



上海工程技术大学
Shanghai University of Engineering Science

www.sues.edu.cn

材料科学与工程学院可推广科研成果汇总



目 录

- 1.复杂、精细金属件的高能束控形控性技术及应用
- 2.钠离子电池关键技术与应用
- 3.用于前列腺癌早期检测的电化学生物传感器
- 4.异种金属构件的高能束加工技术
- 5.高温合金精密构件激光3D打印
- 6.高性能抗冲击模具新材料设计及研发
- 7.异质金属材料高可靠激光焊技术
- 8.五轴双驱龙门式激光智能焊接系统

1.复杂、精细金属件的高能束控形控性技术及应用



成果名称：复杂、精细金属件的高能束控形控性技术及应用

团队负责人：何博

联系人：何博 1801765677 hebo@sues.edu.cn

团队介绍：

上海工程技术大学高温合金精密成型研究中心是2016年组建的校级科研机构，中心围绕材料的精密成型相关基础科学问题、先进制造技术，以国家重大发展战略为导向，解决实际问题为目标，对材料、设备、工艺等进行研究，提供材料精密成型综合解决方案。迄今中心具有博士学位的教师8人，其中国内专家1人，海外专家1人，另有10余名专职科研人员、工程师及在读研究生。

中心目前主要研究方向有：

- (1) 增材制造：基于粉末床熔化原理的金属增材制造以及基于直写成型的无机非金属材料（先进陶瓷）增材制造；
- (2) 金属材料的液态成型。

1.复杂、精细金属件的高能束控形控性技术及应用



成果简介（可包含获奖、专利等）：

针对极为复杂精细结构的金属零件，成果提出了一种高能束控形控性技术。

针对高能束控形方面，采用激光增减材复合制造技术，将激光增材与激光减材有机结合，逐层复合加工，该技术在制备精细、复杂、高表面质量的金属零件时具有较大，甚至不可替代的优势，能够相对高效地一体化制造如航空航天关键部件这样高度复杂、精细和对表面质量有较高要求的金属零件。本成果所提出的技术均为原创技术，国内外尚未见相似设备与技术的公开报道，项目组依托上海工程技术大学基于该技术已申报多项专利，目前已有2项国内发明专利，2项澳大利亚专利和1项美国发明专利获得授权。基于该技术，项目组获批2019年度上海市军民融合发展专项（航空射流管电液伺服阀关键部件激光增减材复合制造技术研发，项目编号：2019-jmrh1-kj8）并顺利结题。

针对高能束控性方面，提出了一种基于激光喷丸与增材制造复合技术制备梯度结构金属件的方法。与传统的制备方法相比，增材制造金属构件不可避免的产生气孔、未熔合等冶金缺陷，从而使得增材制造金属构件获得较低的力学性能，尤其是疲劳性能低于传统的锻件。针对增材制造金属构件疲劳性能差的问题，成果提出一种基于高能短脉冲激光喷丸与增材制造复合技术制备梯度结构金属件的方法。目前已经授权了1项国内发明专利。该技术的提出不仅能获得粗细晶交替分布的梯度结构金属件，而且可以引入表层梯度分布的残余压应力，从而提高了增材制造构件的疲劳性能，极大的扩展了增材制造构件在航空航天领域的应用。

应用领域：航空航天、医疗、汽车

1.复杂、精细金属件的高能束控形控性技术及应用



技术创新点:

1. 有能力形成细长且弯曲的内腔，具有其他加工技术不具有的加工能力。
2. 可提高成形精度和表面质量，解决了封闭空腔、深槽深孔、多道毛细管路等精细复杂内腔的制备难点。
3. 不但获得了梯度分布的金属构件，同时可以改善增材构件的疲劳性能，扩展了增材制造金属构件的应用领域。

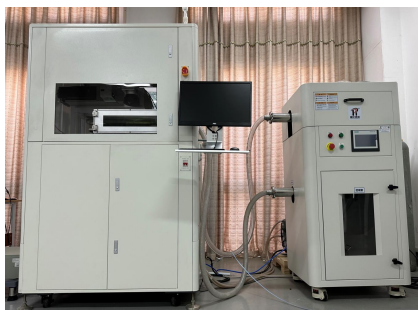
代表性项目清单:

2019年度上海市军民融合发展专项 航空射流管电液伺服阀关键部件激光增减材复合制造技术研发（项目编号：2019-jmrh1-kj8）已结题

已有实验室条件:

团队实验室面积100m²，包含激光增减材设备、电子束增材制造设备（EBM）等材料制备设备，以及金相显微镜、电子万能试验机等材料表征设备。

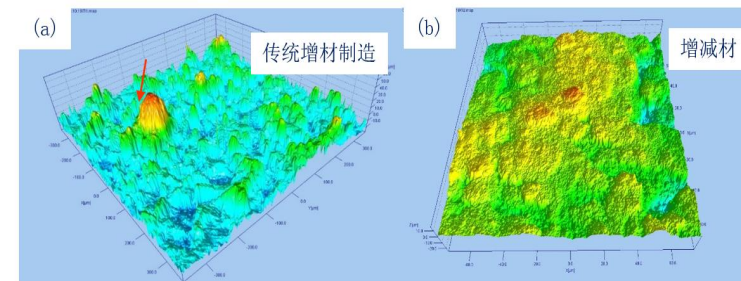
技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



激光增减材复合制造设备



采用原型机试制的伺服阀样机



增减材复合制造技术对表面粗糙度效果比较

2.钠离子电池关键技术与应用



成果名称：钠离子电池关键技术与应用

团队负责人：刘宇

联系人：李文尧，15216784030，liwenyao@sues.edu.cn

团队介绍：

团队研究包括锂（离子）电池、燃料电池等相关能源材料与器件技术。负责人2008年获得中国科学院海外高层次人才引进中科院上海硅酸盐研究所，2011年-2015年，承担大容量钠硫电池产业化工作，兼任任上海电气钠硫储能技术有限公司技术总监，建设国内首条MW级钠硫电池中试线、1MWh钠硫储能电站。2016年至今，主导研制固态或准固态（水系）电解质体系的高安全储能电池技术；2项科技成果成功实现转化（单项转化超过3000万元）。

成果简介（可包含获奖、专利等）：

1. 一种水系钠离子电池用尖晶石型锰基氧化物材料的制备方法，发明专利ZL201410153914.1，刘宇、贺健；
2. 一种可用于超级电容器电极的活性炭材料及其制备方法，发明专利ZL201410153937.2，刘宇、吕仙月、贺健；
3. 一种绿色低成本水系钠离子电池，实用新型专利ZL201420188341.2，刘宇、贺健、彭鹏；



2.钠离子电池关键技术与应用



应用领域:

二次电池、储能电站，新能源汽车等

技术创新点:

钠离子电池关键技术

代表性项目清单:

- 1.中国科学院2019年度“中央级科学事业单位修缮购置专项”子课题，新能源材料研究平台，420万，执行中，主持
- 2.中国科学院“十三五”科教基础设施项目，新能源技术与材料综合研发平台—新能源材料与器件研制平台，子课题，2019-2021，1113万，执行中，主持
- 3.浙江浙能中科储能科技有限公司，氧化锰材料的绿色合成与电极拉浆工艺研发，2020.7-2020.12，188万元，执行中，主持
- 4.上海市国资委技术创新和能级提升项目，2013003，大容量钠硫储能电池产业化制备平台建设及示范应用，2012-2015，20385万，已结题，参研（技术总监）

已有实验室条件:

已产业化

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

2. 钠离子电池关键技术与应用

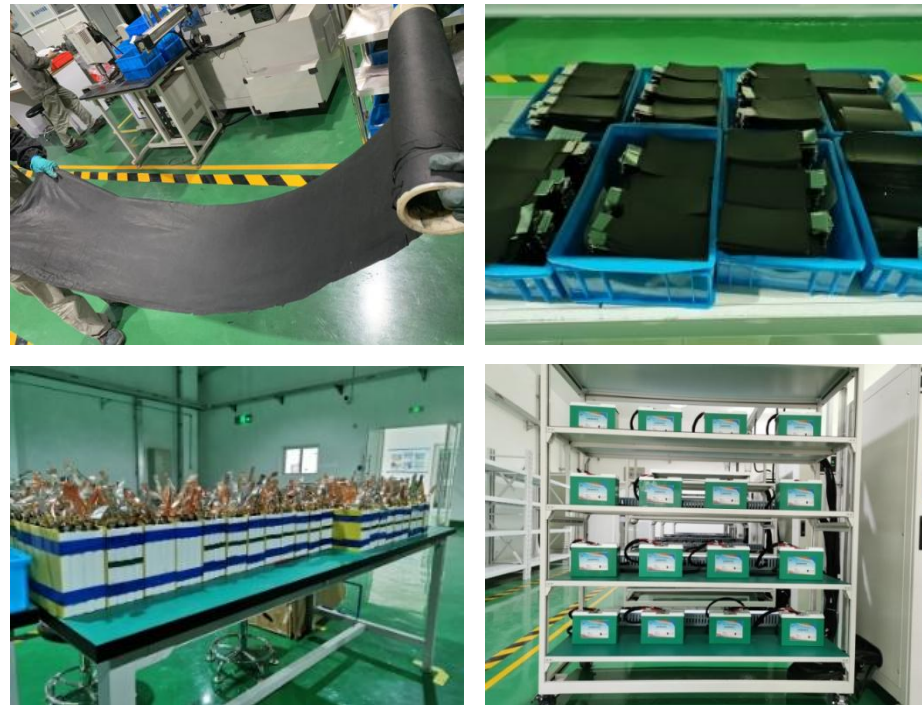


成果相关图片:

