

# 本科教学案例模板（课程思政）

## 一、案例名称

《材料成型原理与工艺》课程思政案例-润物细无声，培养大国工匠。

## 二、课程凸显的思政价值

《材料成型原理与工艺》课程蕴含着丰富的思政元素、具有很好的实践基础，既有老一辈科学家写进教科书的成就；也有他们怀揣报国热情，舍弃国外优越的生活条件，排除万难回到祖国发展我国的金属材料事业的感人故事；还有新一代材料人勇于创新，克服万难，为我国的航天、航空、武器工业以及超级工程研发合格材料的工匠精神。这些思政元素为培养学生的家国情怀、创新意识、文化自信、社会责任和担当提供了丰富的素材和案例，需要课程组教师用心去发掘，并将其巧妙融入课程教学和改革的各环节、各方面，实现立德树人的润物无声。

## 三、授课教师团队简介

《材料成型原理及工艺》课程团队由朱明、张慧慧、王志华和张菁丽等 4 名教师组成，其中张菁丽博士 2022 年 6 月加入课程团队，课程负责人为朱明副教授。

### 1.承担的本科教学任务

课程团队承担有《材料成型原理与工艺》《金属材料及热处理》《材料腐蚀与防护》《材料工程基础》《材料导论》《专业英语》等本科课程。

### 2.教学研究情况

姓名	项目名称	等级	时间	角色
朱明	《金属材料及热处理》课程思政示范课程	校级	2019	负责人
朱明	《基于工程教育专业认证核心理念的毕业生跟踪调查机制构建与实践》	校级重点	2019	负责人
朱明	《热处理原理及工艺》精品课程	校级	2015	负责人
朱明	《热处理原理及工艺》教材	规划教材	2013	主编
朱明	《先进材料合成与制备》教材	规划教材	2016	参编

### 3.教学奖励情况

奖项名称	时间	获奖人
陕西省教学成果一等奖	2013	朱明
西安科技大学优秀教材二等奖	2016	朱明
煤炭教育协会优秀教材三等奖	2016	朱明
西安科技大学教学新秀奖	2017	朱明
西安科技大学教学成果一等奖	2020	朱明
西安科技大学教学成果二等奖	2020	朱明、王志华
西安科技大学课程思政三等奖	2021	朱明
西安科技大学课堂创新大赛二等奖	2021	张慧慧

### 四、课程思政案例

(选取 3-5 个知识点作为典型案例, 也可多选)

## 案例一名称:现代材料成形技术概述——C919 大飞机项目分析

### 1. 课程思政背景与意义:

首先介绍“材料成形技术基础”这门课主要学什么, 如何学好这门课以及学习这门课的意义所在。通过向同学们介绍我国在材料成型技术领域所取得的成就、涌现的科学家或典型人物事迹来激发同学们对这门课的学习积极性。具体案例讲解关于 C919 大飞机项目研制过程中受到了国外技术的垄断与封锁, 我国材料工作者不畏苦难, 努力钻研, 在大型客机 C919 的研制过程中在材料成形技术领域取得了多项关键技术的突破, 从而激发学生强烈的爱国情怀与民族自豪感, 树立远大理想。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的:** 引导学生了解我国在材料成型技术领域所取得的成就, 以 C919 大飞机项目攻关为例, 使学生充分认识材料成形技术的突破对科技进步的促进。

**教学知识点:** 绪论 第一节 材料成形的重要意义及主要方法

### 3. 课堂教学内容及实施:

中国飞机史上大飞机重大专项是党中央、国务院建设创新型国家, 提高我国自主创新能力和增强国家核心竞争力的重大战略决策, 是《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006-2020)》确定的 16 个重大专项之一。让中国的大飞机飞上蓝天, 是国家的意志, 人民的意志。

中国商用飞机有限责任公司成立于 2008 年，总部设在上海，是实施国家大飞机重大专项中大型客机项目的主体，员工 8300 多人，确定了“一个总部，六大中心”的布局。设计研发中心承担了我国首次自主研制的 C919 客机、ARJ21 新支线飞机的工程设计任务和技术抓总责任。

COMAC 是 C919 的主制造商中国商用飞机有限责任公司的英文名称简写，“C”既是“COMAC”的第一个字母，也是中国的英文名称“CHINA”的第一个字母，体现了大型客机是国家的意志、人民的期望。

C919 大型客机是中国商飞公司正在研制的 150 座级单通道中短程商用干线飞机，计划于 2014 年首飞、2016 年首架交付用户运营。LEAP-X1C 发动机是 CFM 国际公司研发的新一代发动机。该发动机是在 CFM56 系列发动机的架构基础上，针对下一代飞机进行改进的产品，对提高飞机的安全性、经济性和环保性有着积极的作用。

2009 年 12 月 21 日，在中国国务院总理温家宝和法国总理弗朗索瓦·菲永共同见证下，中国商飞公司与 CFM 国际公司在北京签署了战略合作意向书。C919 大型客机项目推进系统合同的签署，预示着双方的合作进入一个新的阶段。

2022 年 5 月 10 日晚间，中国东航披露定增公告，拟募资 150 亿元用于引进 38 架飞机等事项，其中包括国产大飞机 C919、支线客机 ARJ21-700 共计 28 架，其余为空客和波音飞机。公告中透露了国产大飞机 C919 的单价。数据显示，C919 的单价为 0.99 亿美元，折合人民币为 6.53 亿元。

2022年5月23日消息,中国商飞曾发布市场预测年报,预计到2039年,中国商飞旗下的C919和ARJ21机型市场总规模可达7320亿美元,约合人民币4万亿元。所以,先进的制造业是高附加值的前提。



图1 C919大型客机图片赏析

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式,教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解现代金属连接成型技术的发展动态及技术前沿。安排学生参观扩散焊实验室,观察扩散焊成形过程,安排课堂讨论环节,使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学;
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文,培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例二名称：商周青铜器到现代铸造业发展

### 1. 课程思政背景与意义：

本部分主要讲解常用铸造合金的基本铸造性能、铸件的成形规律和铸造工艺特点等，铸造工艺方案的基本内容，铸件主要缺陷产生的原因等。具体讲解时，可以向同学们讲解铸造历史，从商周青铜器到曾侯乙编钟，以及现在铸造领域的发展，强化学生分析问题、解决问题能力，树立“爱党爱国、科技报国”的人生信念，激发学生的学习兴趣。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解中国冶金史，以中国古代文物人面纹铜鼎、豕形铜尊等为例讲解中国古代金属制造技术，增强学生的民族荣誉感。

**教学知识点：**绪论 第二节 材料成形的研究对象及其发展概况

### 3. 课堂教学内容及实施：

人类的文明进程是依据什么而划分的？材料应用的发展是人类发展的里程碑，从石器时代、铜器时代、铁器时代一直发展到现代铸造业，发展的越来越快。

人类冶金技术大约有 6000 年的历史，经历了三次大发展，前两次发生在中国，后一次发生在欧美，发展的规模和速度一次比一次大。这三次大发展是：中国商周青铜冶铸技术，战国秦汉铸铁和生铁冶钢技术，欧洲近代冶金技术的发明。

中国约在公元前 1700 前-前 1000 年之间已进入青铜铸

件的全盛期，工艺上已达到相当高的水平。铸造是指将室温中为液态但不久后将固化的物质倒入特定形状的铸模待其凝固成形的加工方式。被铸物质多为原为固态但加热至液态的金属（例：铜、铁、铝、锡等），而铸模的材料可以是沙、金属甚至陶瓷。

