

# 吉林大学未来科学国际合作联合实验室 -

## 材料加工工程专业 (080503) 博士研究生培养方案 (试行)

### 一、培养目标

1、掌握马克思主义的基本原理，坚持四项基本原则，热爱祖国，遵纪守法，品德优良，学风严谨，具有实事求是、不断追求新知、勇于创造的科学精神，积极为社会主义建设服务。

2、培养德才兼备的高层次复合型专门人才，培养质量达到或超过世界一流大学或科研机构同领域博士研究生水准。通过培养，使学生具有国际化视野和核心竞争力。

3、掌握本学科坚实宽广的基础理论，系统深入的专门知识。具有能独立从事科学研究和教学工作、组织解决重大实际问题的能力，并在科学领域专门技术上作出创造性成果。

4、至少掌握一门外国语，能熟练阅读外文资料，具有撰写学术论文和进行国际学术交流的能力。

5、有健康的体魄。

### 二、培养方式

1、每位研究生由中、外导师联合培养。

2、硕士、博士阶段均在未来科学实验室培养的，须在海外交流学习累计达到或超过半年，形式包括国际会议、学术访问、联合培养等。

### 三、研究方向：

具体研究方向参见附表一。

### 四、学习年限及时间分配

博士研究生的课程学习实行学分制，博士研究生在其学习过程中至少应修满 16 学分，其中必修课 12 学分。

1、中国马克思主义与当代； 36 学时，2 学分；第一学期开课；考试。

2、外国语：博士外语不安排课堂教学，通过博士学位外语水平考试获得 4 个学分。

3、专业基础课与专业课，6 学分。

变分理论与数值分析方法； 40 学时，2 学分；第一学期开课；授课教师：蔡中义。

力学冶金； 40 学时，2 学分；第二学期开课；授课教师：连建设；

最优控制及算法； 40 学时，2 学分；第一学期开课；授课教师：刘纯国；

以上两科中任选一科。

材料制备过程中的计算机模拟； 40 学时，2 学分；第一学期开课；授课教师：周宏。

4、选修课 修满 4 学分以上

焊接冶金及金属焊接研究进展； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：孙大千。

金属材料设计与制备； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：姜启川。  
材料表面与界面； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：刘耀辉。  
界面物理与化学； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：于思荣。  
超塑变形解析理论； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：宋玉泉。  
柔性成形基础理论与研究方法； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：李明哲。  
金属精密塑性成形理论与应用； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：杨慎华。  
金属塑性成形过程模拟； 20 学时，1 学分；第二学期开课；授课教师：寇淑清。  
塑性大变形理论与有限元方法 20 学时，1 学分，第二学期开课；授课教师：蔡中义。  
注：专业课及专业基础课、选修课根据专业所在学院学科最新培养方案进行修订。

## 五、文献阅读

要求每位博士研究生必须阅读与研究课题相关文献多于 100 篇，其中外文资料不少于 50 篇。并于第二学期进行考核。考核方式：专业组成考核小组，学生进行答辩。

## 六、开题报告

在第二学期学生应提交开题报告。内容包括：课题名称，研究内容，技术路线，初步的实验方案。专业组成考核小组，学生进行答辩，考核小组进行评定。如果开题报告未达到要求，3 个月后重新进行。

## 七、中期考核

在入学第三学期末，专业将对每位学生进行论文工作期中检查。主要考核学生论文的进行情况，包括是否按照开题报告的内容进行以及进行的情况。

## 八、论文工作

论文工作应与课程学习交叉进行，博士从第二学期开始进入课题。要全面掌握博士研究生的论文工作进度，根据实际需要调整论文工作计划进行及时和必要的调整。硕士论文的具体要求按学校学位管理条例规定执行。

## 九、学位论文成果要求

1. 满足材料科学与工程学院材料加工工程专业博士学位论文成果要求。
2. 在满足专业所在学院要求的基础上，实验室提出更高的毕业要求，重点考察学生的代表性成果。实验室规定的代表性成果，学生须为论文的第一作者或除导师外的第一作者，(N 个共同第一作者的论文按 1/N 篇计算)。代表性成果包括吉大为非第一单位的成果。须发表 SCI 论文 3 篇，其中至少 1 篇影响因子 $\geq 3$  的论文；授权发明专利 1 件等同于发表 SCI 论文 1 篇。