电池量产平台



极片-电芯-单体电池



研究团队初步完成年产1MWh的水系锌基储能电池产线建设，水系锌离子电池产品化、储能电池集成和工程示范等方面开展了研究工作，承担了多项相关科技项目。



3.用于前列腺癌早期检测的电化学生物传感器

成果名称：用于前列腺癌早期检测的电化学生物传感器

团队负责人：鲁娜

联系人：鲁娜，13761784629，nlu2014@163.com

团队介绍：

研究方向为微纳传感、疾病早期诊断。主要从事新型微纳技术的生物传感分析研究，在功能化生物探针的设计应用、纳米器件的疾病早期诊断、DNA纳米技术等方面开展了一系列系统全面的工作。

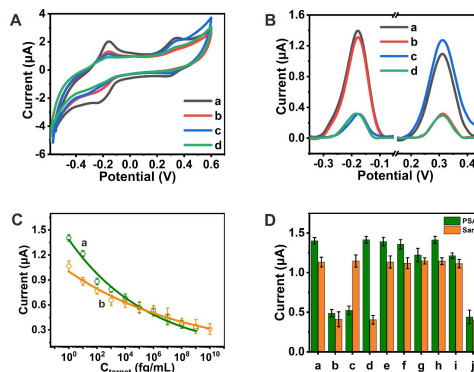
成果简介（可包含获奖、专利等）：相关专利3项

技术创新点：实现了前列腺癌肿瘤标志物的联合检测

代表性项目清单：国家自然科学基金面上项目

已有实验室条件：基本的实验操作平台等

技术成熟度：■实验室 □小试 □中试 □小批量生产 □工业化生产



电化学适配体传感器同时检测两种前列腺癌标志物

4.异种金属构件的高能束加工技术



成果名称：异种金属构件的高能束加工技术

团队负责人：罗键

联系人：赵健，13917831443, zhaojianhit@163.com

团队介绍：

团队拥有国家级人才1人、高级职称3人，共4人。面向航空航天、重型机械、核能核电等行业异种金属构件的高能束焊接（激光焊或电子束焊）和表面改性需求，提供高能束焊接或表面改性工艺相关的解决方案，包括材料、工装、工艺和数值模拟等。

成果简介（可包含获奖、专利等）：授权发明专利10项。

应用领域：

航空航天、重型机械、核能核电等行业异种金属构件的高能束焊接及改性技术。

技术创新点：

通过对材料焊接性分析、提出合适的焊接或表面改性方法与工艺，为产品提供全套解决方案。

代表性项目清单：

- 1、国家自然科学基金项目；
- 2、全球500强企业横向课题。

已有实验室条件：

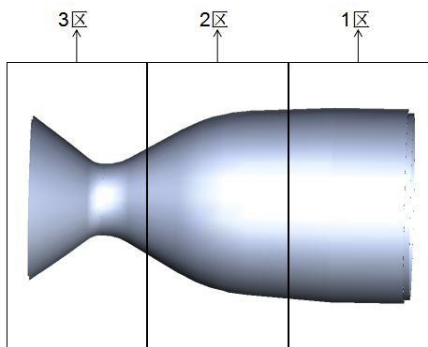
具备激光焊接、激光-MIG复合焊、激光增材制造、激光熔覆、激光切割等10余台激光加工装备。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

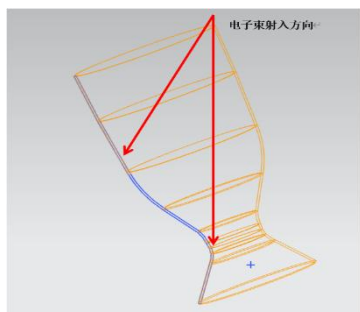
4. 异种金属构件的高能束加工技术



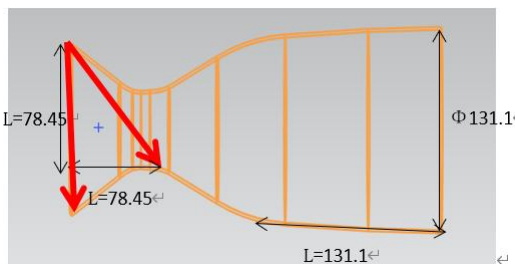
针对导弹发动机热端部件涂层使役性能（包括抗高温氧化、结合强度、抗热震性等）差等难题，利用等离子喷涂复合电子束熔覆的工艺方法在导弹发动机热端部件钛合金表面实现致密度高、低应力状态的多功能梯度复相涂层体系的制备，该技术突破对提升我国国防装备整体竞争力具有重要的战略意义。（航空航天领域项目）



