

## 《材料表面技术》课程思政教学案例

开课学院：材料科学与工程学院

制作人：曹明

课程名称	材料表面技术	授课对象所属专业	金属材料工程
课程类型	专业课	开课年级	三年级
课程性质	专业选修课	课程总学时	32

### 一、课程简介 (300 字左右)

通过本课程的学习，使学生了解表面技术的涵义、分类、应用和发展。通过学习各类表面技术的特点、技术路线、典型设备、工艺措施和应用实例，使学生能够掌握工程领域常用的几种材料表面改性技术的基本原理、方法与应用。通过学习金属材料表面技术相关的理论知识，培养学生分析复杂工程问题，并以此选用、设计合适表面改性技术的能力。在理论教学过程中融入思政元素有效提高大学生思想的正确性和多样性，指引大学生具备未来工作岗位需要的理论和实践技能，具备社会主义核心价值观，成为爱岗敬业的全面型人才。以课程为内容为突破点，进行思政型教学改革，在教学目标中引入思政教育内容。夯实学生专业素养的同时，培养学生的爱国主义意识、创新素质、求真意识以及人文意识。

### 二、案例基本信息

- 1.案例名称：先进表面处理技术助力中国航天梦——激光熔覆技术
- 2.对应章节：第十一章 高能束表面改性技术 第二节 激光熔覆与合金化技术
- 3.课程讲次：第十五讲

### 三、案例教学目标

知识目标：掌握激光表面处理技术，了解激光熔覆和合金化技术。

能力目标：激光合金化与激光熔覆工艺流程。

价值目标：结合航天航空行业激光表面工程技术的案例，充分发挥第二课堂的作用，提高课程思政育人效果。

### 四、案例主要内容

告别了工作生活 183 天的中国空间站,神舟十三号 3 名航天员终于回家了。2022 年 4 月 16 日上午,神舟十三号载人飞船搭载航天员翟志刚、王亚平、叶光富,安全返回酒泉卫星发射中心东风着陆场。至此,中国空间站关键技术验证阶段收官之战取得圆满成功。

神十三凯旋,标志着中国打破了美国的技术封锁,体现了中国太空技术,尤其是载人航天技术的蓬勃发展,体现了中国综合国力的提升。

重点:舱体表面颜色的变化。

## 五、案例教学设计

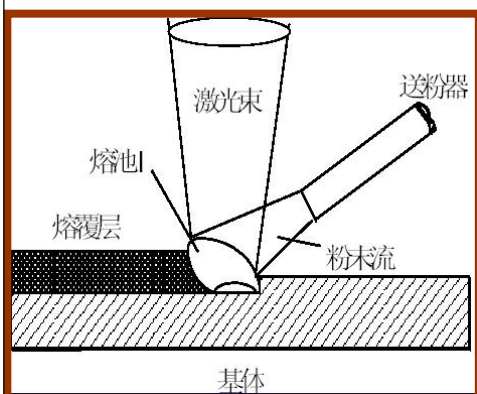
讲次	第 15 讲		学时	2 学时
授课内容	激光熔覆与合金化技术		课程性质	专业必修课
学习目标	知识目标	掌握激光表面处理技术,了解激光熔覆和合金化技术。		
	能力目标	激光合金化与激光熔覆工艺流程。		
	素质目标	结合航天航空行业激光表面工程技术的案例,充分发挥第二课堂的作用,提高课程思政育人效果。		
教学重点	激光表面技术的原理及特点。			
教学难点	激光合金化与激光熔覆方法。			
教学方法和手段	项目式学习、综合实践			
<p>1.学习通课前测试 (5 分钟):</p> <p>激光基本知识:常用激光器、准分子激光器、固体激光器</p> <p>在高能束表面工程的基本理论学习的基础上,通过激光加工技术与专业知识紧密结合,在授课过程中通过引入激光熔覆研发的经典案例进行激光表面加工工艺的讲解,从而引入到课堂,帮助学生了解激光熔覆与合金化技术的发展方向,从而激发学生的学习兴趣。</p> <p>2. 激光熔覆技术概念 (10 分钟):</p> <p>(1) 问题式引导:</p> <p>同学们有没有留意到神十三返回舱在着陆后,舱体并不像此前载人航天任务返回舱那么黑,而是呈现金光闪闪的金属光泽,这是为什么呢?</p>				

必须通过隔热瓦、隔热涂层、烧蚀涂层来限制舱内的温度，保证宇航员的安全和设备仪器的正常运转。——引出隔热涂层的概念。那么这节课就学习一种隔热涂层制备技术——激光熔覆技术。

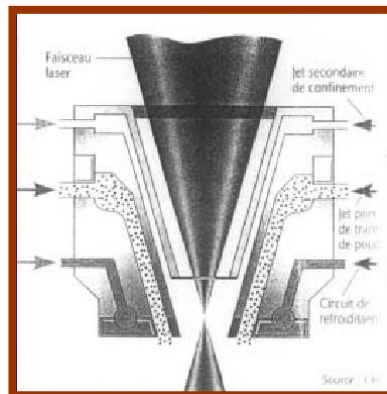
引入激光熔覆技术的概念：激光熔覆技术即采用激光束在选定工件表面熔覆一层特殊性能的材料，以改变其表面性能的工艺。