附表一：

## 材料加工工程专业研究方向

一级学科名称	材料科学与工程	代码	0805
二级学科名称	材料加工工程	代码	080503
序号	研究方向		
01	高强度钛合金的制备与加工		
02	先进轻合金设计与制备		

附表二：

## 博士生课程设置表

课程类别	课程编号	课程名称	任课教师	教师代码	学时	学分	开课学期		授课方式	考核方式	
							1	2			
必修课	公共课	0001000001	科学道德与学术规范			20	1	√		讲授	考查
		0511801001	博士英语一外				4	√		讲授	考试
		0511801002	博士日语一外				4	√		讲授	考试
		0511801003	博士俄语一外（任选其一）				4	√		讲授	考试
		0111802001	中国马克思主义与当代			36	2	√		讲授	考试
	专业基础课	0812403001	变分理论与数值分析方法 （以下两门中任选一科）	蔡中义 连建设 刘纯国	228033 223464 298002	40 40 40	2 2 2	√	√	讲授 讲授 讲授	考试 考试 考试
		0812403002	力学冶金								
		0812403003	最优控制理论及算法								
	专业课	0812403301	材料制备过程中的计算机模拟	周宏	223347	40	2	√		讲授	考试
	选修课	必修环节	文献阅读报告 开题报告								
选修环节			0812403302	焊接冶金及金属焊接研究进展	孙大千	223423	20	1		√	讲授
		0812403303	金属材料设计与制备	王慧远	602209	20	1		√	讲授	考查
		0812403304	材料表面与界面	刘耀辉	223339	20	1		√	讲授	考查
		0812403305	界面物理与化学	刘家安	223517	20	1		√	讲授	考查
		0812403306	超塑变形解析理论	宋玉泉	223360	20	1		√	讲授	考查
		0812403307	柔性成形基础理论与研究方法	李明哲	228009	20	1		√	讲授	考查
		0812403308	金属精密塑性成形理论与应用	杨慎华	228014	20	1		√	讲授	考查
		0812403309	金属塑性成形过程模拟	寇淑清	228046	20	1		√	讲授	考查
0812403310		塑性大变形理论与有限元方法	蔡中义	228033	20	1		√	讲授	考查	
补修课	0822403301	材料加工过程数值模拟	周宏	223347	40			√	讲授	考查	
	0822403001	材料物理	朱永福	602570	40			√	讲授	考查	

注：划去部分今年删除停止选课。专业课及专业基础课、选修课根据专业所在学院学科最新培养方案进行修订。

# 《变分理论与数值分析方法》学位课程教学大纲

课程编号: 0812403001      课程名称: 变分理论与数值分析方法  
学时: 40                      学分: 2                      开课学期: 1  
开课单位: 材料科学与工程学院  
任课教师: 蔡中义              教师代码: 228033          教师职称: 教授  
教师梯队:

## 1、课程目的、任务及对象

本课程是材料加工工程专业博士研究生学位课程, 主要介绍材料成型过程数值模拟技术的基本原理和数值方法, 目的是为材料加工类研究生打下一个坚实宽厚的有限单元法(FEM)、有限差分法(FDM)的数学基础。在课程内容安排上注重知识的系统性和完整性, 从数学基础入手, 强调有限元与有限差分建模的一般性方法, 力求使学生能够深刻理解和掌握其基本思想和求解原理。同时, 结合铸造、塑性加工和焊接专业领域的特点, 介绍数值分析方法在应力应变场、温度场与流场中的实际应用, 培养学生运用数学方法解决实际问题的能力。本课程对其涉及到的数学理论, 将不作详细推导与严格论证, 而采用直观易懂的举例说明的形式, 以达到深入浅出的效果。

## 2、授课的具体内容

### 第一章 绪论

- §1.1 材料热加工数值模拟中的基本问题与基本方法
- §1.2 材料加工过程的基本方程
- §1.3 本课程的特点与主要内容

### 第二章 泛函与变分

- §2.1 泛函与泛函极值
- §2.2 变分与欧拉(Euler)方程
- §2.3 线性自伴随微分方程的变分原理
- §2.4 不同类型温度场的泛函与变分原理
- §2.5 弹塑性问题的变分法原理
- §2.6 变分问题的直接解法——里兹(Ritz)方法

