

增材与设计融合 行业与学科共进

——走进金属高性能增材制造与创新设计工信部 重点实验室

Integrating Additive Manufacturing and Innovative Design to Promote Manufacturing
Industry and Disciplines

[编者按] 金属高性能增材制造与创新设计工信部重点实验室定位于金属增材制造与创新设计领域的应用基础研究,以建立涵盖增材制造金属材料、工艺、装备技术、创新设计到重大工程型号应用的全链条增材制造的技术创新体系为核心目标,始终注重学科前沿性与学科交叉的结合,前沿性研究与科学技术攻关、解决现实问题的结合,学校与工业界的深度结合,积极参与培育创新创意设计、个性化定制、专业化服务、绿色制造和社会化“泛在制造”等新兴制造模式。实验室重视人才培养,向社会输出大量增材制造相关专业技术方向的复合型人才。

人才梯队

实验室成立于2015年,依托西北工业大学材料科学与工程、航空宇航科学与技术、机械工程3个“双一流”建设学科,目前在编固定人员57人,其中研究人员51人,技术人员4人,管理人员2人。研究人员中有教授17人,其中包括国家杰出青年科学基金获得者3人,长江学者3人,全国百篇优秀博士论文获得者2人。具有博士学位者53人,占研究人员总数的93%。

研究项目及成果应用

实验室以航空、航天、航海、动力、能源、医疗等国家国防重大安全和国计民生领域高端装备的跨越式发展需求为主要服务对象,以金属增材制造技术、基于增材制造的拓扑优

化设计和面向增材制造的创新应用为主要研究方向,注重在金属高性能增材制造的科学基础、重大原创性技术、集成创新技术和工业应用服务几个相关联的方面均衡发展,以及金属高性能增材制造、拓扑优化设计、产品设计(航空、航天、航海、动力)、精整加工的多学科协同。重点实验室自认定5年来,紧紧围绕增材制造和创新设计这两个核心点,在增材制造和创新设计理论、技术及装备等诸多方面取得了突出的成就。

(1)通过揭示激光增材制造技术特有的点一线一面一体宏微观组织贯序形成机理,发明了基于以钛合金为代表的金属宏微观组织性能的主动调控技术,将成形件的综合力学性能提升到与锻件相当,解决了钛合金高强韧激光增材制造中的强塑失配及各向异性问题,服务大飞机等高

端装备制造。获得两项科技部重点研发计划的支持。

(2)针对国家重点型号中关键重要结构件应用增材制造时面临的结构复杂程度受限、产品质量可预测性差等共性问题,通过揭示增材制造过程中激光—粉末流—熔池耦合条件下的形性稳定性控制机理,创造性地提出了沉积层稳定生长工艺控制技术,使打印结构的“宏微观组织生长”和“外形尺寸精度”稳定可控,显著提升了单件打印的精确性以及多件打印的一致性。为金属增材制造从“单件验证”迈入“批量打印”时代奠定重要技术基础。

(3)发展了工艺过程精确控制方法及技术指标先进的增材制造装备,突破了高效高精度送粉、高效洁净气体循环控制、高精度热应力变形仿真与控制等激光增材制造装备关

键技术,研发了具有自主知识产权的大型超低氧含量高精度激光增材制造装备,实现了规模化工程应用。为金属增材制造从“单件验证”迈入“批量打印”时代奠定重要装备基础。

(4)提出了多种基于增材制造工艺特性的功能结构一体设计方法,从增材制造工艺下材料力学行为研究出发,建立了增材制造成形后材料唯象弹性本构模型和极限强度准则,发展了考虑悬空角、连通性等典型工艺约束的结构拓扑优化方法,形成了大规模整体结构组件布局、点阵微结构、宏观结构构型3类变量的优化设计能力,开发了增材制造设计软件框架,并应用于航空航天多个型号的高端装备。

上述工作不仅验证了实验室在增材制造理论、技术和装备研究成果上的有效性,也展示了实验室研究成果对我国航空航天高端装备自主研发能力的显著促进作用和广阔的应用前景。

实验室已实现了一批重点型号的关键结构件的研制,解决了这些型号任务中迫在眉睫的瓶颈难题,成功地应用于我国大型客机、新一代先进战机和大型运输机、高推重比航空发动机和高速飞行器等20余个重点和预研型号,为航空航天领域内大

型科研院所和军工企业型号研制提供了重要技术保障。应用单位包括航空工业、航天科工、航天科技、中国航发、中国商飞等。实验室成果转化平台西安铂力特增材技术股份有限公司已经成为具有世界影响力的3D打印公司。

相关研究成果已形成发明专利50余项,发表论文200余篇,出版专著4部,获得国家自然科学二等奖和陕西省科学技术一等奖各1项。

人才培养

实验室以培养学生的创造性思维、想象力和增材制造相关基础能力为目标,提供各种增材制造技术的实践条件,让学生在这里设计、实现自己设计或者应用方提出的产品。以此带动具有现代工业和创意设计的人才培养的课程体系、课程内容的建设,并激发学生的创造热情,提升学生创新设计和增材制造技术的基础能力。

合作与交流

实验室加强与国内增材制造单位的合作,联合西安交通大学、华中科技大学、清华大学、南京航空航天大学、西北有色金属研究院、西安铂力特增材技术股份有限公司等增材



自主研发建造的LSF-V型激光立体成形与修复再制造装备



增材制造C919飞机大型TC4合金中央翼缘条

制造优势高校、院所企业以及航空航天等增材制造应用企业、院所,自2016年以来联合承担了“高性能金属结构件激光增材制造控形控性研究”、“面向增材制造的产品创新设计技术”等多项国家重点研发计划项目、国家自然科学基金等,系统开展了增材制造与创新设计相关的基础科学、技术研发和应用示范研究工作。

除此之外,实验室还与国际增材制造优势研究机构和应用企业建立了广泛的合作关系,具有较强的国际影响力,并与欧洲空客公司签订合作协议,组建NPU-Airbus增材制造联合实验室,就航空类金属构件激光增材制造技术开展全面深入的合作研究。

(采访 雷松)



铂力特公司研发的系列商用激光增材制造工艺装备