### 3. 激光熔覆技术与喷焊堆焊技术的对比学习（20分钟）

激光熔覆实质上类似于普通喷焊或者堆焊过程，因此可采用相同的技术指标评价其工艺特点，如熔覆速率、稀释率等。



侧向送粉法



同轴送粉法

图 1 激光熔覆工艺方法

激光熔覆层的主要性能：高硬度、高耐磨性、高耐蚀性、抗高温氧化性能、抗蠕变性能

激光熔覆层的性能主要取决于：熔覆材料的特性、激光熔覆工艺参数、基体材料

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 机械咬合</li> <li>• 结合力差</li> </ul>	基体过度稀释涂层 性能差	低稀释率 冶金结合,质量好
• 热喷涂，等离子喷涂	堆焊	激光熔覆

图 2 激光熔覆与类似方法的比较

**思政目标：**通过“神舟十三号航天员顺利返回”视频播放，引导

项目实践

学生关注社会发展和热点问题。感受我国的科技实力，树立文化自信和民族自豪感，激励其为国家振兴、民族强盛而努力学习。

#### 4、航空发动机表面激光熔覆热障涂层（15 分钟）

现代涡轮喷气式航空发动机、火箭发动机等航空航天领域关键热端部件（如涡轮叶片、导向器叶片、涡轮盘、燃烧室等）服役环境恶劣，发动机叶片必须经受高温、热机疲劳、化学腐蚀、冲刷和烧蚀等 20 种以上复杂载荷作用；采用激光熔覆技术制备 Y2O3 稳定的 ZrO2（简称 YSZ）热障涂层，其熔点可高达 2700℃，热导率较低，能够满足苛刻环境对叶片性能的要求。

##### **引入知识点：**

(1) 激光熔覆层的主要性能：高硬度、高耐磨性、高耐蚀性、抗高温氧化性能、抗蠕变性能

(2) 激光熔覆层的性能主要取决于：熔覆材料的特性、激光熔覆工艺参数、基体材料

(3) 激光熔覆的主要影响因素

温度积累和散热条件的变化

转弯处熔覆实际速度的变化(加速度和减速度)

熔池几何形状的变化

熔覆头高度的相对变化

#### 5、激光-其他热源复合熔覆技术（15 分钟）

(1)激光-等离子弧复合熔覆 激光熔覆的加工精度+等离子弧堆焊加工的高效率。

(2)激光-超声速喷涂复合加工技术 超声速喷涂的高效率+激光熔覆的冶金结合力。

(3)激光-感应复合熔覆技术 利用感应加热进行基材的预热和后热，降低激光熔池的温度梯度和冷却速度，显著降低残余应力。

#### 6、激光表面合金化技术（10 分钟）

是利用激光束将基体表面熔化，同时加入合金元素、陶瓷等粉末，在以基体为溶剂、合金元素与陶瓷为溶质的基础上，制成所需合金层的一种~10s 内形成厚 0.01~2mm 的表面合金层的技术。

采用激光合金化可使廉价的普通材料表面获得优异的耐磨、耐腐蚀、耐热等性能，以取代昂贵的整体合金



图 3 激光合金化应用案例

7、课程小结：(5 分钟)

激光熔覆技术即采用激光束在选定工件表面熔覆一层特殊性能的材料，以改变其表面性能的工艺。具有：

- 1) 熔覆层稀释率低，且可精确控制，覆层的成分与性能主要取决于熔敷材料的成分。
- 2) 激光束的能量密度高，作用时间短，基材热影响区及热变形均可降至最小程度。
- 3) 激光熔覆层组织致密，微观缺陷少，结合强度高，性能更优。
- 4) 激光熔覆层的尺寸大小和位置可以精确控制。
- 5) 对环境无污染、无辐射、低噪音，劳动条件得到较大改善。

8、课堂作业：(5 分钟)

飞船或者洲际导弹的头部锥体和翼前沿由于具有几十倍的音速，并与大气层摩擦，其表面温度高达 4000-5000℃，绝大部分金属和合金都不能承受如此高的温度，请同学们结合所学专业为其表面设计合适的表面涂层结构及涂层材料，并提出涂层制备方法及涂层性能测试表征方法和手段。

9.教师总结、讲述，对比分析 (5 分钟)：教师在总结阶段，引导学生反思、讨论结果，总结经验教训，提高自身的技能和素质。(思政目标：辩证思维能力。)

作业与拓展提升

对比分析热喷涂、热喷焊、堆焊在基本工作原理、结合强度、稀释率、主要应用等方面的不同

## 六、教学反思

采用翻转课堂作业

通过课后翻转课堂作业，培养学生对专业文献查阅、整理、总结的能力以及利用所学专业知识和解决复杂工程问题的综合能力，培养学生的创新精神和创新意识，提升学生的沟通交流能力。