### 第三章 加权余量法

- §3.1 微分方程的等效积分形式
- §3.2 最小二乘法、伽辽金(Galerkin)方法
- §3.3 微分与偏微分方程的有限元解法
- §3.4 有限元方法解题分析

### 第四章 变分法在材料热成型数值模拟中的应用

- §4.1 温度场问题的有限元方法
- §4.2 弹塑性问题的有限元方法
- §4.3 流场典型问题的有限元方法

### 第五章 有限差分法及其应用

- §5.1 差分方法
- §5.2 微分方程的差分求解
- §5.3 材料加工温度场问题的差分法
- §5.4 金属热成型过程流场的差分法

## 3、实践性环节

在课程学习过程中安排适当的上机操作, 应用 Ansys 等商业软件, 进行简单温度场、应力应变场、流场等数值分析, 使学生在实践中加深对 FDM、FEM 的理解。

## 4、本课学习的基本要求

通过本课程的学习, 使学生熟悉数值模拟的基本概念, 掌握有限单元法与有限差分法的基本原理与求解方法, 具备材料成型过程数值模拟的基础知识。

## 5、预备知识

数值方法、材料成型原理

## 6、教材及主要参考书

- (1) 《工程数学——变分法》, 祝同江, 谈天民编, 北京理工大学出版社
- (2) 《变分法》, 吴迪光编, 高等教育出版社
- (3) 《材料热加工过程的数值模拟》, 张凯锋, 魏艳红, 魏尊杰等编, 哈尔滨工业大学出版社
- (4) 《有限元的基本原理与数值方法》, 王勖成, 邵敏编, 清华大学出版社
- (5) 《温度场问题的数值模拟》, 刘高典编, 重庆大学出版社
- (6) 《流体力学数值方法》, 章本照, 印建安, 张宏基编, 机械工业出版社

## 7、教学方式及考试方式

本课程的内容以课堂授课为主，安排少量的上机环节，课程结束将进行综合考试。

# 《力学冶金》学位课程教学大纲

课程编号：0812403002      课程名称：变分理论与数值分析方法  
学 时：40                      学 分：2                      开课学期：2  
开课单位：材料科学与工程学院  
任课教师：连建设              教师代码：223464              教师职称：教授  
教师梯队：

## 1、课程目的、任务及对象

本课程是材料加工工程专业博士研究生学位课程，材料的力学冶金是材料科学与工程学科的主要理论基础课程。主要介绍材料的宏观力学行为以及和微观组织结构之间的关系。从宏观力学性能的角度，详细介绍主要的力学性能研究方法，包括拉伸、疲劳、断裂、蠕变等。从微观组织角度介绍微观变形的位错理论、晶体学滑移变形理论、晶界滑移变形理论。并对最新进展的纳米材料的力学行为给予必要的介绍和分析。本课程涉及材料的基础理论和固体和塑性力学的基本知识。

## 2、授课的具体内容

### 第一章 绪论

- 1.1 材料力学冶金的基本研究方法
- 1.2 本课程的特点与主要内容

### 第二章 材料拉伸力学性能

- 2.1 强度和塑性及加工硬化
- 2.2 塑性失稳与断裂
- 2.3 超塑性

### 第三章 材料力学行为的位错理论

- 3.1 位错的基本知识
- 3.2 位错源和位错增殖
- 3.3 晶界的影响，Hall-Petch 关系式，
- 3.4 各种强化机制

### 第四章 材料变形的晶体学滑移理论

- 4.1 临界剪切应力
- 4.2 滑移面和滑移方向
- 4.3 泰劳理论和 Bishop-Hill 理论
- 4.4 晶体学织构及材料各向异性

### 第五章 各种性能实验方法

- 5.1 疲劳
  - 5.2 断裂
  - 5.3 蠕变及高温变形
  - 5.4 超塑性
- ### 第六章 纳米材料力学性能
- 6.1 纳米材料强度和塑性
  - 6.2 反 Hall-Petch 关系
  - 6.3 晶界及位错的作用
  - 6.4 性能改善的潜力

