲压成形工艺及模具设计、材料科学基础	Prerequisite	Plastic Forming Engineering, stamping process and die design, Fundamentals of Materials Science
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of manufacturing science and Engineering
授课教师	曹建国	Teachers	Cao Jianguo
大纲执笔人	曹建国	Edited by	Cao Jianguo
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、课程简介

材料成型工艺工装设计,是继“冲压成形工艺及模具设计”之后的课程设计实践必修环节。其目的是使学生在学习了“冲压成形工艺及模具设计”等课程之后,能够正确地运用所学的专业知识,初步掌握一般性冲压件的工艺制定和模具设计的方法和原则,在设计中能巩固、扩大有关课程的理论知识、提高计算、制图和查阅参考资料的能力,并培养学生独立工作能力,学习在设计中应从现有的生产条件出发,考虑到设备、场地、工

人水平、成本、效益、环保等各方面的因素，尽可能采用先进技术，设计出技术合理，经济效益较好的工艺方案和模具结构。为今后从事模具设计、制造工作打下基础。

## 二、学习目标

1、能够理解并掌握材料成型的基本理论及成型过程中的工程问题所需的工程基础知识用于冲压模具设计，并基本上具有对复杂工程问题进行对比、分析、评价的能力和冲压工艺方案的制定；

2、能够根据产品的零件图，运用所学冲压成形知识，进行相应的模具设计和成形方案的制订，并能够综合考虑社会、操作安全、相关文化以及环境因素，体现一定的创新意识。

3、能够运用材料成型原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺进行分析。对成形方案进行设计。

4、能够认识到模具设计是一项复杂工程问题，涉及到材料、机械、制造、热处理和冲压成形等多学科的应用；

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程学习目标
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 1
(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	3.1 熟悉产品、工艺、技术和设备研究、开发的基本流程，掌握基本的创新方法，在解决材料成型过程复杂的工程问题中具有追求创新的态度和意识；	学习目标 2
	3.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中；	

	3.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	
(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。	4.1 能够基于科学原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺过程进行方案设计；	学习目标 3
(9) 个人和团队：能够认识到材料成型及控制工程领域的跨学科特征，能够在多学科背景下的团队中承担团队成员以及负责人的职责。	9.1 能够认识到材料成型与控制工程方面复杂工程问题的解决涉及多学科的应用；	学习目标 4

#### 四、教学基本内容

本课程设计内容为针对一个具体的冲压零件，运用模具设计等课程的理论知识，设计出成形该零件所需的模具的成形工艺方案、编制工艺卡片。并针对某道具体成形工序，设计确定出成形模具。完成相关模具及其组成零件的计算和图纸绘制。

具体设计过程如下：

- 1、准备阶段：接受指导教师安排具体成形的冲压零件和明确设计任务，了解设计要求。基本要求：能够根据指导教师给定的某个产品冲压零件图纸，了解其材料、毛坯及各加工表面技术要求。借阅、收集、检索设计用相关资料、图册、标准、手册。

本环节学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 2.3、3.1、3.2 和 3.3。

- 2、根据指导教师给定的某个冲压产品零件图纸，详细分析其材料、结构形状及各加工表面技术要求。进行冲压工艺分析及相关工艺计算。基本要求：能够运用所学机制工艺学知识和技术经济知识，选择、比较安排其成形工艺流程方案。经与指导教师交流，确定最优工艺路线、按规范格式填写加工工艺流程卡片。

本环节学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 4.1。

- 3、接受指导教师安排，针对分配给自己的冲压零件，设计其成形模具。基本要求：熟悉所设计工序的技术要求（尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度、材料等），了解前后工序，运用所学模具基础知识，能够选择所设计零部件工序的定位、安装方案，其间多与指导教师交流。反复修改草案，使之合理。最终确定模具设计方案。

本环节学习内容对应学习目标 3 和 4，支撑毕业要求指标点 4.1 和 9.1。

- 5、按照所确定的模具方案，采用 CAD 软件设计绘制夹具装配图，要求绘制其主要成形工序的装配图（包括主视图、俯视图、侧视图等）及凸、凹模加工零件图各一张。经指导

教师审阅后，打印输出。

基本要求：能够严格按照机械制图规范绘图，注明明细表、标题栏、技术要求等。其间多与指导教师交流，反复修改。保证设计和绘图基本正确。

本环节学习内容对应学习目标 3 和 4，支撑毕业要求指标点 4.1 和 9.1。

5、撰写课程设计报告。阐述设计任务、主要设计内容、主要设计步骤、相关计算等。

基本要求：能够按照规范格式撰写设计报告。条理清晰、结构合理、计算正确。

6、答辩。准备 5-10 分钟左右的 PPT，介绍课程设计的设计思路、工艺分析、主要计算和工艺方案的制定等。老师提问，学生回答。考察学生对整个设计过程的把握情况。

本环节学习内容对应学习目标 1、2、3 和 4，支撑毕业要求指标点 2.3、3.1、3.2、3.3、4.1 和 9.1。

## 五、建议教学进度

- 1、根据设计条件，进行零件工艺性分析、冲压工艺分析，确定方案（2 天）；
- 2、模具设计基本参数计算（3 天）；
- 3、绘制模具的装配图（3 天）；
- 4、画模具的非标准零件图（3 天）；
- 5、编写课程设计说明书（3 天）；
- 6、课程设计答辩（1 天）。

## 六、教学策略与方法

- 1、阐述基本原理，理论联系实际，培养学生工程应用及模具设计能力；
- 2、采用多媒体课件与传统教学方法相结合进行教学；
- 3、通过实际设计案例分析，强调模具设计工程理论思维方法的建立和运用；
- 4、理论教学与实践训练相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

## 七、考核方式

设计结束，要求学生提供设计装袋资料一份，内容包括：

- 1、模具装配图一份；
- 2、凸、凹模设计加工图和零件图各一张；
- 3、课程设计说明书一份（20 页左右）；
- 4、答辩的 PPT。

## 八、成绩评定方法

根据学生的设计图纸、设计说明书的质量和答辩情况来综合评定学生的成绩。成绩分为优秀（90 以上）、良好（80-89）、中等（70-79）、及格（60-69）和不及格（60 以下）五种。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1.王孝培 主编. 冲压手册[M]. 北京：机械工业出版社，2005.
2. 曹建国主编. 金属冲压成形工艺与模具设计[M]，中国铁道出版社，2023 年 5 月.