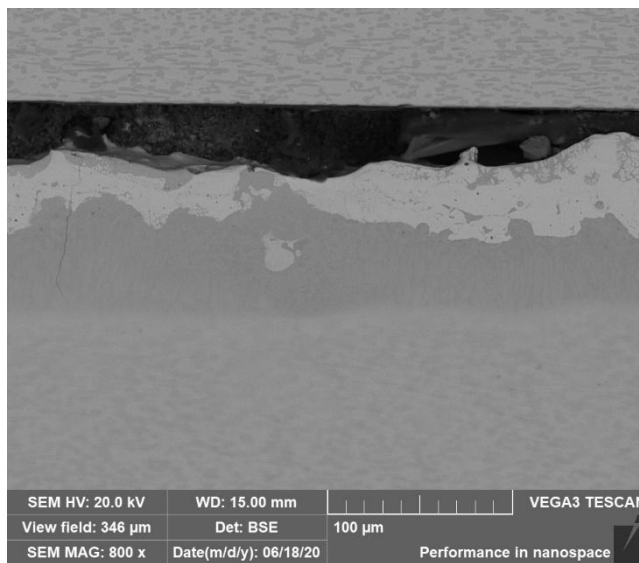
熔覆次序设计



电子束可达性



电子束可达性

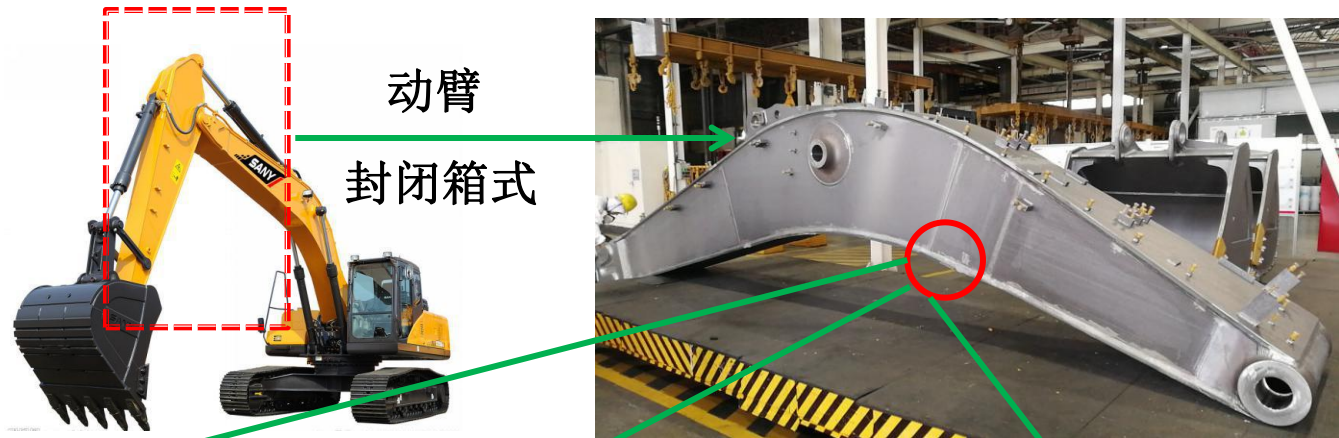


电子束与板材夹角为 90° 下的部分涂层组织截面形态



钛合金电子束熔覆样件

4. 异种金属构件的高能束加工技术



焊缝正面



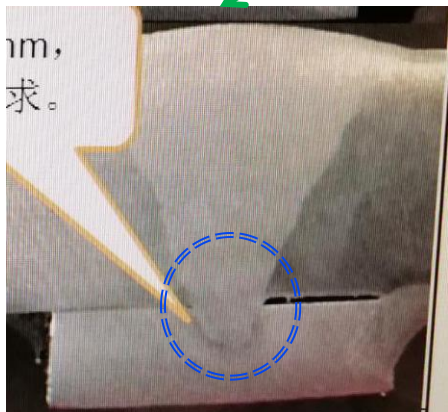
焊缝背面



项目研究成果可用于 SY365 和 SY485 等大型挖掘机产品中



未熔合缺陷



母材/垫板间隙控制不当



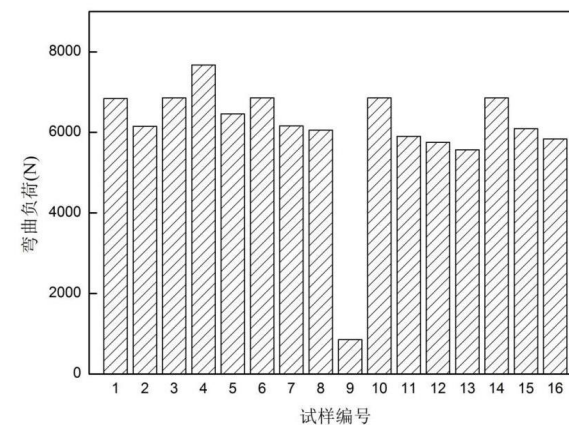
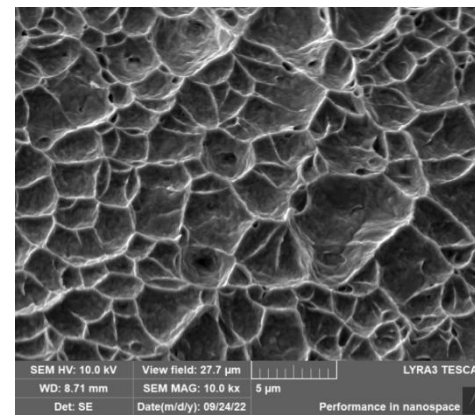
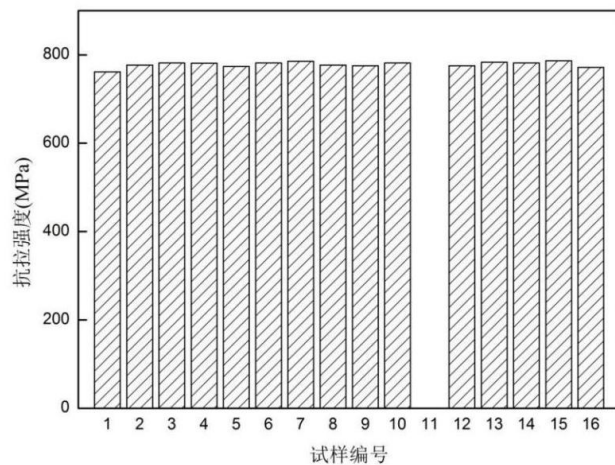
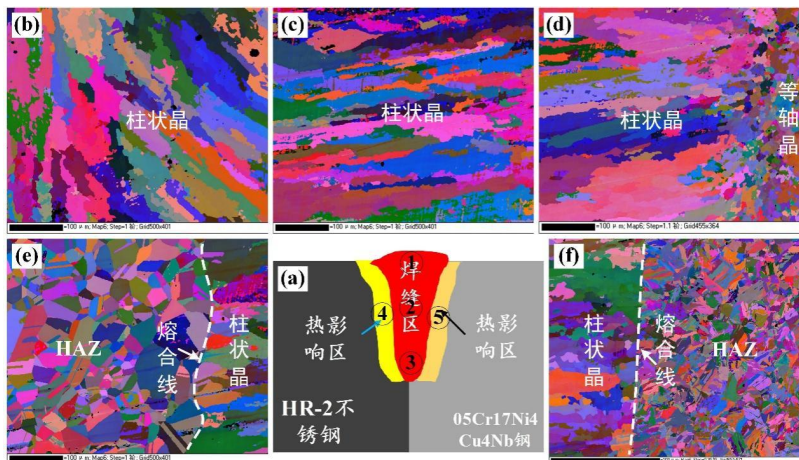
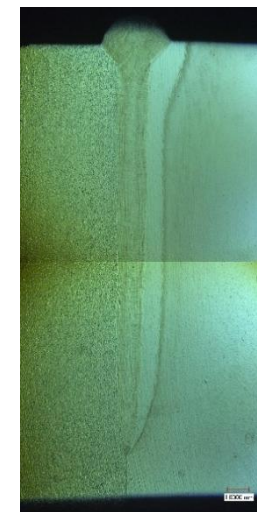
未熔合及应力集中

重型机械领域激光-MIG复合焊单面焊双面成形技术

4. 异种金属构件的高能束加工技术



采用激光焊接05Cr17Ni4Cu4Nb和HR-2不锈钢板，对焊接工艺、组织和性能进行了研究，该研究可应用在核电领域。（核电领域项目）



5.高温合金精密构件激光3D打印



成果名称：高温合金精密构件激光3D打印

团队负责人：闫华

联系人：闫华，18017002035，yanhua@sues.edu.cn

团队介绍：精密结构增材一体化制造团队

本团队主要研究方向为金属精密结构激光3D打印及其复合制造、功能化表面一体化制造技术及其评价等。团队现有科研人员8人，其中教授2人，副教授4人，团队成员均为国内外知名高校博士毕业。主持、参与完成国家自然科学基金项目、上海市科委重大项目、上海市科委重点项目、上海市自然科学基金、上海市教委科研创新项目、国家质检总局科技计划、企事业单位委托横向课题等科研项目。

成果简介（可包含获奖、专利等）：

闫华, 张培磊, 张杰, 于治水, 杨尚磊, 卢庆华. 铜及铜合金表面激光熔覆钴基自润滑涂层及制备工艺, 发明专利授权, 2016-05-25, 中国, ZL201310143365.5.