铸造业的发展，铸造是现代机械制造工业的基础工艺之一，因此铸造业的发展标志着一个国家的生产实例。据 2008 年统计，我国年产铸件 3350 万吨，是世界铸造第一大国。

我国商、周时代的青铜器具，不单是盛物用的容器，同时也是宗庙中的礼器。青铜器的数量可以表示出身份地位的高低，青铜器形制的大小也可以显示出权力的等级。青铜器中，最重要的器类就是鼎。远古的青铜器可以分为食器、酒器、水器、乐器四大类。食器中包括鼎、鬲等等。其中鼎是最重要的礼器。

人面纹铜鼎：高 38.5 厘米，口长 29.8 厘米，口宽 23.7 厘米，1959 年宁乡黄材出土。鼎为炊器，上有两耳，便于提携，下有四足，便于加温。中国历史上有关于夏禹铸九鼎的传说，夏王朝灭亡之后，九鼎归于商，商王朝灭亡后，九鼎归于周，鼎成为了国家政权的象征。具体到个人来说，鼎又是身份地位的标志。

豕形铜尊：高 40 厘米，长 72 厘米，1981 年湘潭船形山出土。尊为酒器，猪背上开椭圆形口，设盖，腹内盛酒。猪身上装饰有鳞甲，龙纹和兽面纹。以野猪作为器物形制，在现有的商代青铜器中仅此一例。



商代人面纹铜鼎



商代豕形铜尊

图 1 古代青铜器赏析

精密铸造在汽车产业链中是重要的一环，一辆整车制造中有约 20%的零配件属于铸造件，作为汽车产业链中的下游产业，精密铸造主要是提供各类主要系统的缸体和管道，比如发动机和变速箱的缸体，进气歧管和排气歧管等。当然很多精密铸造公司并非都要和汽车行业挂钩，现在很多行业也都需要铸造件。



图 2 汽车精密铸造零件

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式,教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了铸造的发展史，树立科技强国的信念。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学;



3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文，培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例三名称：金属的流动性与充型能力——三峡大坝水轮机转轮叶片铸件分析

### 1. 课程思政背景与意义：

以三峡大坝为例，水电站的核心就是水轮机转轮，它是将水能转换为机械能的关键性部件，而水轮机里的转轮叶片，又被称之为水轮机的“心脏”。水轮机转轮叶片截面形状复杂，进水边与出水边厚度悬殊，而叶片型线的准确与否，是直接影响水轮机效率、出力、空蚀和运行寿命的重要因素。因此叶片的精加工，被视为水轮机叶片铸造领域的“珠穆朗玛峰”。针对传统铸造的叶片普遍存在着修补工作量大，叶片内部质量和叶型误差难以控制等问题，目前国内已成功的自主研发出了立撞立浇技术，完美地避免了这些问题，彻底打破了大型水轮机叶片国外垄断的市场格局，使“中国制造”跻身于国际舞台，成就大国制造。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解液态金属的流动性与充型能力，以三峡大坝水轮机转轮叶片为例进行分析。

**教学知识点：**第二章 液态成形中的流动与传热 第一节 液态金属的流动性与充型能力

### 3. 课堂教学内容及实施：

#### 液态金属充型能力：

- 液态金属充满铸型型腔，获得形状完整、轮廓清晰的铸件的能力，即液态金属充填铸型的能力，是设计浇注系统的重要依据之一；

- 充型能力弱，则可能产生浇不足、冷隔、砂眼、铁豆、抬箱，以及卷入性气孔、夹砂等缺陷。

### 液态金属的充型能力取决于：

- 内因 —— 金属本身的流动性
- 外因 —— 铸型性质、浇注条件、铸件结构等因素的影响，是各因素的综合反映。

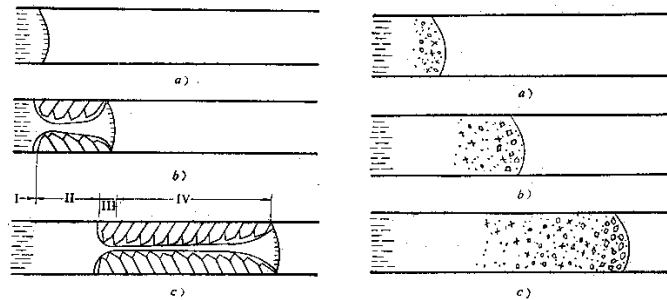


图 1 液态金属停止流动机理与充型能力

### 影响充型能力的因素

- 金属性质方面的因素（流动性的高低）
- 铸型性质方面的因素
- 浇注条件方面的因素



三峡大坝



水轮机转轮叶片



水轮机转轮

图 2 三峡大坝及水轮机转轮叶片

水轮机转轮叶片截面形状复杂，进水边与出水边厚度悬殊，而叶片型线的准确与否，是直接影响水轮机效率、出力、空蚀和运行寿命的重要因素。针对传统铸造的叶片普遍存在着修补工作量大，叶片内部质量和叶型误差难以控制等问题，目前国内已成功的自主研发出了立撞立浇技术，完美地避免了这些问题，彻底打破了大型水轮机叶片国外垄断的市场格局。

#### 4. 教学方式：

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式,教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解三峡大坝，成就大国制造。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性；
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学；
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文，培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## **案例四名称：凝固原理与发热冒口制备技术**

### **1. 课程思政背景与意义：**

中国是铸造大国，铸造企业 30000 余家。向同学们讲解铸造领域存在的一些问题。众所周知，铸造业属于能耗高、污染严重的行业。通过实际案例向同学们讲解目前国内外在铸造领域解决高污染高能耗、实现绿色发展方面所做出的努力和贡献，可以让学生们树立良好的环保意识，让学生形成“绿色发展”理念。习近平总书记在湖北宜昌考察时强调：“不搞大开发不是不要开发，而是不搞破坏性开发，要走生态优先、绿色发展之路。”使同学们理解生态文明建设的内涵及其重大意义。

### **2. 教学目的与知识点**

**教学目的：**引导学生了解凝固时金属收缩的基本原理，掌握发热冒口的制备技术。

**教学知识点：**第五章 铸件凝固组织的形成与控制 第四节 缩孔与缩松的形成原理

### **3. 课堂教学内容及实施：**

#### **金属的收缩分三个阶段：**

液态收缩阶段、凝固收缩阶段、固态收缩阶段

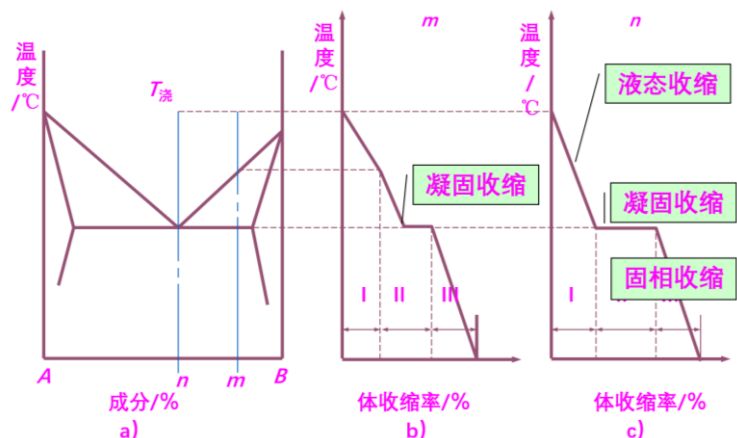


图 1 二元合金收缩图

(a) 合金相图 (b) 有一定结晶温度范围的合金

(c) 恒温凝固的合金

金属从浇注温度冷却到室温所产生的体收缩为液态收缩、凝固收缩和固态收缩之和，即：

$$\varepsilon_{V总} = \varepsilon_{V液} + \varepsilon_{V凝} + \varepsilon_{V固}$$

其中，液态收缩和凝固收缩是铸件产生缩孔和缩松的基本原因。而固相收缩对应力、变形与裂纹影响较大。

### 缩孔的形成机理

纯金属、共晶成分合金和结晶温度范围窄的合金，在一般铸造条件下按由表及里逐层凝固的方式凝固。由于金属或合金在冷却过程中发生的液态收缩和凝固收缩大于固态收缩，从而在铸件最后凝固部位形成尺寸较大的集中缩孔。