- 3.陈文琳. 金属板料成形工艺与模具设计[M]北京:机械工业出版社, 2012.
- 4.模具实用技术丛书编委会.冲模设计应用实例[M].北京:机械工业出版社, 2005.

## 材料成型工艺工装设-2

### 四川大学机械工程学院本科课程

#### 《材料成型工艺工装设计-2》教学大纲

课程名称	材料成型工艺工装设计-2	Course name	Material molding process tooling design
课程编号	302372010	Course code	302372010
课程类型	必修课	Course type	required course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Material Forming and Control Engineering
开课学期	大三春季	Course term	Junior Spring
学时/学分	16/1	Class hour/ Credits	16/1
选用教材	无	Textbooks	无
先修课程	材料成型原理、材料成型技术、材料科学基础	Prerequisite	Principle of Material Forming, Material Forming Technology, Fundamentals of Materials Science
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of manufacturing science and Engineering
授课教师	王均	Teachers	Wang Jun
大纲执笔人	王均	Edited by	Wang Jun
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、课程简介

材料成型工艺工装设计-2,是继“材料成型原理”之后的课程设计实践必修环节。通过本课程的学习,使学生理解铸件形成过程中涉及的铸造工艺参数的选择条件,并能够运用所学知识分析和确定铸件铸造工艺设计过程中出现的问题。在设计中能巩固、扩大有关课程的理论知识、提高计算、制图和查阅参考资料的能力,并培养学生独立工作能力,学习在设计中应从现有的生产条件出发,考虑到设备、场地、工人水平、成本、效益、环保等各方面的因素,尽可能采用先进技术,设计出技术合理,经济效益较好的工艺方案和铸型结构。为今后从事铸造工艺设计工作打下基础。

## 二、学习目标

1、能够理解并掌握材料成型的基本理论及成型过程中的工程问题。能将所需的工程基础知识用于铸造工艺设计,并基本上具有对复杂工程问题进行对比、分析、评价的能力和具有对铸造工艺方案制定的能力;

2、能够根据产品的零件图,运用所学铸造成型知识,进行相应的铸造工艺设计和铸型设计方案的制订,并能够综合考虑社会、操作安全、相关文化以及环境因素,体现一定的创新意识。

3、能够运用材料成型原理和材料成型与控制工程的基础知识,分析各种形状的铸件在型腔凝固过程中可能出现的问题,优化铸造工艺,确认铸造方案,并基本能阅读铸造工艺相关的资料。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程学习目标
---------------------	-----------	--------

<p>(1) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。</p>	<p>1.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。</p>	<p>学习目标 1</p>
<p>(2) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能</p>	<p>2.1 熟悉产品、工艺、技术和设备研究、开发的基本流程，掌握基本的创新方法，在解决材料成型过程复杂的工程问题中具有追求创新的态度和意识；</p>	<p>学习目标 2</p>
<p>够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。</p>	<p>2.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中；</p>	
	<p>2.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。</p>	
<p>(3) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。</p>	<p>3.1 能够基于科学原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺过程进行方案设计；</p>	<p>学习目标 3</p>

#### 四、教学基本内容

本课程设计内容为针对一个具体的铸造件，运用材料成型原理、材料成型技术等课程的理论知识，设计出成型该零件所需的铸型的工艺方案、编制工艺卡片。并针对某道具体成型

工序，设计确定出具体结构、参数。完成相关铸件及其铸型的计算和图纸绘制。

具体设计过程如下：

- 1、 准备阶段：接受指导教师安排具体成型的铸造件和明确设计任务，了解设计要求。基本要求：能够根据指导教师给定的某个产品铸造件件图纸，了解其材料及各加工表面技术要求。

借阅、收集、检索设计用相关资料、图册、标准、手册。

本环节学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 1.3、2.1、2.2 和 2.3。

- 2、 根据指导教师给定的某个铸造件图纸，详细分析其材料、结构形状及各加工表面技术要求。进行铸造工艺分析及相关工艺设计计算。基本要求：能够运用所学铸造工艺学知识和技术经济知识，选择、比较安排其成型工艺流程方案。经与指导教师交流，确定最优工艺路线、按规范格式填写铸造工艺卡片。

本环节学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 3.1。

- 3、 接受指导教师安排，针对分配给自己的铸造件，设计其铸型。基本要求：熟悉所设计工序的技术要求（尺寸结构、拔模斜度、冒口位置、浇注位置、材料等），了解前后工序，运用所学铸造基础知识，能够选择所设计铸造件的铸型材料、分型面，其间多与指导教师交流。

反复修改草案，使之合理。最终确定铸造工艺设计方案。

本环节学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 3.1。

- 4、 按照所确定的模具方案，采用 CAD 软件设计绘制铸造工艺图，要求绘制冒口、冷铁、砂芯及浇注系统位置。经指导教师审阅后，打印输出。

基本要求：能够严格按照机械制图规范绘图，注明工艺说明、技术要求等。其间多与指导教师交流，反复修改。保证设计和绘图基本正确。

本环节学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 3.1。

- 5、 撰写课程设计报告。阐述设计任务、主要设计内容、主要设计步骤、相关计算等。

基本要求：能够按照规范格式撰写设计报告。条理清晰、结构合理、计算正确。

## 五、建议教学进度

- 1、 根据设计条件，进行铸件工艺性分析、铸型工艺分析，确定方案（1 天）；
  - 2、 铸造工艺设计基本参数计算（1-2 天）；
  - 3、 绘制辅助工装模具的装配图（0-0.5 天）；
  - 4、 绘制铸件的铸造工艺图（1 天）；
  - 5、 编写课程设计说明书（1 天）；
- ## 六、教学策略与方法

- 1、 阐述基本原理，理论联系实际，培养学生工程应用及铸造工艺设计能力；
- 2、 采用多媒体课件与传统教学方法相结合进行教学；
- 3、 通过实际设计案例分析，强调模具设计工程理论思维方法的建立和运用；
- 4、 理论教学与实践训练相结合，强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养。

#### 七、考核方式

设计结束，要求学生提供设计装袋资料一份，内容包括：

- 1、 铸造工艺图一张；
- 2、 课程设计说明书一份。

#### 八、成绩评定方法

根据学生的设计图纸、过程考核和设计说明书的质量来综合评定学生的成绩。成绩分为优秀（90 以上）、良好（80-89）、中等（70-79）、及格（60-69）和不及格（60 以下）五种。

#### 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- 1.中国铸造协会. 铸造工程师手册.第 3 版[M]. 机械工业出版社, 2010.
2. 丁根宝. 铸造工艺学.上册[M]. 机械工业出版社, 1985.