## 3、实践性环节

## 4、本课学习的基本要求

通过本课程的学习，使学生熟悉材料力学冶金的基本知识，能够对材料微观组织和力学性能之间的关系有详细的了解，并应用于工程材料的实验和理论研究及性能分析。

## 5、预备知识

材料科学基础，塑性力学。

## 6、教材及主要参考书

## 7、教学方式及考试方式

本课程的内容以课堂授课为主，课程结束将进行综合考试。

# 《最优控制理论与算法》课程教学大纲

课程编号：0812403003      课程名称：最优控制理论与算法  
学时：40                      学分：2                      开课学期：1  
开课单位：材料科学与工程学院  
任课教师：刘纯国      教师代码：298002      教师职称：副教授  
教师梯队：付文智、苏世忠、孙刚

### 1、课程目的、任务及对象

作为现代控制理论的重要组成部分，最优控制理论已经被广泛地应用于理论研究与工程实践，发挥了重要的作用。本课程的目的是使学生掌握最优控制理论的研究对象、基本研究方法、主要研究领域和结果；领略到最优控制的基本任务、基本思想和若干标准结果；了解最优控制理论与方法在现代材料加工过程控制中的应用状况，为今后的研究提供基础。同时拓宽学生思路，增强应用最优控制思想解决科学研究与工程应用问题的能力。本课程着重讲解最优控制基本问题，变分法，极大值原理，动态规划，线性二次型问题和最优控制问题的数值算法。主要面向材料加工工程专业博士研究生，也可以作为相关专业研究生的选修课。

### 2、授课的具体内容

#### 第一章 绪论

§1-1 最优控制的发展及现状

§1-2 最优控制的典型实例

§1-3 最优控制问题的数学描述

#### 第二章 变分法及其在最优控制中的应用

§2-1 变分法的基本概念

§2-2 无约束条件的泛函极值问题

§2-3 有约束条件的泛函极值问题

§2-4 用变分法求解最优控制问题

#### 第三章 极大值原理

§3-1 自由末端的极大值原理

§3-2 极大值原理的证明

§3-3 极大值原理的几种具体形式

§3-4 约束条件处理

§3-5 应用极大值原理求解时间、燃料最优控制问题

#### 第四章 动态规划

§4-1 多级决策问题

§4-2 最优原理与递推方法

§4-3 动态规划算法

§4-4 连续动态规划、哈密顿—雅可比方程

§4-5 极大值原理和动态规划的关系

#### 第五章 线性二次型最优控制问题

§5-1 有广泛工业背景的线性二次型最优控制问题

§5-2 线性连续系统有限时间 LQR 问题

§5-3 无限时间 LQR 问题

§5-4 输出调节器问题

§5-5 跟踪器问题

§5-6 线性离散系统状态调节器问题

#### 第六章 最优控制问题的数值算法

§6-1 梯度法

§6-2 极值曲线变分法

§6-3 拟线性法求解最优控制问题

### 3、实践性环节

讲述过程中布置最优控制问题，应用 MATLAB 中的最优控制工具箱上机求解，使学生在实践中加深理解。

### 4、本课学习的基本要求

本课程的学习除了具备必要的数学基础外，要求了解自动控制原理的相关知识。通过学习掌握最优控制理论思想与计算方法，增强解决科学研究与工程实践问题的能力，尤其是现代材料加工工程中的问题，开拓思路，为今后的研究提供基础。

### 5、预备知识

高等数学、数值方法

### 6、教材及主要参考书

解学书 最优控制理论与应用 清华大学出版社 北京 1986  
刘培玉 应用最优控制 大连理工大学出版社 大连 1990  
王子才、赵长安 应用最优控制 哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨 1989  
吴沧浦 最优控制的理论与方法（第二版） 国防工业出版社 北京 2000  
顾立均 最优控制系统 水利电力出版社 北京 1993

#### 7、教学方式及考试方式

专题报告（30%）+上机作业（20%）+考试（50%）。

## 《材料制备过程中的计算机模拟》课程教学大纲

课程编号：0812403301 课程名称：材料制备过程中的计算机模拟  
学时：40 学分：2 开课学期：1  
开课学院：材料科学与工程学院  
任课教师：周宏 教师代码：223347 教师职称：教授  
教师梯队：王春生 寇淑清

### 1、课程目的、任务及对象

对象：材料加工工程专业博士研究生

目的、任务：主要讲述材料制备过程中数值分析方法、实施计算机数值模拟对算建立的模型初始条件与边界条件处理方法和进一步提高计算结果的可靠性的技术手段。在此基础上，培养博士研究生运用数值模拟技术方法解决材料制备过程中处理大型科学计算问题能力，同时根据材料加工学科铸造、塑性加工、焊接等专业领域的材料制备过程中加工方法的特点，重点讲授材料制备过程中数值模拟中关键问题的处理方法和对使用大型商业化软件技术处理方法。