### 缩松的形成机理

结晶温度范围较宽的合金，一般按照体积凝固的方式凝固，凝固区内的小晶体很容易发展成为发达的树枝晶。当固相达到一定数量形成晶体骨架时，尚未凝固的液态金属便被分割成一个个互不相通的小熔池。在随后的冷却过程中，小

熔池内的液体将发生液态收缩和凝固收缩，已凝固的金属则发生固态收缩。由于熔池金属的液态收缩和凝固收缩之和大于其固态收缩，两者之差引起的细小孔洞又得不到外部液体的补充，便在相应部位形成了分散性的细小缩孔，即缩松。

### 防止铸件产生缩孔和缩松的途径

1) 顺序凝固：铸件各部位由远及近，朝着冒口方向顺序凝固。用于凝固收缩大、结晶间隔窄的金属。

2) 同时凝固：凝固时产生热裂纹、变形倾向小。用于凝固收缩小、结晶温度范围大、对气密性要求不高的铸件。

3) 使用冒口、补贴和冷铁

**发热冒口**：是在制作冒口时加入一定量的铝热剂，助熔剂，氧化剂与上述绝热保温材料而成。发热同时兼具保温功能。浇铸时，冒口在  $680^{\circ}\text{C}$  左右被迅速点燃燃烧，此时放出的热量使其冒口内铁液温度升高，使冒口内金属液凝固时间变长，延长补缩时间，提高冒口对铸件的补缩效率。

保温冒口主要用砂子、漂珠、粉煤灰、耐火纤维棉（吸滤冒口）等绝热保温材料做成。纯保温不能发热。目的是减缓冒口套内铁水的凝固时间，提高补缩效率。



图 2 发热冒口



图 3 发热缩颈冒口



图 4 发热圆形直筒冒口

#### 4. 教学方式:

绿色铸造是未来铸造行业的发展趋势。随着近年来我国对铸造行业环保执法力度的日渐加强，迫使发热冒口厂家业开始重视环保技术。抓紧发热冒口厂家铸造业的技术改造，努力提高铸件质量档次，生产高性能的大型机械装备用铸件是当务之急。本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式，教师运用讲述、举例、讨论等多种方法大力宣传绿色铸造，清这不仅是企业节能降耗提高产品质量、减少污染、降低成本和提高效益所必需的，也是冲破工业发达国



家设置的绿色壁垒，稳固地占领国际大市场的重要途径。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性；
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学；
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文，培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例五名称：快速凝固及金属玻璃制备技术

### 1. 课程思政背景与意义：

快速凝固可细化晶粒、相、有序畴等微观组织尺寸、减少成分偏析、形成新的亚稳相，通常可以改善材料的性能，还能制取在常规铸造条件下难以得到的高技术新材料。金属玻璃就是快速凝固技术的道道，与相应的晶态合金相比，这种材料展现出非常独特的力学与物理性能，使之在多个领域都有广阔的应用前景。同时，金属玻璃作为结构无序材料中一类相对简单的代表体系，是研究非晶态物理的一个比较理想的材料模型。所以，课上要强化学生分析问题、解决问题能力，引导学生勇敢地攻克难题，解决金属玻璃中的基本科学问题，不仅可以促进金属玻璃本身的应用，而且也将推动整个凝聚态物理学的发展。培养学生攻坚克难精神。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解快速凝固的基本概念、基本原理，掌握快速凝固制备金属玻璃的相关技术。

**教学知识点：**第六章 特殊条件下的凝固 第三节 快速凝固

### 3. 课堂教学内容及实施：

**快速凝固技术**指凝固速度比常规铸造凝固速度大得多(一般 $> 10\text{mm/s}$ )的凝固过程。快速凝固技术得到的合金具有超细的晶粒度，无偏析或少偏析的微晶组织，形成新的亚稳相和高的点缺陷密度等与常规合金不同的组织和结构特征。

**实现快速凝固的三种途径包括：**动力学急冷法、热力学

深过冷法、快速快速凝固法。由于凝固过程的快冷，起始形核过冷度大，生长速率高，使固液界面偏离平衡，因而呈现出一系列与常规合金不同的组织和结构特征。

**金属玻璃：**也称非晶态合金，是 Duwez 等人在 1960 年首先发现的，他们通过对熔融 Au<sub>80</sub>Si<sub>20</sub> 合金快速冷淬获得了金属玻璃。金属玻璃保留了液态金属的短程有序的原子排列，微观组织中不存在晶界、位错和偏析等缺陷，其结构类似于普通玻璃。

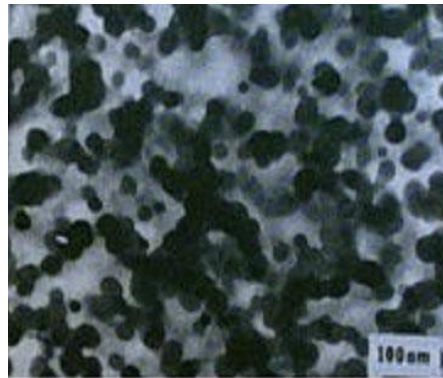


图 1 快速凝固的 Al-Fe-V-Si 合金组织

金属玻璃的拉伸强度可高达 3GPa ~ 4GPa，并具有很好的耐腐蚀性能、优异的软磁性能、优良的超导性能、较高的热稳定性和较低的表面活性，已经或可望应用于机械结构材料、磁性材料、声学材料、仿生材料、光学材料、体育器材以及电子材料等多个方面。

- 能否发生玻璃化转变的影响因素主要有冷却速率、形核密度和材料特性。
- 对应于一定的合金熔体，欲发生玻璃化转变需要有足够高的冷却速率。

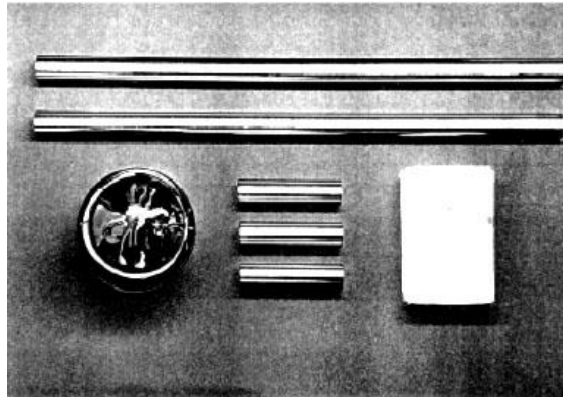


图 2 部分块体金属玻璃的实物照片

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式，教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解现代快速凝固技术的发展动态及技术前沿。安排学生观看快速凝固视频，观察快速凝固成形过程，安排课堂讨论环节，使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。向学生介绍各种学习相关网站，鼓励学生通过多途径可以获得相关的知识,通过观看视频，让学生对增材制造过程有深刻的认识。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学;
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文，培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例六名称：定向凝固及单晶制备技术