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《材料成型综合实验》教学大纲

课程名称	材料成型综合实验	Course name	Comprehensive Experiments of Material Forming
课程编号	302014020	Course code	302014020
课程类型	必修	Course type	Compulsory
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials forming
开课学期	4 秋	Course term	Senior
学时/学分	32/2	Class hour /Credits	32/2
选用教材	无	Textbooks	None
先修课程	无	Prerequisite	None
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院材料成型系	Course offered by	Department of Materials forming
授课教师	郭智兴、鲜广、文玉华、熊计、刘剑	Teachers	Guo Zhixing, Xian Guang, Wen Yuhua, Xiong Ji, Liu Jian
大纲执笔人	郭智兴、鲜广、文玉华、熊计、刘剑	Edited by	Guo Zhixing, Xian Guang, Wen Yuhua, Xiong Ji, Liu Jian
大纲审核人	孙兰	Inspected by	Sun Lan

### 一、课程简介

《材料成型综合实验》是材料成型及控制工程专业开设的一门综合性实践类必修课程，旨在帮助学生加深对专业知识的理解和加强知识间的联系与综合应用，培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力以及实践能力和创新能力。课程内容包括硬质合金综合实验和铸钢综合实验两个综合性的实验项目。硬质合金综合实验包括配料、球磨、压制成型、烧结、组织检测、性能检测、几何尺寸检测和过程的虚拟仿真，由指导教师给出题库学生从中选择或者学生自拟题目，并分团队进行实验方案设计、实施、个人完成实验报告、并进行团队答辩的方式组织综合实验。铸钢综合实验包括材料成分设计、熔炼、造型与制芯、浇注系统设计、浇注、热处理、金相组织观察、性能检测与分析、铸件缺陷分析等实践性环节，由指导教师给出实验主题方向和具体要求，学生通过参阅必要的资料，以小组的形式协作完成实验全过程、对实验结果分析并进行团队答辩。

## 二、学习目标

1、能够综合运用粉末冶金工程、材料力学性能、材料检测分析等方面的知识，进行粉末冶金材料与产品的成分与制备工艺设计。

2、能够在粉末冶金材料与产品的设计中考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响。

3、掌握铸造成型的基本工艺流程以及金属铸件关于成分、成型工艺、组织与性能存在的联系和涉及的实验技术。能够设计并实施关于铸造的实验，能对实验现象和结果进行合理分析并得出结论。掌握粉末冶金方法、铸造方法制备材料与制品的实验技术及表征方法并实施实验，能对实验结果进行正确分析并得出结论。

4、能够在实验项目中担任团队负责人或组员，具有合作能力；

5、能够制作技术文档，并能进行陈述发言和接受质疑。

## 三、学习目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程目标
(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	3.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中；	课程目标 1
	3.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	课程目标 2
(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。	4.3 通过设计和实施实验，获取、分析和解释数据，并得出合理有效的结论。	课程目标 3

<p>(9) 个人和团队：能够认识到材料成型及控制工程领域的跨学科特征，能够在多学科背景下的团队中承担团队成员以及负责人的职责。</p>	<p>9.2 能够在材料成型与控制工程实践中承担团队成员、团队负责人的职责。</p>	<p>课程目标 4</p>
<p>(10) 沟通：针对材料成型与控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>10.2 能够就工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令；</p>	<p>课程目标 5</p>

#### 四、教学基本内容

##### (一) 硬质合金综合实验

##### (一) 实验设计报告 (0 学时, 课外完成)

针对选定的硬质合金或金属陶瓷、多孔材料、Fe 基、Cu 基摩擦材料等粉末冶金材料与制品的成分、组织、性能、产品尺寸等方面的要求；根据所学的理论知识，并查阅相关文献，撰写出实验设计报告。

##### 基本要求：

1. 包括实验目的、研究背景、实验方案设计（材料设计、工艺方案设计、表征方案设计）、实验实施步骤、实验仪器设备与原材料等。
2. 设计报告中须考虑对社会、健康、安全、法律、文化以及环境的影响等。

##### 重点与难点：

粉末冶金材料与制品的制造工艺的设计。

本环节对应学习目标 1、2，支撑毕业要求指标点 3.2、3.3

## （二）实验方案实施（14 学时）

掌握粉末冶金制备和检测设备的安全操作方法，根据实验计划书，团队协作实施实验方案。完成粉体配制、球磨、过筛、干燥、过筛、成型、烧结、检测（硬度、密度、孔隙度、金相、尺寸）等材料制备和表征方面实验研究工作。

### 基本要求：

1. 掌握粉末冶金材料制备与表征等方面的实验技术等方法，能按所设计的方案安全、规范的完成实验内容。
2. 对实验数据和结果进行分析，并给出合理的解释，独立撰写规范的技术文档（实验报告）。

### 重点与难点：

粉末冶金材料的烧结工艺及材料检测方案实施，实验结果的分析。

本环节对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 4.3

## （3）团队汇报答辩（2 学时）

各组就实验设计、实验过程、实验结果与分析等内容进行陈述和答辩。

### 基本要求：

1. 制作规范的 PPT，总结实验内容、过程与结果并对团队工作进行总结。
2. 对实验工作进行清晰的表述，并正确回答提问。

### 重点与难点：

粉末冶金材料的设计思路及实验结果的对比分析。

本环节对应学习目标 4、5，支撑毕业要求指标点 9.2、10.2

## （二）铸钢综合实验

### 实验过程（14 学时）

学习和熟悉铸造成型工艺、设备和铸件组织与性能检测仪器设备的操作方法和安全注意事项。进行配料、装料、金属型处理、熔炼、浇注等铸造实验操作；进行切割取样、热处理、金相组织观察、性能检测等分析。

### 基本要求：

1. 掌握铸造成型设备和铸件分析设备的使用方法，培养实验动手能力。
2. 将材料科学基础、材料检测分析等专业基础知识用于本实验的组织结构与性能分析中
3. 培养解决工程问题涉及的团队组织、沟通、协调能力。

**重点与难点：**

熔炼工艺与及材料检测分析。

本环节对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 4.3。

**团队汇报答辩（2 学时）**

各组基于实验过程、结果与分析等进行陈述和答辩。

**基本要求：**

1. 制作规范的 PPT，总结实验内容、过程与结果并对团队工作进行总结。
2. 对实验工作进行清晰的表述，并正确回答提问。

**重点与难点：**

铸造实验过程及工艺对性能的影响。

本环节对应学习目标 2、3，支撑毕业要求指标点 9.2、10.2

**五、建议教学进度**

序号	实验环节	学时
1	实验设计报告	0
2	实验方案实施——粉末制备	2
3	实验方案实施——生坯成型	2
4	实验方案实施——产品烧结	6
5	实验方案实施——制品检测	4
6	团队汇报答辩	2