### 2、授课的具体内容

第一章 材料制备数值分析基础理论

- §1.1 描述材料制备过程数学模型的建立；
- §1.2 构建材料制备过程中的场问题；
- §1.3 材料制备过程中应力/应变问题；
- §1.4 材料制备过程中三传问题及耦合计算基础热过程。

第二章 材料制备过程数值模拟方法

- §2.1 弹性问题有限单元法及数值计算若干问题
- §2.2 应力/应变问题有限元解法；
- §2.3 温度场计算过程中应力/应变问题；
- §2.4 离散化处理办法；
- §2.5 控制求解过程稳定性和数值收敛的条件；
- §2.6 非稳态三传方程的离散化处理；
- §2.7 紊流传热数值分析及方程离散化

第三章 材料制备过程中关键问题的处理方法

- §3.1 确定数学模型的关键问题；
- §3.2 不规则材料制备过程中数学模型的边界条件；
- §3.3 数值计算的初始条件；
- §3.4 高温条件下材料热物理参数处理方法；
- §3.5 相变过程对传热过程数值模拟的影响；
- §3.6 移动界面的处理；
- §3.7 对流传热与对流传质问题；

第四章 材料制备过程中典型问题

- §4.1 小变形弹塑性有限元法
- §4.2 刚（/粘）塑性变形有限元法
- §4.3 大变形弹塑性有限元法
- §4.4 焊接热过程中电磁场问题的数值分析
- §4.5 熔滴过渡形式对温度场数值模拟的影响
- §4.6 充填过程模拟
- §4.7 结晶过程模拟

### 3、实践环节

应用 ANSYS 等商业软件，进行简单应力应变场数值分析。

### 4、本课学习的基本要求



通过本课程的学习，掌握建立数学模型和处理数学模型的方法，具备材料制备过程中数值分析能力，并利用相应的商业化软件模拟计算。

#### 5、预备知识

有限单元法基础、材料成型原理、材料加工过程中数值模拟、塑性力学

#### 6、教材及主要参考书

《材料热加工过程的数值模拟》张凯锋等，哈尔滨工业大学出版社

《塑性加工数值模拟》肖景荣、李尚键，华中理工大学出版社

《传热与流体流动数值计算》S.V.帕坦卡，科学技术出版社

《焊接热过程数值模拟》武传松 哈尔滨工业大学出版社

#### 7、教学方式及考试方式

以课堂授课、讨论和自学为主，课程结束提交研究报告。

## 《焊接方法机电一体化研究进展》课程内容简介

课程编号：43013054      课程名称：焊接方法与焊接机电一体化研究进展

学时：40      学分：2      开课学期：2

开课单位：材料科学与工程学院

教师姓名：赵熹华      教师代码：223538      教师职称：教授

教师梯队：元哲石、吴执中

#### 课程简介：

使材料加工工程学科博士研究生能较系统、深入掌握现代焊接方法(尤其是搅拌摩擦焊、复合焊接方法等)和现代焊接生产技术中的机械化、自动化、柔性化等国内外现状和发展趋势。

本课程重点介绍压焊领域中最新焊接方法——搅拌摩擦焊(Friction Stir Welding, FSW)原理、工艺、设备及接头质量控制等技术；同时，重点介绍熔焊领域中最新焊接方法——复合焊接(Hybrid Welding)种类(LB-TIG、LB-MAG/MIG、LB-PAW、LB-FSW.....)、原理、工艺、设备及接头质量控制等技术；重点介绍焊接机电一体化中有关焊接机器人智能化技术，包括机器人焊接任务自主规划、机器人焊接的焊缝跟踪与导引、熔池动态过程的视觉传感与控制、机器人焊接柔性制造单元/系统、柔性焊装生产线应用实例等。