### 1. 课程思政背景与意义：

定向凝固技术在航空涡轮叶片制备上的成功应用及以成分过冷理论为代表的定量凝固科学的出现，使定向凝固工艺的实验研究逐步进入精确定量阶段并与先进的航空航天材料相结合，开辟了金属间化合物、高温合金、单晶合金、难熔合金以及先进陶瓷材料为代表的新型材料的凝固加工。同时，为适应先进航空航天动力系统对高温构件冶金质量和性能的苛刻要求，一批具有创新特点的定向凝固技术，如高梯度超细化定向凝固、电磁约束成形、电磁冷坩埚定向凝固、晶体生长及单晶取向控制等在国家自然科学基金、863、973等项目支持下先后被开发探索，进行了较深入的研究并取得成功。

强化学生分析问题、解决问题能力，引导学生树立远大理想和爱国主义情怀，勇敢地肩负起时代赋予的光荣使命，全面提高学生思想政治素质。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解定向凝固的基本概念、基本原理，掌握定向凝固制备技术单晶体的两种方法。

**教学知识点：**第六章 特殊条件下的凝固 第四节 定向凝固

### 3. 课堂教学内容及实施：

**定向凝固：**铸件按一定方向由一端开始，逐步向另一端结晶。这种柱状晶组织纯净、致密，当排列方向与受力方向

一致时,具有高强度,抗蠕变和抗热疲劳特性明显提高。关键是创造单向散热的冷却条件。

## **定向凝固基本原理**

定向凝固是在凝固过程中采用强制手段,在凝固金属和未凝固熔体中建立起特定方向的温度梯度,从而使熔体沿着与热流相反的方向凝固,获得具有特定取向柱状晶的技术。

定向凝固技术是在高温合金的研制中建立和完善起来的。该技术最初用来消除结晶过程中生成的横向晶界,甚至消除所有晶界,从而提高材料的高温性能和单向力学性能。

## **制备单晶体有两种方法**

### **1) 尖端形核法**

模子尖端首先移出炉外缓慢冷却,于尖端处产生一个晶核。随着模子向右缓慢移动,晶核向左定向生长成单晶体。

### **2) 垂直提拉法**

将籽晶接触熔体表面,在籽晶与熔体间形成固液界面,由于籽晶的定向传热作用,液相原子将在固液界面上凝固,随着籽晶的提拉上升,单晶体便在籽晶下部生长出来。

西工大提出了**电磁约束成形定向凝固技术**:利用电磁场的加热作用及其对熔体表面的电磁压力对合金进行加热熔化的同时,按设定形状进行约束成形,并通过抽拉进行连续的定向凝固。这样既可以得到一定的外部形状,同时避免(或减弱)了熔体与坩埚、模壳之间的接触,可以实现合金的无(少)污染熔化与成形。最终,实现特种金属短流程、高温度梯度、高冷却速率及组织定向的无污染熔化与凝固成形。

利用电磁场实现对材料的熔化与定向凝固的无接触与冷接触加工，无疑是制备高熔点、高活性或特种材料构件的新型技术，具有广阔的发展空间。



图 1 Ni 基高温合金定向柱状晶叶片

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式，教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解现代定向凝固技术的发展 动态及技术前沿。安排学生观看定向凝固视频实验室，观察定向凝固成形过程，安排课堂讨论环节，使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。向学生介绍各种学习相关网站，鼓励学生通过多途径可以获得相关的知识,通过观看视频，让学生对增材制造过程有深刻的认识。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合教学;
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文，培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例七名称：扩散焊及其特点

### 1. 课程思政背景与意义：

从为什么学习这门课入手，讲述连接成型的具体作用以及其在中国制造业的战略地位。解读《中国制造 2025》和中国政府的“制造业强国战略”，引导学生树立远大理想和爱国主义情怀，树立正确的世界观、人生观、价值观，勇敢地肩负起时代赋予的光荣使命，全面提高学生思想政治素质。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解扩散焊的基本概念、分类，掌握该技术的优缺点。

**教学知识点：**第七章 焊缝及其热影响区的组织和性能  
第一节 焊接及其冶金特点

### 3. 课堂教学内容及实施：

**扩散焊**是指相互接触的材料表面，在温度和压力的作用下相互靠近，局部发生塑性变形，原子间产生相互扩散，在界面接触处形成扩散层，从而实现可靠连接。

**扩散焊**是一种焊接工艺，对于通常难于焊接的金属以及不同种类的材料之间进行固态结合具有很大的适用价值。该工艺涉及一定压力、较高的温度及较长的操作时间，且改变这些工艺参数很容易扩大其应用范围。

**与其他焊接方法相比，扩散焊具有以下优点：**



1)扩散焊时因基体不过热、不熔化，可以在不降低被焊材料性能的情况下焊接几乎所有的金属或非金属。对于塑性差或熔点高的同种材料，扩散焊是较适宜的焊接方法。

2)扩散焊接头质量好，其显微组织和性能与母材接近或相同，在焊缝中不存在熔焊缺陷，也不存在过热组织和热影响区。焊接参数易于精确控制，批量生产时接头质量和性能稳定。

3)焊件精度高、变形小。因焊接时所加压力较小，工件多是整体加热，随炉冷却，故焊件整体塑性变形很小，焊后的工件一般不再进行机械加工。

4)可以焊接大截面工件，焊接所需压力不大，易于实现。

5)可以焊接结构复杂、接头不易接近以及厚薄相差较大的工件，能对组装件中的许多接头同时实施焊接。

#### **扩散焊的缺点如下：**

1)焊件表面的制备和装配质量要求较高，特别是对接合表面要求严格。

2)焊接热循环时间长，生产率低。

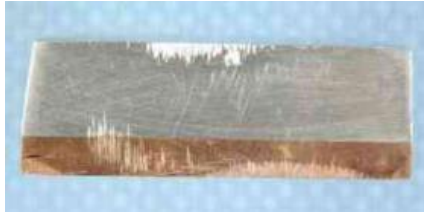
3)设备一次性投资较大，且焊接工件的尺寸受到设备的限制，无法连续式批量生产。



铜和不锈钢



铝合金泵叶轮



铝合金和铜



铝锆合金

图 1 扩散焊部分构件

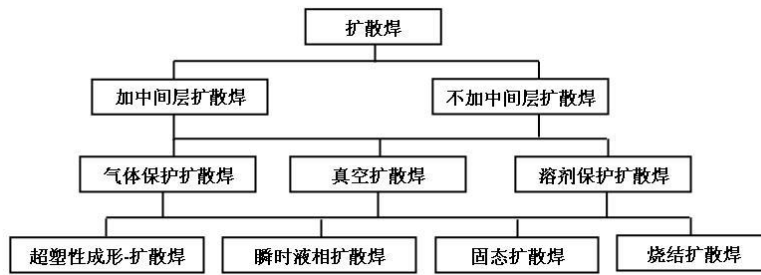


图 2 扩散焊分类

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式,教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解现代金属连接成型技术的发展 动态及技术前沿。安排学生参观扩散焊实验室, 观察扩散焊成形过程,安排课 堂讨论环节,使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、 整理归纳和讲演能力。向学生介绍各种学习

相关网站,鼓励学生通过多途径可以获得相关的知识,通过观看视频,让学生对增材制造过程有深刻的认识。

1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;

2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学;

3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文,培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例八名称：摩擦焊接及其特点

