



## 研究生课程教学大纲

课程名称：	材料工程中的数值模拟		
	Numerical Simulation in Material Engineering		
课程编号：	ZX14103T		
开课单位：	材料科学与工程学院	开课学期：	秋季
课内学时：	32	学分：	2.0
适用学科 专业及层次：	材料与化工，材料科学与工程，硕士生		
授课语言：	中文		
先修课程：	焊接结构、线性代数、材料科学基础		
负责人：	韩涛	团队成员：	韩涛 刘恩洋 侯振波

### 一、课程简介

本课程为材料与化工专业的专业选修课，通过本课程的学习，使学生掌握数值模拟与计算的基本数理基础和理论，材料科学中的主要数值模拟技术和方法，并能运用相关软件进行焊接、热处理过程的数值模拟，并简要介绍其他材料工程中的数值模拟软件的应用。

### 二、课程大纲

#### (一) 课程目标

目标 1：掌握数值模拟与计算的基本数理基础和理论，材料科学中的主要数值模拟技术和方法。

目标 2：运用相关软件进行焊接、热处理过程的数值模拟，对实际问题进行分析、评判，提出解决措施。

## (二) 课程内容

### 绪论

课程的性质与任务，主要内容及研究方法，本课程的特点与学习方法，材料科学发展简史。

### 第一章 材料科学研究中的数学模型

本章重点与难点：四种常用数学建模方法的理解与应用。

#### 1.1 数学模型基础

数学模型及有关概念。

#### 1.2 建立数学模型的一般步骤和原则

建立数学模型的一般方法、步骤和原则。

#### 1.3 常用的数学建模方法

理论分析、模拟分析、类比分析、数据分析。

### 第二章 材料科学研究中常用的数值分析方法

本章重点与难点：差分方程的解法、有限元法的直接刚度法、有限元法基本原理中的加权余量法和里兹法的具体理解。

#### 2.1 有限差分法

有限差分法与有限元法的基本原理、概念，差分方程的建立步骤，及差分、差商的概念，差分方程的求解方法。

#### 2.2 有限元法

有限元法中的直接刚度法，有限元法的基本理论。

### 第三章 材料科学研究中主要物理场的数值模拟

本章重点与难点：平面温度场的有限元求解方法，应力场计算的弹性问题求解，浓度场的有限差分解法。

#### 3.1 温度场计算

温度场计算的初始条件与边界条件，平面温度场的有限差分与有限元求解方法，平面三节点三角形单元的划分规则。

#### 3.2 应力场、浓度场计算

应力场计算中应力与应变方向的确定规则，平面应力场的几何方程与物理方程，弹性问题的求解方法；浓度场的有限差分解法。

### 第四章 材料科学与行为工艺的计算机模拟

**本章重点与难点：**计算机相平衡计算方法，包括用 CALPHAD 方法计算相图的主要步骤与优点；计算机模拟在材料科学中的应用。

#### 4.1 组织转变的计算机模拟

组织转变曲线，热循环分析，转变过程的描述。

#### 4.2 计算机相平衡计算方法

相平衡计算的方法、过程和特点。

#### 4.3 相图计算发展历程和计算机软件介绍

相图计算的过程和特点，CALPHAD 方法，Thermo-Calc，FACT。

#### 4.4 计算机模拟在材料科学中的应用

材料的组成和结构、金属材料加工、塑料加工中的计算机模拟简介；

SYSWELD 程序概述。

### 第五章 材料数据库和新材料新合金的设计

**本章重点与难点：**专家系统的开发应用、人工神经网络的结构、原理及开发应用。

#### 5.1 数据库系统的组成与结构

数据库系统的组成与结构、数据库数据的主要特征。

#### 5.2 材料科学与工程数据库

PC-PDF 检索系统及 FACT 系统的应用。

#### 5.3 专家系统

专家系统的相关概念、工作原理及类型。

### 第六章 焊接、热处理过程常用模拟软件简介

本章重点难点：

常用材料模拟软件软件 (ANSYS、ABAQUS、Materials Studio、LAMMPS) 及其在材料科学中的应用；

#### 6.1 ANSYS、ABAQUS 等软件简介

6.2 Materials Studio 等材料模拟软件在材料中的应用

6.3 LAMMPS 及其应用

### 第七章 SYSWELD 在焊接过程中的应用

本章重点难点：

### 7.1 SYSWELD 的构成及其主要应用

SYSWELD 特点；SYSWELD 构成；SYSWELD 主要功能；

### 7.2 Visual Mesh 建模及网格划分

点、线、面的建立；2D 模型建立及网格划分；3D 模型建立及网格划分；

焊接线、参考线的提取

### 7.3 焊接热源校正

常用的焊接热源及特点；热源参数及意义；校正过程

### 7.4 焊接向导的使用

焊接参数的定义；材料参数的建立；焊接过程处理

### 7.5 后处理模块

温度场；应力场；应变场；硬度场；组织分布

## 第八章 SYSWELD 热处理模拟中的应用

本章重点难点：

### 8.1 热处理过程的网格划分特点

热处理网格特点；面网格划分；

### 8.2 热处理向导

淬火热处理；退火热处理

### 8.3 后处理模块

温度场；应力场；应变场；硬度场

## 三、教学安排及要求

内容	课内学时	教学方式	课外学时	课外环节	课程目标
绪论	1	理论讲授	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
1.1-1.2	1	理论讲授	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