应用领域：

- (1) 航空航天等领域精密构件跨尺度增材制造；
- (2) 船舶及现代交通等领域部件结构一体化抗磨减阻。



技术创新点:

- (1) 激光快速凝固条件下沉积体显微组织和几何特征微/宏尺度调控技术。
- (2) 基于熔池监控的激光3D打印高温合金构件的冶金缺陷与开裂调控技术。

代表性项目清单:

- 国家自然科学基金项目（项目编号51405288）——核-壳/超声协同调控激光熔覆自润滑涂层界面及其对摩擦学行为影响机制
- 上海市科委“创新行动计划”地方院校能力建设项目（项目编号19030501300）——高负载旋转高温合金精密构件控形控性增材制造及应用
- 上海市科委“创新行动计划”基础研究项目（项目编号17JC1400600）——面向复杂精细结构的金属增材制造

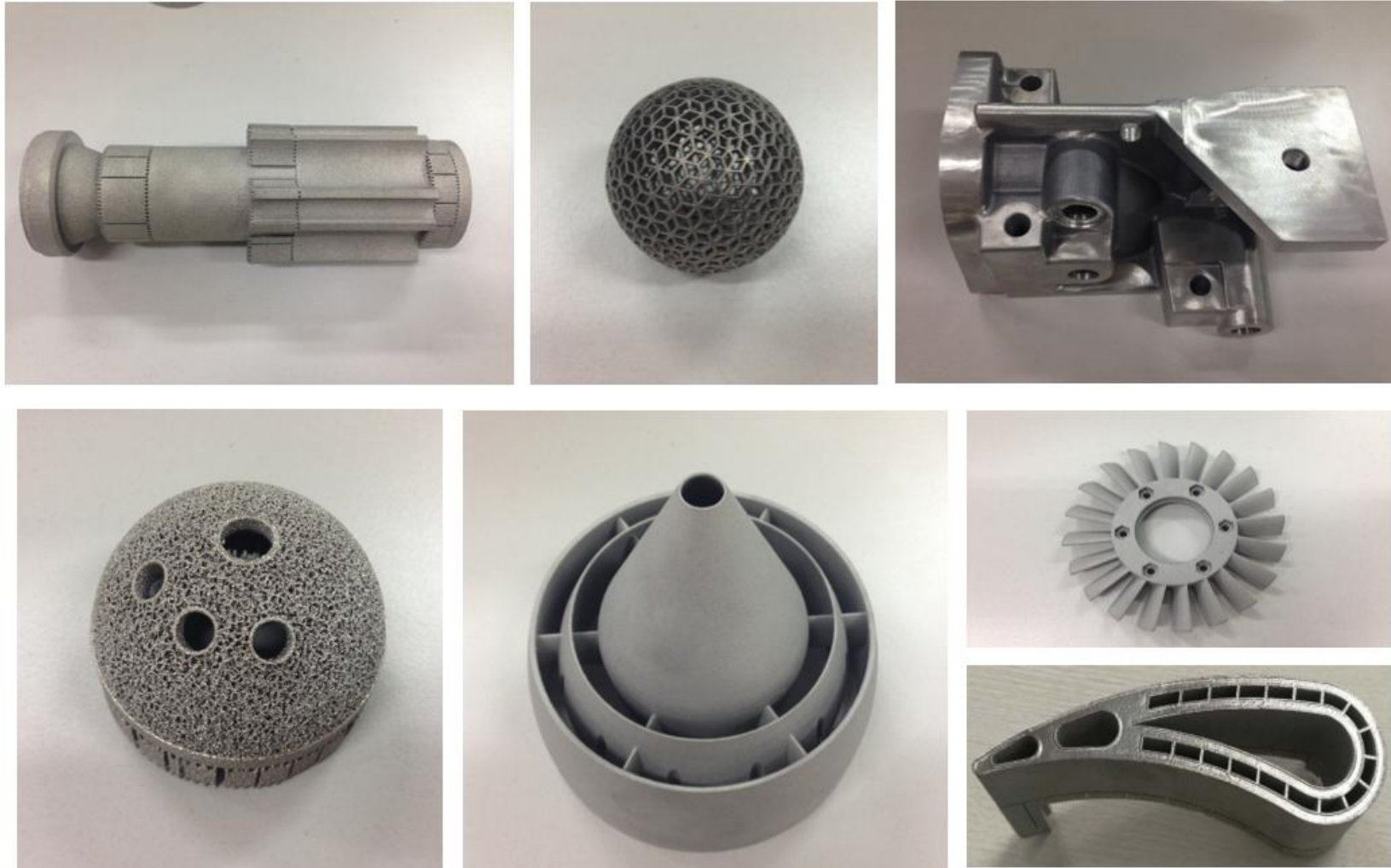
已有实验室条件:

已建立“智能高能束制造实验室”、“直接金属增材技术应用中心（美国GE国内首个增材联合实验室）”及“结构可靠性及完整性评价实验室”，并获得了CNAS和CMA实验室认证。

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



成果相关图片:



6.高性能抗冲击模具新材料设计及研发



成果名称：高性能抗冲击模具新材料设计及研发

团队负责人： 杨冬野 联

系人：李方杰，13391077872，fangjieli119@126.com

团队介绍：

材料学院“先进材料研发及产业化”团队面向高端模具和精密设备传动部件等方面开展新材料开发工作，包括：

- (1) 高性能模具材料开发及表面处理；
- (2) 先进高熵合金材料和钛基复合材料开发及应用等。

成果简介（可包含获奖、专利等）：

团队累计发表SCI论文上50余篇，授权专利4项，主持省部级以上项目5项；累计横向项目到款1千万元以上；科技成果转化2项。

应用领域：

汽车模具、半导体设备、医疗领域等。



技术创新点:

金属材料的强度和塑性一直是矛与盾的关系，本技术通过高熵合金材料设计，利用高熵合金同时具有高强度和高塑性特点，获得了强塑性好、抗冲击性能好的模具新材料。

代表性项目清单:

- 1、基于滑移/孪生变形机制的FCC相高熵合金形变强韧化研究，结题，省部级；
- 2、增强体对钛基复合材料离心铸造行为的影响机制，结题，国家级；
- 3、精密冲压模具优化设计与高性能抗冲击模具新材料开发。

已有实验室条件:

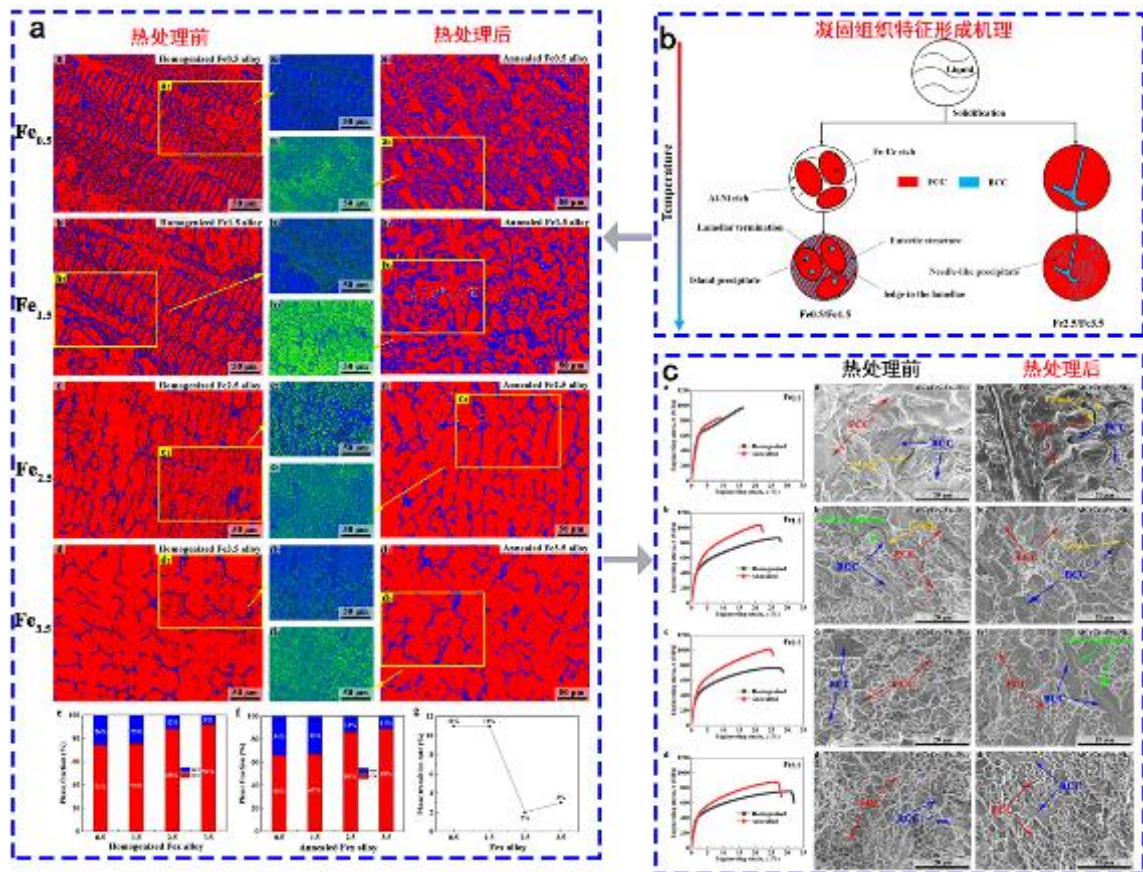
实验室具有完善的材料设计、合金制备、性能表征条件和设备。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产