### 1. 课程思政背景与意义：

焊接技术是随着铜铁等金属的冶炼生产、各种热源的应用而出现的。古代的焊接方法主要是铸焊、钎焊、锻焊、铆焊。公元前 2500 年前古巴比伦人和印度河文明对铜铁金属的热加工和冷加工都已达到较高的水平，能用锻焊、铸焊等焊接法制造金属器具，并刻有文字。从讲述连接成型的具体作用以及其在中国制造业的战略地位。使学生树立正确的人生观、世界观和价值观、勇于创新的科学观。要努力让国家强大、科技创新。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解摩擦焊的实质，掌握摩擦焊的优点，并通过图片了解摩擦焊过程与制件。

**教学知识点：**第七章 焊缝及其热影响区的组织和性能  
第二节 焊接及其冶金特点

### 3. 课堂教学内容及实施：

**摩擦焊：**是指利用工件接触面摩擦产生的热量为热源，使工件在压力作用下产生塑性变形而进行焊接的方法。在压力作用下，是在恒定或递增压力以及扭矩的作用下，利用焊接接触端面之间的相对运动在摩擦面及其附近区域产生摩擦热和塑形变形热，使及其附近区域温度上升到接近但一般低于熔点的温度区间，材料的变形抗力降低、塑性提高、界面的氧化膜破碎，在顶锻压力的作用下，伴随材料产生塑性变形及流动，通过界面的分子扩散和再结晶而实现焊接的固

态焊接方法。

**实质：**机械零件的金属表面由于摩擦而粘结、焊合的现象是很普遍的。在金属的切削加工和机器的高速转动过程中，常常发现两个金属零件表面，由于摩擦生热而焊接在一起的情况。例如：在车削加工时，车刀上产生积屑瘤；在钻削加工时，钻头和工件常常粘结在一起；滑动轴承由于烧轴而卡住等等。当然，这些情况一直是人们努力避免的事故。做为一种焊接现象来分析，它们的过程并不是完善的，焊接质量也并不理想。但是，我们通过对这些粘结、焊合现象的分析，有助于了解摩擦焊的实质。

摩擦破坏了金属表面的氧化膜。摩擦生热降低了金属的强度，但提高了它的塑性。摩擦表面金属产生了塑性变形与流动，防止了金属的氧化，促进了焊接金属原子的互相扩散，形成了牢固的焊接接头。这就是摩擦焊的实质。

**与其他焊接方法相比，摩擦焊具有以下优点：**

- 1) 接头的焊接质量好、稳定。
- 2) 适于焊接异种钢和异种金属。
- 3) 焊件尺寸精度高。用摩擦焊生产的柴油发动机预燃烧室，全长的最大误差为士 0.1 毫米。有些专用摩擦焊机可以保证焊件的长度公差为士 0.2 毫米，偏心度小于 0.2 毫米。因此，摩擦焊不仅用来焊接毛坯，而且还可以焊接装配好的成品。
- 4) 焊机功率小、省电能。摩擦焊和闪光焊相比较，节省电能为 80~90%左右。

5) 摩擦焊的工作场地卫生, 没有火花、弧光及有害气体, 有利于环境保护, 适于和其他先进的金属加工方法一起用于自动生产线。

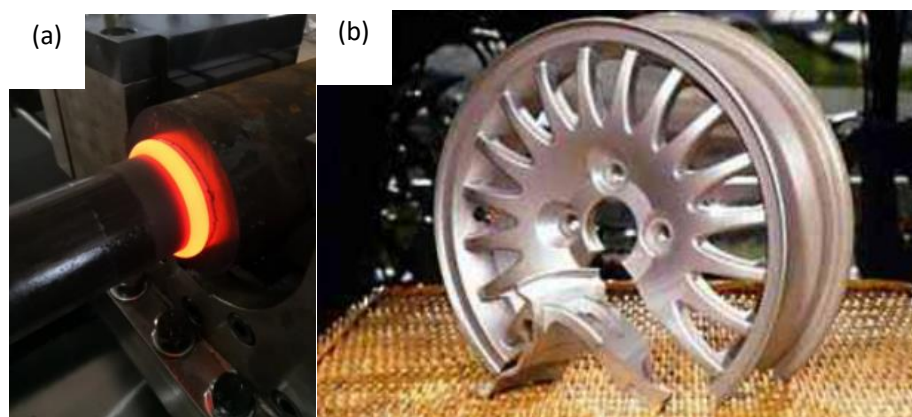


图 1 摩擦焊接 (a) 过程与 (b) 制品

#### 4. 教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式, 教师运用讲述、举例、讨论等多种方法使学生引导学生了解现代金属连接成型技术的发展动态及技术前沿。安排学生参观摩擦焊实验室, 观察摩擦焊成形过程, 安排课堂讨论环节, 使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。向学生介绍各种学习相关网站, 鼓励学生通过多途径可以获得相关的知识, 通过观看视频, 让学生对摩擦焊成形过程有深刻的认识。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学;
- 3)考试成绩以学生撰写专题报告小论文, 培养学生文献资料检索查询和应用能力以及科技论文撰写方法。

## 案例九名称：不同类型合金焊缝分析

### 1. 课程思政背景与意义：

焊接作为一种重要的金属加工工艺，在工业生产和国防建设中起着重要作用。随着产业结构的变化和科学技术的发展，先进的焊接结构是降低材料消耗，减轻结构质量的有效途径，随着工业的发展，其焊接技术也越来越引起人们的重视，可以说焊接质量的好坏直接限制了先进结构件的应用领域。高校学生还普遍面临着就业择业的艰难抉择，很多学生在此过程中出现了焦虑、不安，适应性差的特点，这些都与思想理念不坚固、自我调适抵御能力较差有关。在实践性较强的焊接课程中引进思政元素，能够有效提升学生对不良思想意识的判别，同时增强其对焊接实操的熟悉程度，消除负面情绪带来的影响。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解不同焊接类型焊接接头，掌握焊缝的微观组织特征。

**教学知识点：**第七章 焊缝及其热影响区的组织和性能

### 3. 课堂教学内容及实施：

1) 从焊接原理上对比真空电子束焊接 (EBW) 与非熔化极惰性气体保护电弧焊 (TIG)，并阐述两种焊接方法的优缺点，使学生对上述焊接技术有初步的认识。EBW 是在真空环境下，利用会聚的高速电子流轰击工件接缝处所产生的热能，使被焊母材融合，从而实现焊接。电子束焊接的电子束功率密度高、焊接速度快，热输入量低、热影响区小、变形

小, 接头力学性能好、工艺重复性好, 易于实现焊接自动化。TIG 是利用外加气体作为保护介质的一种电弧焊方法, 其优点是电弧和熔池可见性好, 操作方便, 没有熔渣或很少熔渣, 无需焊后清渣, 但在室外作业时需采取专门的防风措施。

2) 结合金相照片、SEM 微观组织照片, 对比 Ti-1300 合金 EBW 焊接头组织和 Ti5322 合金 TIG 焊接头组织的相同点与不同点, 通过课堂讨论加深学生对焊缝组织的认识。Ti-1300 合金 EBW 焊缝顶部较宽, 呈“钉子帽”状, 中间熔合线近似平行, 这种焊缝形貌为典型的“钉型”焊缝。这与接时的线能量较大有关。当焊接线能量过大时, 会在工件上部产生堆积, 焊缝熔化量较大而后电子束深入板材形成平行焊缝。Ti5322 合金 TIG 焊缝区呈端面宽中间窄的“沙漏”形, 这主要与焊接前机加出的 X 型坡口有关, 上下两端开口大、熔敷焊丝端开口大、熔敷焊丝多。由于过程中各部分经过的热循环不同, 组织形态差别较大主要分为三个区热循环不同, 组织形态差别较大。