1.3	1	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2
2.1	2	理论讲授/案例研讨	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 1

2.2	2	理论讲授/案例研讨	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 1
3.1	2	理论讲授/案例研讨	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2
3.2	2	理论讲授/案例研讨	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2
4.1-4.2	1	理论讲授	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
4.3	1	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2
4.4	1	理论讲授	2	文献阅读/ 专题调研	目标 2
5.1-5.2	1	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 1
5.3	1	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2
6.1	1	理论讲授/案例研讨	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
6.2	0.5	理论讲授/案例研讨	1	文献阅读/ 专题调研	目标 1
6.3	0.5	理论讲授/案例研讨	1	文献阅读/ 专题调研	目标 1
7.1	1	案例研讨/软件应用	2	文献阅读/ 案例分析	目标 1
7.2	3	案例研讨/软件应用	6	文献阅读/ 案例分析	目标 1
7.3	2	案例研讨/软件应用	4	文献阅读/ 案例分析	目标 1
7.4	2	案例研讨/软件应用	4	文献阅读/ 专题调研	目标 1
7.5	2	案例研讨/软件应用	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2

8.1	1	案例研讨/软件应用	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
8.2	1	案例研讨/软件应用	2	文献阅读/ 专题调研	目标 1
8.3	2	案例研讨/软件应用	4	文献阅读/ 案例分析/专题调研	目标 2

#### 四、考核内容、方式及评分标准

##### (一) 考核环节

考核环节		总成绩占比	支撑课程目标
平时作业	1 . 根据作业完成准确性、是否按时上交、是否独立完成评分。 2 . 考核学生对基本知识的掌握能力，综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力，题型主要有调研报告、案例分析报告、文献综述等。	30%	目标 1、2
课堂表现	1 . 成绩采用百分制，主要根据课堂参与度、讲述表现、综合应用知识分析问题解决问题的能力、创新性等评分。	20%	目标 2
期末大作业	1 . 考核方式为考查，进行案例分析。 2 . 主要考核学生综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力。	50%	目标 1、2

##### (二) 评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
平时作业	不按时提交作业，问题分析和方案设计存在严重问题，作业完成不认真	按时提交作业，问题分析基本正确、方案设计基本合理，文献查阅不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献。要点有，但分析不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献并进行分析。书写认真、逻辑清楚。
课堂表现	不主动参与讨论，被动参与时不能提出解决方案	能够主动参与讨论，但所提出的方案存在问题；或者被动参与讨	能够参与讨论，所提出的方案合理	能够主动参与讨论，所提出的方案合理。

		论，所提出的方案基本合理		
期末大作业	不按时提交作业，问题分析和方案设计存在严重问题，作业完成不认真	按时提交作业，问题分析基本正确、方案设计基本合理，文献查阅不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献。要点有，但分析不足。	按时提交作业，问题分析正确，方案设计合理，能够查阅相关文献并进行分析。书写认真、逻辑清楚。

### (三) 考核环节

考核环节	目标 1	目标 2
平时作业	50%	50%
课堂表现		100%
期末大作业	30%	70%
总权重	100%	100%

## 五、教材与参考资料

### (一) 教材

- 徐瑞. 材料科学中数值模拟与计算, 哈尔滨工业大学出版社, 2005

### (二) 主要参考资料:

- 许鑫华, 叶卫平. 计算机在材料科学中的应用, 机械工业出版社, 2014
- 邱大年.计算机在材料科学中的应用, 北京工业大学出版社, 1990
- 汤爱涛.计算机在材料工程中的应用, 重庆大学出版社, 2008
- 曾令可.计算机在材料科学与工程中的应用, 武汉理工大学出版社, 2004

## 六、其它说明

无。

大纲执笔人：韩涛

审核人（学位点负责人）：

分管院长签字：