6.高性能抗冲击模具新材料设计及研发



成果相关图片:



材料设计、制备及性能



自主知识产权

7. 异质金属材料高可靠激光焊技术



成果名称：异质金属材料高可靠激光焊技术

团队负责人：杨瑾

联系人：杨瑾，13262553557，jyang@sues.edu.cn

团队介绍：

“轻质材料先进连接技术”创新团队共6人，包括3名副教授，3名讲师。团队致力于“轻质材料先进连接技术”的研究，以“轻质材料先进连接技术”技术攻关与产业化应用为突破口，在人才培养、科学研究和社会服务等方面发挥积极作用，获批国家自然科学基金4项，军科委和总装项目6项，发表SCI高水平论文80余篇，授权国家发明专利20余项，研究成果获上海市科技进步奖一等奖及上海市自然科学二等奖等省部级奖励7项。团队还先后荣获上海工程技术大学青年五四集体奖章、上海工程技术大学优秀共产党员、上海工程技术大学优秀班导师等荣誉称号。

成果简介（可包含获奖、专利等）：

项目组围绕铝/钢、铝/镁、镁/钛和异质钢等异质金属材料激光焊的难题，从焊接制造工程中提炼出科学问题，发表学术论文102篇，授权专利2件，成果获上海市自然科学二等奖。

应用领域：

汽车、航天和换热器等领域结构件



技术创新点:

- (1) 系统地发展了界面合金化与工艺过程的联合调控理论;
- (2) 科学地创建了界面多组元扩散的热力学计算模型及界面化合物生长动力模型;
- (3) 创新地提出了基于扩散阻隔效应的激光焊缺陷调控策略, 突破了铝/镁激光焊接缺陷抑制的技术瓶颈。

代表性项目清单: 国家自然科学基金面上项目、青年科学基金

已有实验室条件: 激光焊接设备以及相关分析测试设备

技术成熟度: 实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



汽车侧围总成

8.五轴双驱龙门式激光智能焊接系统



成果名称：五轴双驱龙门式激光智能焊接系统

团队负责人：张培磊

联系人：张培磊 13917095821 oxidpl@126.com

团队介绍：

主要面向自动化焊接需求，提供新型材料的自动化激光焊接工艺及装备的解决方案，包括焊接材料、工艺、装备及过程实时监控软硬件整套系统。

成果简介（可包含获奖、专利等）：

- 1、上海市科技进步一等奖；
- 2、发明专利授权15项；

应用领域：新能源动力电池及储能模组的焊接、汽车及船舶等行业结构材料的焊接技术。

技术创新点：

通过视觉，测距，柔性工装等提高焊接生产过程中的良率，同时可对接倍速链、焊接产线，实现单站/整线的柔性对接。

代表性项目清单：上海市科委高新技术重点项目

已有实验室条件：

已经完成了设备的集成与技术开发，包括硬件设计及软件开发，通过对不同材料的焊接测试，制定了完整的焊接工艺包，与设备契合度高。

技术成熟度：实验室 小试 中试 小批量生产 工业化生产



成果相关图片：

装备参数及配置：

- (1) 运动控制部分：**XY轴：800*800mm；Z轴：300mm；**标准配置电机，旋转**AB轴**标配涡轮减速机，带自锁功能，所有运动轴均配置安全限位光栅；
- (2) 激光部分：可选配**3000瓦-6000瓦**光纤激光器用于新能源模组焊接，同时可选配振镜或者摆动焊接头；
- (3) 视觉及高度复测：通过视觉软件和红外测高系统进行工装夹具装配后的精准二次定位，提高焊接一次性良率；
- (4) 浮动压头：通过柔性浮动压头，实现对焊接产品的间隙控制，提高焊接良率。



样机