3) 分析不同焊缝晶粒大小、晶粒分布及焊缝组织的形成原因, 使学生掌握焊缝区典型的微观结构特征。Ti5322 合金氩弧焊焊缝由等轴晶和柱状枝晶构成, 晶粒内部分布着  $\alpha$  析出相。Ti-1300 经氩弧焊后焊缝及热影响区为  $\beta$  晶粒, 基本无  $\alpha$  相析出。焊缝由粗大枝晶构成, 热影响区经过热循环的作用形成了大量等轴晶。

4) 解析不同合金焊后的相构成, 从合金元素含量解析相形成机理, 使学生初步了解元素对焊缝构成相的影响。



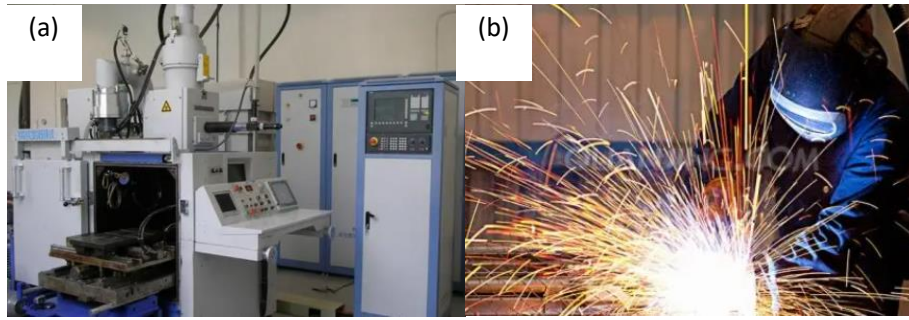


图 1 (a) 真空电子束焊接 (EBW) 与  
(b) 非熔化极惰性气体保护电弧焊 (TIG)

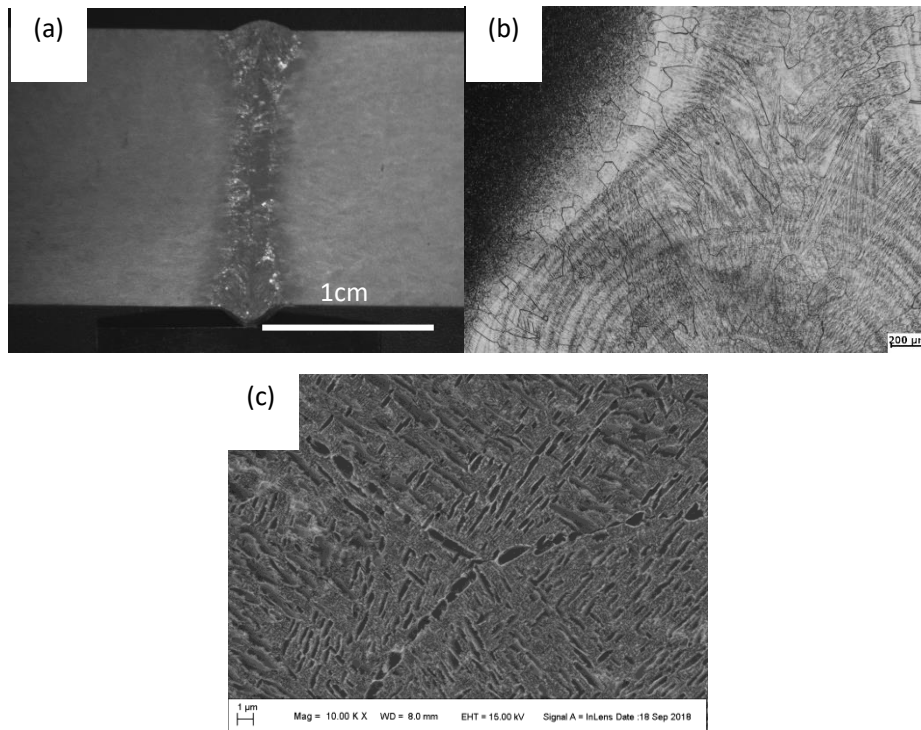


图 2 Ti-1300 合金 EBW 焊接头组织  
(a) 焊态宏观接头; (b) 焊态接头金相组织;  
(c) 焊态接头 SEM 组织

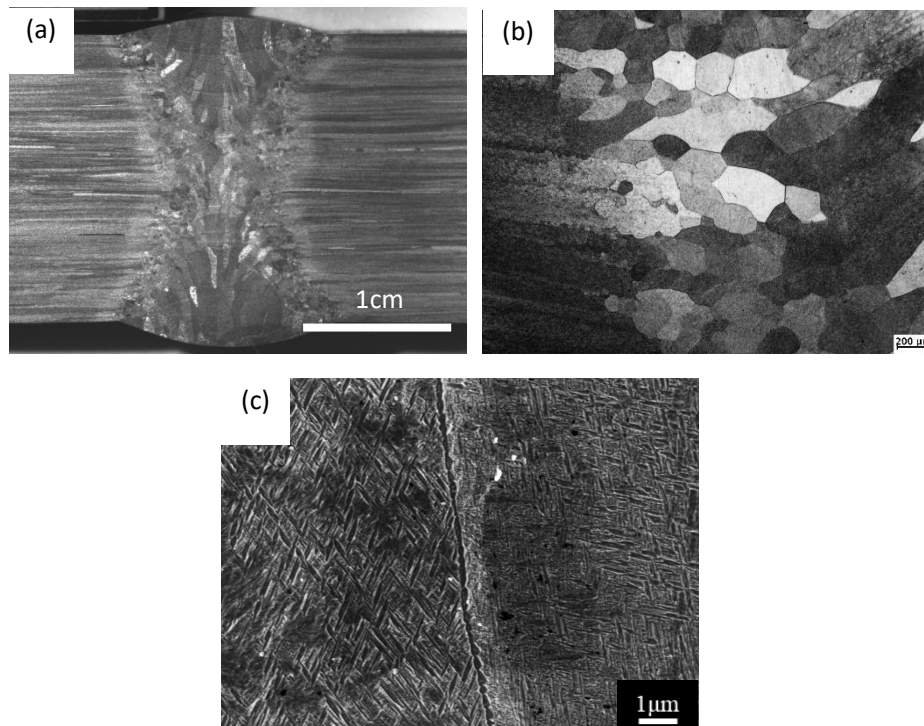


图 3 Ti5322 合金 TIG 焊接头组织

(a) 焊态宏观接头; (b)焊态接头金相组织;

(c) 焊态接头 SEM 组织

#### 4.教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式, 教师运用举例、讨论等多种方法使学生引导学生比较分析不同类型合金焊接接头的相同点以不同点。播放相关焊接视频, 安排课堂讨论环节, 使学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学。

## 案例十名称：焊接强化技术浅析

### 1. 课程思政背景与意义

焊接课程包含了丰富的课程思政元素，如每一种焊接方法的发明、每一套特殊装备的开发、西气东输管线工程、南水北调输水工程，甚至是大到几十万吨的巨轮小到几克的微电子元件背后蕴含的伟大科学家、著名学者、优秀工人等的各种潜心科研、拼搏争先的奋斗事迹和故事，均可结合焊接课程具体内容给学生开展爱党爱国、崇尚科学、开拓创新、追求卓越、大国工匠等方面的思政教育。本文以焊接强化技术的教学内容为例，研讨课程思政与专业核心课的相互融合式教学。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解焊接强化技术，通过焊接强化实例解析使学生对焊接强化技术有较充分的认识。