## 《焊接冶金及金属焊接研究进展》课程简介

课程编号：0812403302      课程名称：焊接冶金及金属焊接研究进展

学时：20      学分：1      开课学期：2

开课单位：材料科学与工程学院

任课教师：孙大千      教师代码：223423      教师职称：教授

#### 课程简介：

焊接冶金及金属焊接性研究进展是材料加工工程专业博士研究生专业选修课。本课程主要介绍金属材料，特别是先进金属材料焊接冶金及焊接性最新研究进展，其中包括：焊缝凝固过程中的冶金行为；焊接过程的力学行为；焊缝金属强韧性优化设计；焊接热影响区物理冶金；焊接冷裂纹的微观本质、控制因子及判据；焊接热裂纹形成机理；焊接再热裂纹的微观机理及产生条件；焊接应力腐蚀裂纹产生机理及控制等。通过本课程的学习，对焊接成型过程的微观本质有更深入的理解，为焊接成型理论与技术的研究奠定必要的基础。

## 《金属材料设计与制备》课程内容简介

课程编号：0812403303      课程名称：金属材料设计与制备

学时：20      学分：1      开课学期：2

开课单位：材料科学与工程学院

任课教师：姜启川      教师代码：223338      教师职称：教授

教师梯队：赵宇光、王慧远、王金国

#### 课程简介：

本课程主要介绍获得高性能与特殊功能金属材料的设计和制备技术的状况与最新进展。其中包括：元素的固有性质、金属的结构、金属的特性；具有特殊性能与功能金属材料的优化设计思想、原理和制备原理与技术及制备过程中的关键科学问题。内容包括：元素性质，相图，液态金属结构，相变热力学（相形成条件等）与动力学（形核、生长、组织演变等），晶体学，合金设计计算，材料结构—组织—性能之间的关系，金属材料的制备原理、方法、工艺与技术；其材料主要包括：亚稳材料（非晶、纳米材料）、金属陶瓷材料、金属间化合物、颗粒与纤维局部、梯度、整体增强金属基复合材料、高性能钢铁材料与铝合金、镁合金、钛合金等轻量化材料、表面强化材料等。

## 《材料表面与界面》课程内容简介

课程编号：0812403304      课程名称：材料的表面与界面  
学时：20                      学分：1                      开课学期：2  
任课教师：刘耀辉              教师代码：223339              教师职称：教授  
教师梯队：于思荣

### 课程简介：

由于材料的所有问题都可以归结为表面和界面问题。因此对表面和界面的学习与研究是很重要的。本课程以复合材料为代表材料，介绍材料的表面与界面结构和特征，表面张力及其影响因素，界面润湿性及其改善措施；金属材料晶界结构及性质；复合材料的界面结构及表征、界面反应、界面相容性与界面相互作用、界面接合、界面性能；材料表面改性工艺方法、理论及表面性能等。

本课程采用课堂讲授、自学讨论及课程论文等形式完成教学考核过程。

## 《界面物理与化学》课程内容简介

课程编号：0812403305      课程名称：界面物理与化学  
学时：20                      学分：1                      开课学期：3  
任课教师：于思荣              教师代码：223517              教师职称：教授  
教师梯队：

### 课程简介：

本课程为材料加工工程专业博士研究生的一门选修课程，也可作为其它专业研究生的选修课。本课程的任务是用物理化学理论来研究材料制备、成型过程中涉及的界面现象。通过本课程的学习，加深学生对物理化学理论的理解，提高学生应用该理论解决科研和生产中遇到的实际问题的能力。

第一章 界面自由能和界面张力  
第二章 固体的表面能  
第三章 分散过程热力学  
第四章 界面润湿现象  
第五章 吸附过程  
第六章 界面化学反应

## 《超塑变形解析理论》课程内容简介

课程编号：0812403306      课程名称：超塑变形解析理论  
学时：20                      学分：1                      开课学期：1  
开课单位：超塑性与塑性研究所  
任课教师：宋玉泉              教师代码：223360              教师职称：教授  
教师梯队：

### 课程简介：

结合博士研究生已有的数学、力学水平，本课程首先介绍金属超塑性的基本概念，研究现状及其在材料科学领域所占的地位及发展前景。进而结合授课人在一维拉伸变形力学解析理论所发表的

论文，重点介绍本构方程、应变速率敏感性指数、应变硬化指数和应力松弛指数等的力学解析和定量力学解析，特别着重于授课人对新理论、新方法及新仪器提出的基本依据，科学思维过程及所得结果对超塑变形力学解析理论所做的贡献。