序号	实验环节	学时
1	铸造准备	1
2	配料、装料	1
3	熔炼与浇注	1
4	试样切割	1
5	热处理	4
6	检测分析	6
7	分组报告	2

**六、教学策略与方法**

1、本综合实验采用设计性实验的教学方法，即先提供实验室的设备和材料等基础条件和多个实验设计题目（学生也可自行提出），指导学生分成团队进行实验；各团队提交包括包括实验目的、研究背景、实验方案设计（材料设计、工艺方案设计、表征方案设计）、实验实施步骤、实验仪器设备与原材料等的实验设计报告；团队实施实验，包括材料的设计、

制备和表征等环节；最后提交实验报告。

2、以学生自主思考和操作为主、教师进行必要条件协助与辅导为辅，培养学生解决复杂工程问题的能力。

## 七、考核方式

硬质合金综合实验：实验设计报告、实验方案实施、实验报告、团队汇报答辩。

铸钢综合实验：预习、实验态度与操作规范、实验报告、团队汇报答辩。

## 八、成绩评定方法

本人参加实验为先决条件，考勤不到者不能获得实验成绩。硬质合金综合实验对四个环节分别进行考核，如下表：

实验环节	评分要点	分值
实验方案设计 (设计报告)	内容合理性、完整性	15分
	社会、健康、安全、法律、文化以及环境意识	5分
实验方案的实施	实验过程执行情况	10分
实验结果总结与分析 (分析报告)	书写规范性、内容完整性	10分
	数据记录与处理情况	20分
	实验结果及分析	20分
答辩 (PPT汇报+口头陈述)	团队意识	10分
	表达与沟通能力	10分

铸钢综合实验对四个环节分别进行考核，如下表：

实验环节	评分要点	分值
预习	实验安全注意事项； 对本实验内容的熟悉情况	15分
过程考核	实验过程执行情况	15分
实验结果总结与分析 (分析报告)	书写规范性、内容完整性	10分
	数据记录与处理情况	20分
	实验结果及分析	20分

答辩 (PPT汇报+口头陈述)	团队意识	10分
	表达与沟通能力	10分

#### 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

- [1] 粉末冶金原理, 阮建明, 黄培云, 机械工业出版社, 2012. 5
- [2] 粉末冶金工艺及材料, 陈文革, 冶金工业出版社, 2011. 7
- [3] 《铸件成形原理》, 祖方道主编, 机械工业出版社, 2013. 02
- [4] 《铸造工艺学》, 李荣德、米国发主编, 机械工业出版社, 2013. 08

## 四川大学机械工程学院本科课程

## 《项目制工程实践-3》教学大纲

课程编号: <b>Course Code:</b>	302998010 302998010	课程类型: <b>Course Type:</b>	必修课 Compulsory
课程名称: : <b>Course Name</b>	项目制工程实践-3 (进阶实践拓展) Project-based Engineering Practice -3	授课对象: <b>Audience:</b>	本科二年级学生 sophomore
学时/学分: <b>Credit Hours</b> /Credits	16/1 16/1	授课语言: <b>Language of Instruction</b>	中文 Chinese Mandarin
先修课程: <b>Prerequisite:</b>	项目制工程实践-1、项目制工程实践-2 Project-based Engineering Practice -1、2	开课院系: <b>Course offered by:</b>	材料成型及控制工程系 Department of Materials forming and controlling engineering
适用专业: <b>Intended for:</b>	材料成型及控制工程专业 Department of Materials forming and controlling engineering	授课教师: <b>Teachers:</b>	文玉华、刘俊波、吴明霞等 Mingxia Wu 、Yuhuawen 、Junbo Liu
大纲执笔人: <b>Edited by:</b>	郭智兴 Zhixing Guo	大纲审核人: <b>Inspected by:</b>	吴明霞 Course Leader

## 七、 课程简介

项目制工程实践系列课程是材料成型专业的综合工程实践课程。本系列课程是一种以学生为中心、以工程问题导向、以适应新工科人才需求的知识体系和能力体系为指南、以项目驱动的新型综合专业实践课程。通过项目制工程实践系列课程中设计的训练项目，学生在教师指导下完成机械零件设计与成型制造过程的综合训练。

项目制工程实践系列课程注重学以致用，以项目化教学培养学生的综合能力和素质。学生在项目驱动的综合实践中，将知识、能力、实践、创新、立德树人等要素有机融为一体，通过知识获取、实践、创新、创业、竞赛等基本能力的叠加训练，助力学生主动获取知识，

促进知识向能力转化。

项目制工程实践系列课程引导学生爱国、励志、求真、力行，在工程实践中涵养家国情怀，在工程实践中磨练品格。同时，将培养学生的创新意识、工程意识、质量意识、安全意识、环保意识、团队协作能力、表达沟通能力和人文素养的培养融入工程实践全过程，助力学生树立强烈的社会责任感和正确的工程伦理观。

项目制工程实践 3 是该系列课程的第 3 部分。要求材料成型及控制工程专业二年级学生以小组为单位，综合运用材料成型及其相关领域专业知识完成零件结构设计。项目任务主要来自工程实际问题。

## 八、 学习目标

1、能够进行文献检索、资料查询，并运用相关工程知识进行材料成型过程中复杂工程问题的研究与分析；

2、能够对机械零件的结构（含成型过程中所需要的工装夹具等）进行方案设计，在设计中能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素；

3、能够在实践中初步掌握一种二维/三维设计软件工具；

4、能够在项目制工程实践中担任团队负责人或组员，具有合作能力；

5、能够制作技术文档，并能进行陈述发言、清晰表达和技术沟通。

## 九、 学习目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	学习目标
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.2 能够进行文献检索、资料查询，用于材料成型过程中复杂工程问题的研究与分析。	学习目标 1
	2.3 能够应用相关理论和知识，对材料成型过程中的复杂工程问题进行对比、分析、评价，并获得有效结论。	学习目标 1
(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	3.2 完成课程练习、课程设计、专业实验、工程训练、生产实习和毕业设计等教学环节，能将自然科学、工程技术知识用于特定需求的材料成型系统、工艺过程、工艺装备的设计中；	学习目标 2
	3.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	学习目标 2