**教学知识点：**第七章 焊缝及其热影响区的组织和性能

### 3. 课堂教学内容及实施：

1) 为学生介绍焊缝组织性能改善的传统技术，引入新型热力耦合焊缝强化技术，引导学生开展对该技术优势的讨论。焊接界面微观组织决定其力学性能，对焊接界面组织进行调控的最终目的是为了获得良好的力学性能。热处理过程无法改善界面晶粒尺度，对组织调控有限。在此基础上，研究人员通过外加机械应力的方式来细化界面晶粒，采用热加工手段，在热力交互作用下能够改变界面组织原始形貌，实现对焊缝组织类型、形态、分布和含量的精确控制，获得理想的

组织状态。目前，通过热变形方式改善焊接界面组织的研究主要集中在调控高温钛合金电子束焊接接头焊缝组织方面。

2) 结合现场流程图片讲解焊缝强化过程，通过课堂讨论加深学生对新型热力耦合焊缝强化技术的认识。热力耦合强化焊缝过程能够有效改善焊接界面组织类型，可以破碎界面破碎粗大柱状晶和片层结构，通过降低应变速率调控界面组织尺度，从而获得理想的组织形态，提升焊接界面质量，实现焊接界面的良好连接。

3) 通过金相图片及 SEM 图片，观察强化前后焊缝的变化特点，分析粗大晶粒在热力耦合作用下的细化机理。焊接接头动态再结晶速率呈现先慢后快的增加的趋势。锻造初期组织经历旋转、扭折和弯曲等变形行为，积累能量，后期动态再结晶过程占据主导地位，晶粒细化速率增加。

4) 通过原位拉伸图片，分析强化组织对裂纹萌生及发展的阻碍作用，使学生初步了该技术对焊缝强化的本质。



图 1 焊缝强化过程

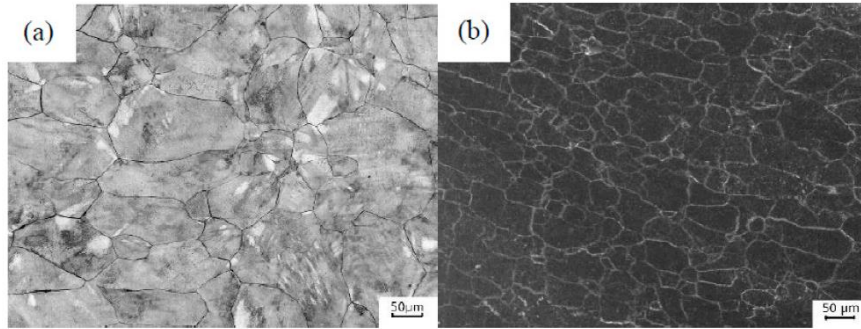


图 2 (a) 强化前与 (b) 强化后后焊缝微观组织

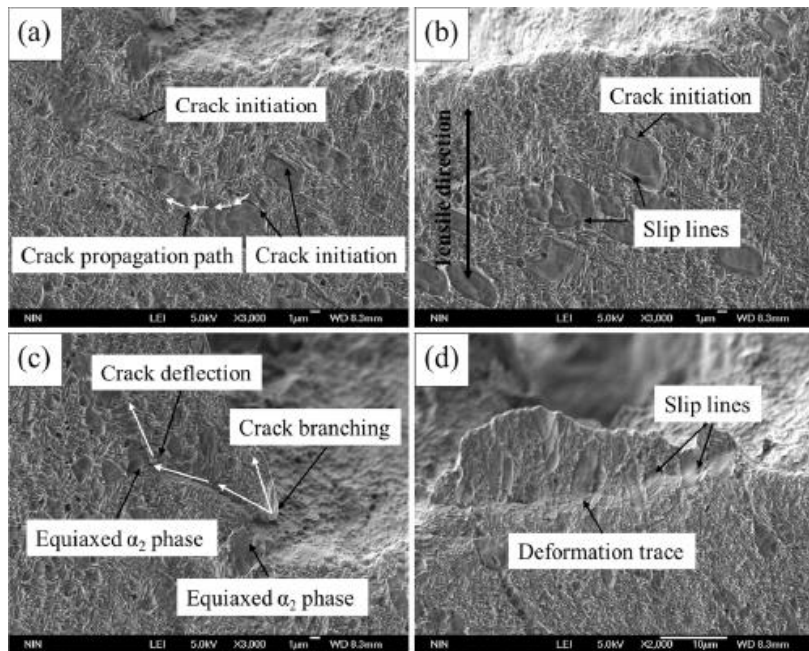


图 3 等温锻造锻造及热处理后焊缝裂纹萌生行为

#### 4.教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合板书的启发式教学方式，教师运用实例解析、分组讨论等多种方法使学生引导学生了解焊缝强化技术发展动态及技术前沿。安排学生通过课下的资料查阅掌握基本的专业资料获取方法、途径、整理归纳和讲演能力。通过观看视频，让学生对焊缝强化技术有深刻的认识。

1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;

2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学。

## 案例十一名称：焊接成形过程仿真实例浅析

### 1. 课程思政背景与意义：

有限元技术已经广泛应用于焊接技术与工程的各个领域。本案例以有限元基本理论知识与工程实践案例为驱动，涉及机械、力学、数学等多学科知识，蕴含着丰富的课程思政元素，正是面向新时期机械工程及其相关领域，培养学生理论知识、工程能力和综合素养的重要途径。同时，通过学生交流反馈，有限元课程中理论公式繁多、枯燥难懂，学生容易出现畏难、焦虑、厌学等负面情绪，并且有限元工程案例与时代发展前沿衔接度不够。因此，教师在教学过程中更应该有机融合与知识点匹配的思政元素，将抽象公式美学化、工程案例前沿化与德育化，引导学生攻坚克难、激发学习兴趣，培养工程创新能力与人文素养。

### 2. 教学目的与知识点

**教学目的：**引导学生了解有限元技术在焊接中的应用，通过焊接实例解析使学生对焊接有限元分析有较充分的认识。

**教学知识点：**第八章 成形缺陷的产生机理及防止措施  
第一节 内应力与焊接变形

### 3. 课堂教学内容及实施：

1) 为学生介绍有限元技术在焊接领域的应用。焊接是一个包括物理、传热、冶金和力学的复杂物理、化学过程，如果采用实验方法研究，经常由于影响因素多而导致结果缺乏规律性，而且时间较长、成本较高。用有限元法的热结构耦合功能分析焊接过程，能克服实验法的缺点，是研究焊接

变形与残余应力变化规律的有效方法，为合理选择焊接方式和工艺参数提供了依据。

2) 使学生初步了解通用焊接仿真软件及其特点。目前，焊接仿真软件有两类。一类是通用结构有限元软件，例如 MARC、ABAQUS、ANSYS 等;另一类则是焊接专用有限元软件，例如 SYSWELD。两者相比较，通用结构有限元软件需要控制和定义的内容很多，因此需对通用软件有很深的应用功底和较强的专业知识，才能更好地把握结果的精度和意义;而焊接专用有限元软件则针对性更强，专门设有针对焊接工艺的界面和模型，比较方便定义焊接路径和热源模型，并且结果精度会更高一些。