## 《柔性成形基础理论与研究方法》课程内容简介

**课程编号:** 0812403307      **课程名称:** 柔性成形基础理论与研究方法  
**学时:** 20                      **学分:** 1                      **开课学期:** 2  
**开课单位:** 材料科学与工程学院  
**任课教师:** 李明哲              **教师代码:** 228009              **教师职称:** 教授  
**教师梯队:** 蔡中义 付文智 刘纯国

### 课程简介:

柔性成形是现代制造领域中的先进制造技术，其主要特点是可以实现塑性成形的自动化、数字化与智能化。本课程的目的是给学生传授有关柔性塑性成形的理论基础、主要学术思想、关键技术与主要研究方法，并通过应用例使学生掌握柔性成形技术在金属板类件塑性加工中的发展概况与应用现状，以达到拓宽思路，开阔视野，提高应用先进技术提升传统专业制造水平的目的。

本课程主要讲解柔性成形方法的分类、各种柔性成形方法的基本概念与主要思路、成形原理与理论基础、技术特点、工艺装备设计及自动控制系统开发中常用的研究方法；并介绍不同柔性成形工艺的优缺点、具体工艺的选定方法、工艺设计与计算、设备设计与选型原则、控制系统设计及专用计算机软件开发时的各种思路。

具体的教学方式采用课堂讲解与现场教学相结合的模式。

## 《金属精密塑性成形理论与应用》课程内容简介

**课程编号:** 0812403308      **课程名称:** 金属精密塑性成形理论与应用  
**学时:** 20                      **学分:** 1                      **开课学期:** 2  
**开课学院:** 材料科学与工程学院  
**任课教师:** 杨慎华              **教师代码:** 228014              **教师职称:** 教授  
**教师梯队:**

### 课程简介:

主要讲授金属精密塑性成形理论、方法和应用，并对相关问题进行系统介绍和讨论：

- (1) 从塑性加工力学和成型原理入手，分析精密塑性加工流动规律以及求解方法。
- (2) 根据当代塑性加工领域研究现状及发展趋势，重点讲授冷温精密锻造、冷挤压、粉末冶金锻造、板料精密加工、复杂管件内高压精密成型等先进制造技术。
- (3) 精密塑性成型变形规律分析、工艺分析与方案制订、成形力计算与成型设备选用、模具设计与精密加工。
- (4) 精密塑性成型典型零件国内外工艺对比分析。

## 《金属塑性成形过程模拟》课程内容简介

**课程编号:** 0812403309      **课程名称:** 金属塑性成形过程模拟  
**学时:** 20                      **学分:** 1                      **开课学期:** 1  
**开课学院:** 材料科学与工程学院  
**任课教师:** 寇淑清              **教师代码:** 228046              **教师职称:** 教授  
**教师梯队:**

### 课程简介:

本课程重点讲授金属塑性成形过程数值模拟与物理模拟的基本理论、方法和应用等。内容包括：

- (1) 金属塑性变形力学基础
- (2) 刚（粘）塑性有限元分析
- (3) 金属塑性成形弹塑性有限元分析
- (4) 金属体积成形的有限元模拟

- (5) 金属板料成形的有限元模拟
- (6) 塑性成形过程的物理模拟

## 《塑性大变形理论与有限元方法》课程内容简介

课程编号: 0812403310      课程名称: 塑性大变形理论与有限元方法  
学时: 20                      学分: 1                      开课学期: 2  
开课单位: 材料科学与工程学院  
任课教师: 蔡中义              教师代码: 228033              教师职称: 教授  
教师梯队: 陈建军

### 课程简介:

本课程结合金属塑性成形的特点, 主要介绍大变形分析的力学基础与有限元方法, 力求使学生能够深刻理解和掌握主流数值模拟商用软件的基本思想和求解原理, 培养学生分析和解决实际问题的能力。主要包括:

1. 张量分析简介;
2. 大变形问题的运动与变形分析;
3. 大变形问题的力学基础 (Cauchy 应力、Piola-Kirchhoff 应力、Jaumann 应力率、大变形下的本构关系等);
4. 弹塑性大变形有限元法 (增量问题的 UL 方法、TL 方法等)
5. 刚塑性有限元方法 (刚塑性广义变分原理、Lagrange 乘子法、罚函数法等)
6. 塑性成形数值模拟的动力显式有限元方法。