<p>(5) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。</p>	<p>5.1 了解材料成型及控制工程学科发展现状，能够在实践中初步掌握并使用现代工程技术、方法和工具；</p>	<p>学习目标 3</p>
<p>(9) 个人和团队：能够认识到材料成型及控制工程领域的跨学科特征，能够在多学科背景下的团队中承担团队成员以及负责人的职责。</p>	<p>9.2 能够在材料成型及控制工程实践中承担团队成员、团队负责人的职责</p>	<p>学习目标 4</p>
<p>(10) 沟通：针对材料成型与控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>10.2 能够就工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令；</p>	<p>学习目标 5</p>

#### 四、教学基本内容

##### (一) 问题分析 (2 学时)

1. 说明本部分课程实践工作任务以及课程考核的形式及要点。
2. 说明本部分课程实践工作任务涉及的专业知识及其学习资料。
3. 分组讨论设计任务。

##### 要求学生：

理解结构设计问题的分析方法。

##### 教学重点难点：

文献资料的掌握和运用。

##### 毕业要求对应关系：

本章学习内容对应学习目标 1，支撑毕业要求指标点 2.2、2.3。

##### (二) 方案设计 (6 学时)

- 1、相关领域专业知识学习讨论。
- 2、分析讨论设计方案，及其可行性、经济性等。
- 3、分析讨论设计方案中需考虑的社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

##### 要求学生：

能够综合运用材料成型领域及相关学科领域的专业知识，形成机械零件结构设计方案。

**教学重点难点：**

结构设计的影响因素分析

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 2，支撑毕业要求指标点 3.2、3.3。

**(三) 结构设计 (6 学时)**

1、完成设计方案及其相关的分析（若有）。

2、完成设计方案、设计图绘制。

**要求学生：**

能够以小组的形式完成设计方案文档的编制。

**教学重点难点：**

二维/三维设计软件的运用。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 3，支撑毕业要求指标点 5.1。

**(四) 考核与评价 (2 学时)**

1、对成员在项目团队中的工作情况进行总结。

2、对项目完成情况进行答辩汇报与考核评价

**要求学生：**

能够完成设计过程、设计方案的汇报。

**教学重点难点：**

项目实施中团队协作及沟通能力的培养。

**毕业要求对应关系：**

本章学习内容对应学习目标 4、5，支撑毕业要求指标点 9.2、10.2。

**五、建议教学进度**

序号	实验环节	学时
1	问题分析	2
2	方案设计	6
3	结构设计	6
4	考核与评价	2
备注：课内外时间约为 1:2		

**六、教学策略与方法**

1、本课程中，学生主要通过教师在指导下完成有特色的工程实践训练项目来达成课程目标，同时结合线上线下教学、讲座等教学形式。

2、以学生自主思考和操作为主、教师进行必要条件协助与辅导为辅，培养学生解决复

杂工程问题的能力。

## 七、考核方式

课程采用全过程考核的方式，综合评估学生在实践全过程中的表现，包括过程考核、中期报告、答辩汇报、课程报告等环节。

## 八、成绩评定方法

1、本课程成绩按课程学习目标的成绩评定权重为：

课程学习目标	毕业要求指标点	过程考核	中期检查	答辩汇报	课程报告	总和
学习目标 1	指标点 2.2、2.3				1	$\Sigma=1.0$
学习目标 2	指标点 3.2、3.3				1	$\Sigma=1.0$
学习目标 3	指标点 5.1				1	$\Sigma=1.0$
学习目标 4	指标点 9.2	1				$\Sigma=1.0$
学习目标 5	指标点 10.2			1		$\Sigma=1.0$

### 2、评价标准

(1) 过程考核 (15%)：主要评价工作态度及团队协作能力，工作认真、努力，遵守纪律，工作作风严谨务实，在项目制团队中承担了负责人或成员职责并按计划进度完成各阶段工作情况。

(2) 中期检查 (0%)：中期检查需提交项目中期检查表，对项目完成度进行评定，并根据完成度进行进度督促、预警甚至项目终止等处理。

(3) 答辩汇报 (15%)：主要考察学生沟通能力，能够就项目内容进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令等。其中答辩汇报文档质量 (30%)、陈述表达表现 (30%)、答辩表现 (40%) 等。

(4) 课程报告 (70%)：主要评价学术问题分析和设计能力，学生以规范格式撰写课程报告，评价时应综合考虑报告内容的合理性、规范性、工作量、创新性等。其中对国内外现状的文献掌握情况 (20%)，对问题的分析情况 (20%)，项目的方案设计质量 (30%)，方案设计中对社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的考虑情况 (10%)，使用现代工具的能力 (20%)。

## 九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）

[1] 丁源. UG NX 10.0 中文版从入门到精通. 北京：清华大学出版社, 2016. 7

## 生产实习

# 四川大学机械工程学院本科课程

## 《生产实习》教学大纲

课程名称	生产实习	Course name	Production Practice
课程编号	302123030	Course code	302123030
课程类型	必修课	Course type	required course
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Junior
开课学期	大三秋季	Course term	Junior autumn
学时/学分	48/3	Class hour /Credits	48/3
选用教材	无	Textbooks	无
先修课程	塑性成形工程、模具设计基础、铸造成形工艺	Prerequisite	Plastic Forming Engineering , Foundation of Design for Mould and Die , Castings Formation Technology。
授课语言	中文	Teaching Language	Chinese
开课院系	机械工程学院	Course offered by	School of manufacturing science and Engineering
授课教师	曹建国、杨天恩	Teachers	Cao Jianguo、Yang Tianen
大纲执笔人	曹建国	Edited by	Cao Jianguo
大纲审核人		Inspected by	

### 一、课程简介

本教学环节为材料成型及控制工程专业重要的实践性教学活动。通过本实习，能把课堂教学所学理论和专业知识与生产现场的冲压生产、铸造和焊接生产等方面的基本生产实际知识很好的结合起来，学会理论联系实际，解决生产实际问题。并通过对生产现场先进制造技术和设备的认知，了解本专业科技与生产现状及发展趋势。开阔眼界，了解我国火车制造企业的生产和技术现状，增加对本专业的热爱和刻苦钻研献身精神。

本教学环节主要采用实习基地生产车间现场观摩、工厂专业技术人员专题讲座、指导教师带队现场指导、提示答疑、学生撰写实习日记与总结报告、笔试及答辩等方式进行。

## 二、学习目标

- 1、 具有在铸造、冲压和焊接领域设计、运行工程实践及产品设计制造方案制定等环节中，能够基于材料成型的相关背景知识进行合理分析，评价其对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任的能力和基本素养。
- 2、 面对材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响，能够较正确的理解和评价。
- 3、 能够在实习公司、车间与技术人员、管理人员等业界同行进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达。