3) 结合焊接工艺实例，分析工艺参数和后处理结果图片，引导学生了解并掌握焊接热源、温度场、应力场等基本概念。其中焊接热源模型，可以认为是对作用于焊件上的、在一定时间和位置上的热输入分布特点的一种数学表达。实际融焊过程是给焊件加热热源模型就是在有限元计算中的输入热量用数学函数表示出来。而通过对焊接温度场、应力场的分析，可使复杂的焊接过程可视化，获得控制焊接过程的关键因素。

4) 通过 SYSWELD 焊接仿真软件对特定焊接工艺的分析结果，使学生了解有限元软件可对温度、焊接变形、相变等多方面进行模拟，可较好的辅助实际生产工艺制定。



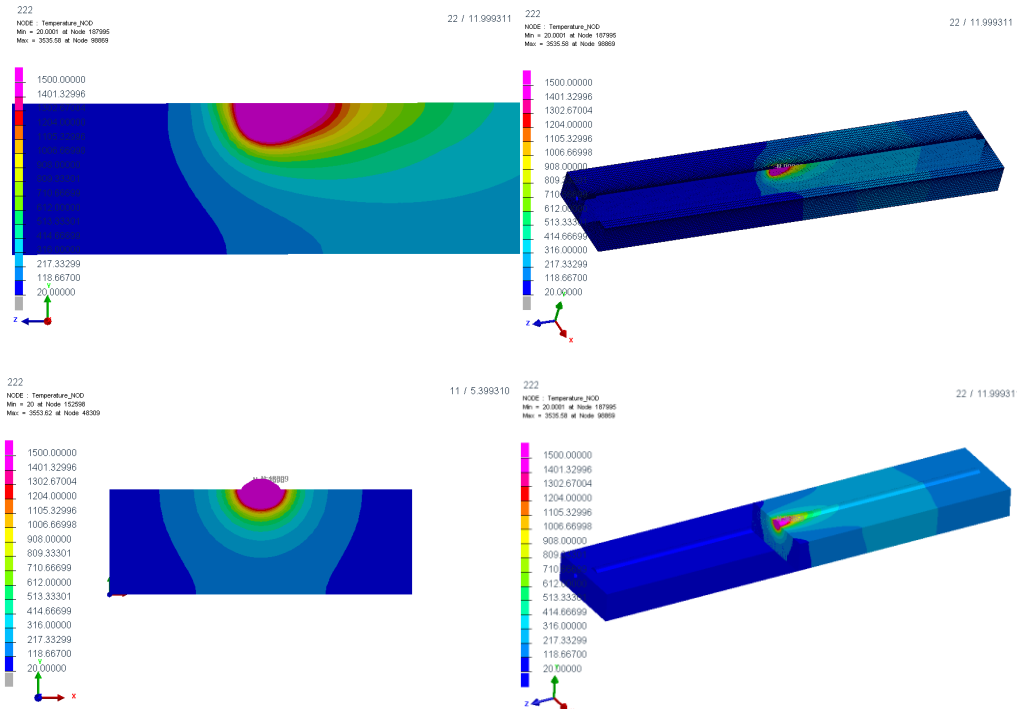


图 1 焊接热源形状

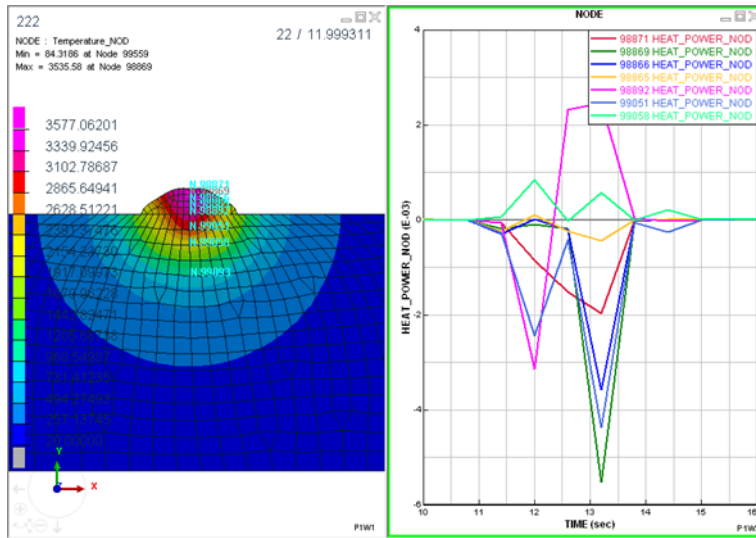


图 2 焊缝温度场分布及不同位置热输入曲线

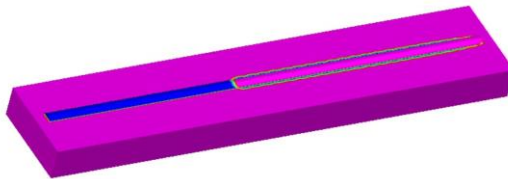


图 3 焊接相变分析

#### 4.教学方式:

本课程采用以多媒体讲授为主结合黑板的启发式教学方式, 教师介绍有限元技术在焊接生产中的应用, 运用焊接有限元软件对焊接过程进行分析, 使学生对该技术手段有初步的了解。同时向学生介绍各种学习相关网站, 鼓励学生通过多途径获得相关的知识, 通过观看视频, 让学生对焊接有限元分析技术有深刻的认识。

- 1)采用“讲述+讨论”形式、调动学生课堂积极性和互动性;
- 2)采用多媒体课件、电子备课和传统教学相结合进行教学。

## 五、教学成效

(思政育人的学生学习反馈和效果、同行和社会评价等, 500 字左右)

### 1. 学生学习反馈和效果

学生普遍认为从课程中学习到的内容, 不仅包括专业知识, 还包括法治知识、职业发展知识等, 既学习了职业技能也从中奠定了良好的职业认识和职业道德。学生从课程中感受到了课程内容的专业知识, 在专业学习的过程中还树立了专业自信, 同时增强了道路自信、理论自信、制度自信、文化自信, 更明白了要成长为什么样的人、怎样成长、为谁而成长。

### 2. 同行和社会评价

该课程在思政课程和课程思政之间找到契合点, 将思政课程融入专业课程, 使专业课与思政课程同声相应、同气相求, 形成同频共振效应, 跳出了传统思政课程视野, 在更大范围、更广领域内为学生提供多层次、多方位的课程思政滋养, 进一步提升大学生的家国情怀和国际视野, 使大学生的行为方式和精神素质不断适应全球化的世界。

## 六、教学反思

(特色与创新、不足之处与下一步改进计划等, 500 字左右)

### 1. 特色与创新

教师在制作课件的过程中, 充分考虑了思政课的前沿性和基础性的特点, 以专业课程知识为基础进行课件制作, 同

时还将党的新思想、新成果以及新理论穿插进去，将国内政治问题的研究成果和进展补充进材料中，实现前沿性和基础性的充分结合。帮助学生掌握了基础知识，避免空谈理论知识而缺乏实践。

## **2.不足之处与先一步改进计划**

**不足之处：**目前思政教学课件有时资料过多但是深度不足。丰富的课件资料可以全面的说明问题和分析问题，但是资料太多就成了累赘，堆砌过多的资料很容易淡化教学主题，让人觉得深度不足，内容繁杂，不能充分引导学生进行思考。

**改进计划：**针对教学课件内容深度不够的情况，后期在制作的过程中，将精深和宽厚相结合，为教学提供多种类型的资料，并且在提供资料的过程中，要引导学生的深度思考。资料是引发学生思考的依据，而引发学生思考是资料的目的，因此，准备的资料一定要尊重学生对于思考的需求，防止资料出现喧宾夺主的局面。