## 三、课程目标与毕业要求的对应关系

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	课程学习目标
(6) 工程与社会：在材料成型领域设计、运行工程实践及产品设计制造方案制定等环节中，能够基于材料成型的相关背景知识进行合理分析，评价其对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	6.1 了解材料成型过程涉及的材料、工艺、设备研发相关的技术标准、法律法规以及承担的责任。	学习目标 1
	6.2 能够评价材料成型工程实践中复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响并理解应承担的责任。	
(7) 能够理解和评价材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响。	7.1 能够理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义，具有环境保护和可持续发展意识；	学习目标 2
	7.2 能够认识和理解材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题可能对环境、社会可持续发展产生的多种影响，并能够对上述影响进行评价。	

<p>(10)沟通：针对材料成型与控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>10.2 能够就工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令；</p>	<p>学习目标 3</p>
--	--	-------------------

四、教学基本内容本课程教学内容包括：现场实践与企业专题讲座。

#### 1、现场实践

在工厂技术人员和教师的指导下，在实习基地-眉山车辆厂货车各零部件的制造企业车间的生产现场学习了解：

- 1) 了解货车的基本结构，熟悉眉山车辆厂货车生产工艺流程，生产技术，掌握生产设备结构、原理和性能；了解各生产岗位的操作、维修和控制方法。
- 2) 通过到锻造厂现场参观，了解传统的模锻工艺和设备和一些目前较先进的锻造技术和设备，如电液锤、热锻机，摆辗机，楔横轧，辗环机等。通过参观工具厂锻造车间，同学们目睹了轴类件和圆环件的自由锻工艺，增加了自由锻工艺的知识，同时系统地了解了锻造工艺过程。
- 3) 通过参观备料车间，使学生们了解火车覆盖件和大梁的生产工艺和设备，同时还了解了在火车覆盖件批量不大的情况下，采用简易的冲压工艺、设备及模具可大大降低生产成本，显著提高效益。如焊接结构的拉深模代替铸造结构的拉深模，可大大节省材料，无须铸造用的模型；通用油压机代替双动压力机，可大大降低设备的费用。
- 4) 通过参观焊接车间使学生了解了板材零件的焊接方法、工艺及设备，如点焊、CO<sub>2</sub> 气体保护焊，埋弧焊等。
- 5) 参观货车关联部件生产企业，了解多种典型产品的生产工艺。

基本要求：仔细观察生产工艺、识别各成形模具及生产设备、认真听现场讲解、主动积极发问、做好现场笔记、能结合课程所学对比分析各种工艺，听从企业人员和带队老师指

挥。

6) 通过参观铸钢、铸铁车间使同学了解了铸件的生产工艺流程,如俄罗斯侧架、摇枕、缸

体的铸造工艺及后续的打磨清理工艺以及熔炼工艺等。具体如下

- (1) 了解砂型铸造生产过程、特点和应用;了解型(芯)砂的主要性能、组成。
- (2) 了解模样、铸件和零件三者之间的关系。
- (3) 了解铸钢,灰铁,球铁的牌号,性能以及其熔炼、浇注工艺,配料和辅助添加材料名称及其作用。
- (4) 了解电弧炉,中频感应熔练炉的结构、工作原理;了解冲天炉的构造、炉料的组成及其主要作用。
- (5) 熟悉造型、制芯的方法,能正确选择、使用造型工装、工具与辅具,掌握手工两箱造型(如:整模造型、分模造型、挖砂造型等)的特点及操作技能。
- (6) 熟悉分型面的选择,浇注系统的组成、作用和开设原则,具备对结构简单的小型铸件进行简单经济分析、工艺分析和选择造型方法的能力。
- (7) 主要产品介绍和分析,技术难点是什么,常见质量问题是哪些。
- (8) 检测手段如何。
- (9) 改进建议。

重点:通过看、听、问和想能够理解公司的各生产工艺。

难点:在理解公司现有的工艺生产基础上,通过查阅资料和思考,能够指出现有工艺的优点和可能存在的缺点,在此基础上提出自己的工艺改进措施。

本现场实习环节学习内容对应学习目标 1、2、3,支撑毕业要求指标点 6.1、6.2、7.1、7.2 和 10.2。

## 2、企业专题讲座:(预约)

1) 联系安排工厂高级管理人员、高级工程人员讲座,结合公司的实际企业经营管理情况和人才成长经历,培养学生一定的市场意识、工程意识、质量意识、企业管理意识和效益意识,使学生了解本专业的前沿发展现状和趋势,树立终身学习的正确认识,具有不断学习和适应发展的能力;

2) 安排经验丰富的高级技术人员授课,深入了解铸钢件的先进设计理念、铸造成形工艺流程的技术难点及解决方案,深入了解与材料成型及控制工程专业领域相关的生产、设计、研究与开发、环境保护和可持续发展等方面的内容。

基本要求:认真听讲、做好笔记、学习关键工艺解决方案、能主动发问、树立全面质量管理观念和终身学习意识。

本环节学习内容对应学习目标 1、3,支撑毕业要求指标点 6.1、6.2、和 10.2。

### 3、答辩环节

每个学生讲述 5-10 分钟的工厂所见所闻所思,老师根据其讲述和厂里的情况提问,考察学生实习效果。

本环节学习内容对应学习目标 3,支撑毕业要求指标点 10.2。

### 五、建议教学进度

1、现场实践学时数:9 个工作日;

2、专题讲座 学时数:2 工作日(根据工厂实际预约);

3、撰写实习报告 4 个工作日;

4、答辩环节 1 个工作日。

### 六、教学策略与方法

1、阐述基本原理,理论联系实际,培养学生创新能力;

2、通过货车典型零部件案例分析,强调成形零件的工艺设计及加工制造理论思维方法的建立和运用;

3、通过参观实训,强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养;

4、通过典型代表性人物的亲身口述,强化学生工程观点、职业责任和社会使命感。

七、考核方式现场实习过程表现,实习笔记、实习报告、答辩。

### 八、成绩评定方法

实习报告 50%,过程表现 10%,实习笔记 20%,实习答辩 20%。

### 九、教学参考书与其他相关教学资源(如网上教学资源等)

1. 中国机械工程学会铸造分会 主编. 铸造手册 第 2 卷 铸钢 第 4 版. 北京:机械工业出版社, 2021
2. 刘志明 主编. 实用模具设计与生产应用手册[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2023.
3. 曹建国 主编. 金属冲压成形工艺与模具设计[M], 第 2 版. 北京:中国铁道出版社, 2023.

4. 张磊 主编. 铸造合金及其熔炼[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2023



## 四川大学机械工程学院本科课程

### 《毕业设计》教学大纲

课程名称	毕业设计（论文）	Course name	Graduation Design（Thesis）
课程编号	302188100	Course code	302188100
课程类型	必修课	Course type	Compulsory
适用专业	材料成型及控制工程	Audience	Materials Forming and Controlling
开课学期	本科四年级	Course term	Senior
学时/学分	16 周/10 学分	Class hour /Credits	16/10
先修课程	专业必修课程	Prerequisite	Compulsory courses
授课语言	中文	Teaching Language	CHINESE
开课院系	材料成型及控制工程	Course offered by	Department of Materials Forming and Controlling
大纲执笔人	孙兰	Edited by	SUN LAN
大纲审核人		Inspected by	

#### 一、课程简介

毕业设计（论文）是完成本科阶段学习过程的最后一项教学环节，要求学生面向复杂工程问题，综合运用本科阶段前三年半所学的数、自然以及工基础和专业理论知识程问题，结合本专业领域的生产实际或技术需求，提高方案设计、文献调研、实验研究理论计算、数据处理、外文资料阅读和翻译、计算机应用、表达与沟通等能力，进而巩固和扩展所学的 巩固和扩展所学的基本理论和专业知识，培养综合运用所学分析解决复杂工程问题的能力，同时通过毕业设计（论文）阶段的学习，能够认识自身知识结构缺陷和容量不足具备适应社会、自主学习终身的意识和能力。

#### 二、学习目标

- 1、能够针对材料成型领域的复杂工程问题，通过文献调研，应用数学、自然科学和材料成型的基本原理，进行复杂工程问题的识别、表达、分析、评价，并获得有效结论；
- 2、能够根据复杂工程问题的实际情况，确定材料设计、制造的目标，能够在社会、健康、安全、法律、文化以及环境等约束条件下，进行设计、分析基本的装备制造工艺流程设计，能够进行方案设计，并通过图纸、报告或实物等形式，呈现材料成型领域设计、制造、运行等方面的工作效果；

- 3、能够运用科学原理和材料成型基本知识及其工具，设计和实施实验，或进行模拟仿真，同时，能够运用材料成型的基本理论、现代设计方法及技术手段，进行复杂工程问题的建模、预测、模拟、分析和研究；
- 4、能够使用现代工具进行复杂工程问题的建模、预测、模拟、分析和研究，并理解相关技术工具、解决方案等的局限性。能够认识到复杂工程问题的多学科特性并认识到现有工具、技术手段和所提出的复杂问题解决方案可能的局限性；
- 5、能够认识和理解材料成型领域的相关工作可能对环境、社会可持续发展产生多种影响，并能够对上述影响进行评价。能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行工作职责和社会责任，能够在工程实践中考虑设计、制造和运行的成本等相关因素。
- 6、具备人际交往能力和基本的外语交流能力，能够针对材料成型领域的复杂工程问题，撰写报告或设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达；
- 7、能够认识到当前材料成型领域的发展状态与发展趋势，并认识到自身知识结构的缺陷和知识容量的不足，具备适应社会、自主学习、终身学习的意识和能力。

#### 四、课程目标与毕业要求的对应关系

##### 2015 版培养计划毕业要求指标分解

四川大学材料成型及控制工程专业毕业要求	毕业要求指标分解点	学习目标
(2) 问题分析：能够应用数学、自然科学、材料科学基础知识、材料成型及控制工程的基本原理，通过信息检索、文献研究，对材料成型过程中的复杂工程问题进行识别、表达、分析、评价，并获得有效结论。	2.2 能够进行文献检索、资料查询，用于材料成型过程中复杂工程问题的研究与分析。	学习目标 1
(3) 设计/开发解决方案：针对材料成型过程领域设计、运行等方面的复杂工程问题，拟定相应的设计、运行方案，并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素，体现创新意识。	3.3 能够针对材料成型及控制工程的复杂工程问题，明确设计需求，提出设计的解决方案，并能够考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素	学习目标 2
(4) 研究：能够基于科学原理并采用科学方法，针对材料成型与控制工程领域的复杂工程问题进行研	4.1 能够基于科学原理和材料成型与控制工程的基础知识，对材料成型的工艺过程进行方案设计；	学习目标 3

<p>究，通过设计、实施实验，获取、分析和解释数据，并通过信息综合得到有效的结论。</p>	<p>4.2 能够根据实验方案构建实验系统或过程，进行实验；</p>	<p>学习目标 3</p>
	<p>4.3 通过设计和实施实验，获取、分析和解释数据，并得出合理有效的结论。</p>	<p>学习目标 3</p>
<p>(5) 使用现代工具：能够选择、使用与开发恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术手段，针对材料成型过程中的复杂工程问题，进行预测、模拟与分析，并能够理解相关技术工具、解决方案等的局限性。</p>	<p>5.2 能够选择、运用现代工程工具、信息技术等手段，进行材料成型过程中的复杂工程问题的预测、模拟与分析，并了解其局限性。</p>	<p>学习目标 4</p>
<p>(7) 能够理解和评价材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展产生的影响。</p>	<p>7.1 能够理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义，具有环境保护和可持续发展意识；</p>	<p>学习目标 5</p>
	<p>7.2 能够认识和理解材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题可能对环境、社会可持续发展产生的多种影响，并能够对上述影响进行评价。</p>	
<p>(10) 沟通：针对材料成型与控制工程领域复杂工程问题，能够与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够撰写材料成型与控制工程领域的报告、设计文档，进行陈述发言，能够回应指令并清晰表达，具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>10.2 能够就工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。</p>	<p>学习目标 6</p>
<p>(11) 项目管理：理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，能在多学科环境中应用。</p>	<p>11.2 具有在 multidisciplinary 环境中应用工程管理和经济决策知识的能力。</p>	<p>学习目标 5</p>
<p>(12) 终身学习：了解材料成型与控制工程领域的新理论、新技术及国内外发展动态，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发</p>	<p>12.1 具有自主学习的意识，能够针对材料成型及控制工程中的问题主动查阅文献资料并进行相关知识的学</p>	<p>学习目标 7</p>

展的能力。	12.2 具有终身学习的意识，能够不断学习和适应材料成型与控制工程领域的科学技术发展。	学习目标 7
-------	---	--------

#### 四、教学基本内容

- 1、毕业设计（论文）选题应理论与生产实际相结合，鼓励将毕业设计（论文）与指导教师的科研课题相结合，选题要紧紧密结合专业特征，严格执行教育部的要求，原则上要求一人一题，独立完成。毕业设计内容能够体现学生认识和理解材料成型与控制工程领域中的复杂工程问题可能对环境、社会可持续发展产生的多种影响，并能够对上述影响进行评价。
- 2、每位指导教师所带一届毕业论文（设计）的学生人数一般不得超过 6—8 人，同时，鼓励有实际应用课题的教师多带毕业论文（设计）；
- 3、选题结束后，指导教师应拟定毕业论文（设计）任务书，并下达给学生，要求学生根据任务书的安排认真开展开题工作，应在学校规定时间内组织由 3 位及以上指导教师参加的开题报告会，对选题认真审议，提出改进意见，以保证毕业论文（设计）顺利开展；
- 4、每个学生的毕业设计（论文）工作要满足工作量要求。以设计为主的题目绘图量不少于 3 张 0 号图纸，设计说明书不少于 15000 字；以软件设计或论文为主的题目一定要注意知识的覆盖面，尽可能绘有图纸，且论文不少于 30000 字，答辩时要做程序演示；
- 5、要求在学期期中之前完成一篇与毕业论文（设计）课题紧密相关的英文文献翻译，字数不少于汉字 4000 字，并附原文装订；
- 6、毕业设计（论文）要求有 500 字的中英文摘要，按照规定的论文格式自行打印装订；
- 7、毕业设计答辩前，所有同学需参加学院组织的本科毕业设计（论文）查重检测。论文检测结果重合度 $\leq 20\%$ ，才有资格参加各专业组织的争优答辩；若论文检测结果重合度 $>20\%$ 但 $\leq 30\%$ ，学生可参加各专业的小组答辩，毕业设计（论文）最好成绩为良好；若论文检测结果 $30\% < \text{重合度} < 50\%$ ，学生必须认真修改毕业论文后，才能按期参加各专业的小组答辩，并且毕业设计（论文）最好成绩只能为中；若论文检测结果重合度 $\geq 50\%$ ，原则上不能参加各专业的小组答辩，如果在第一次检测后三天内，毕业论文经过全面修改，能够通过指导教师审核并同意按期参加答辩，由个人提交书面申请，经指导老师签字同意后，学院提供一次再次检测的机会（检测费用自理），在论文重合度检测合格后才能参加各专业的小组答辩，并且最好成绩只能为及格。如毕业设计（论文）的内容涉及涉密项目，由指导教师出具书面说明，可不参加论文查重检测。
- 8、答辩工作由学院各专业的设答辩小组主持进行。答辩小组成员由相关专业方向专家、评阅专家、指导教师等 3 人及以上成员组成。设组长 1 人，由具有副教授及以上职称的教师担任。为了体现公平、公正、公开的成绩评定原则，系答辩委员会可提前安排系内公开争优答辩，成绩优异者向学院推荐，经学院组织的争优答辩委员会审查，向学校推荐。凡参加系内

公开争优答辩的学生，其毕业设计（论文）重合度检测应小于等于 20%，其成绩由系答辩委员会给出，学生可不再进行小组答辩；

9、遵守学术规范，严禁剽窃他人成果。若发现毕业设计（论文）抄袭现象，参照“四川大学对学术论文抄袭、剽窃等学术不端行为的处理暂行规定”进行处理，严重者取消答辩资格。毕业论文的学术规范采用指导教师全权负责制，评阅老师及答辩小组成员负相关的连带责任；

10、指导教师应对学生考勤，每周与学生见面次数不少于 2 次。对于不能按照要求完成任务的学生，要及时上报名单；

11、学院和系将组织有关人员不定期进行毕业设计（论文）工作的检查；

12、毕业设计（论文）管理、查重等工作安排及规定，详见《制造学院本科毕业论文（设计）工作管理办法（修订）》、《毕业设计（论文）工作的具体要求》、《制造学院关于本科毕业设计（论文）查重检测的通知》、《四川大学本科毕业论文（设计）格式和参考文献著录要求》和《毕业设计工作套表》等文件。

## 五、建议教学进度

1、作好毕业论文（设计）动员工作、向学生宣布有关毕业论文（设计）工作要求，指导教师向学生下达任务书：第 7 学期期末前 4 周内；

2、资料查阅、社会调查等，开展毕业论文（设计）开题工作，并撰写毕业设计开题报告：第 7 学期后 3 周；

3、组织开题报告会：第 7 学期末 2 周；

4、进行外文资料翻译工作、毕业设计方案论证、实施等工作；并组织中期检查：第 8 学期 1-13 周；

5、完成所有的毕业设计（论文）工作，提交图纸、设计说明书或论文、译文、程序磁盘、其它等全部设计资料，交评阅教师评阅：第 8 学期 14-16 周；

6、评阅教师评阅并填写评阅意见，提出问题；各专业组织争优答辩，评定成绩，向学院推荐优秀毕业论文：第 8 学期 15 周；

7、各专业组织小组论文并答辩、毕业论文（设计）成绩评定，登录成绩：第 8 学期 16 周；

8、毕业论文（设计）工作总结，并向教务处提交总结报告。毕业论文（设计）资料归档：第 8 学期期末前；

9、向学校推荐参评优秀毕业论文（设计）：第 8 学期期末前。

## 六、教学策略与方法

1、理论联系实际，针对材料成型过程的复杂工程问题，使学生认识到综合运用大学期间所学基础知识和专业知识的必要性，锻炼和提升学生运用工程知识和现代工具分析问题、提出解决方案和进行研究的能力；

2、使学生认识到材料成型领域设计、制造、运行等方面的复杂工程问题的多学科特征，

增强学生对自身知识结构和知识容量的认识；

3、通过毕业设计（论文）期间的案例分析和小范围研讨，提高学生的表达与沟通能力；提高学生动脑思考、动手操作、动笔写作和表达沟通等能力的协调发展。

### **七、考核方式**

开题报告、中期检查、论文撰写、查重、外文翻译、毕业答辩相结合。

### **八、成绩评定方法**

成绩按照四川大学本科毕业论文（设计）成绩评定表要求进行评定。指导教师评定分数占总成绩 40%、评阅教师评定分数占总成绩 30%、毕业答辩评定分数占总成绩 30%综合计算。

### **九、教学参考书与其他相关教学资源（如网上教学资源等）**

由毕业设计（论文）指导教师自行拟定。

