

聚焦战略需求， 开展航空构件成形与连接 关键技术研究

——走进江西省航空构件成形与连接重点实验室

Focus on Strategic Requirements, Developing Key Technologies of Aeronautical
Component Forming and Connection

[编者按] 江西省航空构件成形与连接重点实验室依托南昌航空大学航空制造工程学院,围绕航空发动机、大飞机、高空高速无人机、高级教练机等飞行器开展关键构件成形与连接的基础理论、关键技术研究和成套装备的开发、应用。实验室充分利用学校在航空制造领域的技术优势,围绕航空产业急需的关键航空制造技术开展研究,以突破关键技术严重依赖国外的瓶颈、建设一流技术创新平台、提升产业核心竞争力为目标,在航空制造先进焊接技术、航空构件精密成形技术、高效高精加工技术和航空构件增材制造技术等领域建立创新平台,开展基础理论与应用技术研究,研发高精尖装备,并以项目为牵引,创新高校人才培养模式、为航空工业提供人才支撑。

研究成果及师资力量

江西省航空构件成形与连接重点实验室近5年主持国家自然科学基金30余项、江西省自然科学基金近40项、企业合作课题100余项,科研经费1000万/年。近5年来获省部级科研奖励10余项,其中飞行器轻合金构件低变形连接的关键技术、成套装备及应用获得江西省科学技术进步奖一等奖,超薄超细航空构件高质量精密焊接关键技术及应用获得中国航空学会科学技术奖一等奖,复杂航空构件真空差压铸造技术获得中国科技产业化促进会科学技术奖科技创新奖一等奖。发表学术论文300余篇,申请专利50余项。

实验室建设了一支稳定的高水

平研究队伍,拥有国家级教学团队1个、省级科研创新团队2个;有固定研究人员30余人,其中20人具有正高职称、25人具有博士学位,国务院政府特殊津贴获得者2人,井冈学者1人,青年井冈学者3人,省百千万人才工程人选4人,省杰出青年基金获得者3人。实验室拥有各类仪器设备共100余套,设备原值超过3000万,具有较为完备的航空构件成形与连接加工、材料组织结构分析与表征、构件性能测试与分析的相关设备与仪器。

研究方向

(1) 先进连接技术。

开展搅拌摩擦焊、线性摩擦焊、扩散焊等与航空制造、舰船制造密切

相关的特种焊接技术基础理论及应用研究,包括摩擦焊焊缝塑性金属流动规律及焊缝成形理论、飞行器合金构件低变形高质量焊接、异种材料与新材料钎焊及扩散焊连接机理、钎料及中间层材料制备等,力争在航空结构件搅拌摩擦焊、扩散焊及真空钎焊过程热力学、动力学、物理冶金、组织性能演变和连接机理上处于国内领先水平,为航空制造技术水平的提升、汽车轻量化的实现以及舰船铝合金与钢铁基础的连接提供技术支撑。

利用现代数字化技术,在计算机辅助焊接生产过程管理、工艺设计、工艺评定以及软件设计方面进行基础理论和应用开发研究,为企业建立焊接生产数字化平台;通过采用

数值模拟仿真,研究并建立相关模型和算法,揭示焊接生产中焊缝成形规律,为准确预测焊接缺陷、优化工艺设计提供理论指导。对机器人柔性焊接与集成制造、数字化弧焊电源及智能控制等开展研究,解决机器人对焊接对象和任务变化的适应性、焊接动态过程实时检测监控、复杂形状焊缝离线编程等关键技术问题,实现焊接过程的柔性化、智能化、集成化。

开展高温合金、轻合金、高强钢等材料的激光焊、真空电子束焊、等离子弧焊和激光—电弧、激光—等离子等复合焊接技术方面的基础理论、技术开发与应用,以及航空发动机叶片/整体叶盘的修复技术研究。

(2) 高性能精确塑性成形方向。

重点开发钛合金、高温合金等叶片、盘、轴、连接件及关键承受力构件高性能精确锻造成形技术。基于整体与局部加载成形新原理与先进技术基础,以塑性变形制坯过程不均匀变形控制和组织性能调控为目的,探索和发展基于主动控制非均匀塑性变形的关键技术,为提高航空航天关键重要构件基础制造水平提供技术支持。

开发整体壁板时效成形、复杂薄壁空心构件介质成形、复杂截面薄壁圆环滚压、难变形材料薄壁回转体零件旋压等柔性(模具)增量成形技术和多模具约束管数控弯曲成形技术;适应成形制造领域智能化、数字化的发展需要,重点开展轻合金大型和复杂构件先进塑性成形制造过程的精确高效建模仿真与优化技术,重点解决轻合金复杂成形多场多尺度全过程建模、仿真、优化与数字化精确成形关键问题,为实现轻合金高性能精确塑性成形全过程的智能化、数字化与整体优化设计提供技术支持。

(3) 液态金属精密成形理论与技术。

开发钛合金整体机匣、压气机转子/静子叶片等零件的真空差压铸



造精密成形技术。基于同步辐射先进成像技术开展冶金过程化学反应、凝固过程晶粒生长、缺陷生成的动力学研究,结合先进熔炼技术、铸造过程计算机仿真技术和钛合金热等静压技术研究,形成国内领先的复杂薄壁零件铸造精密成形理论与技术体系,为提高航空发动机的整体结构性能和可靠性,减轻结构重量,缩短研制周期,降低制造成本提供技术支持。

开发轻质高性能铝基复合材料并开发其风扇转子/静子叶片精密成形技术:纤维增强铝基复合材料界面反应与界面结构控制理论与技术研究;纤维增强铝基复合材料成形质量控制与微观组织形成机理研究;纤维增强铝基复合材料微观结构优化与宏观力学性能调控方法研究;纤维增强铝基复合材料叶片结构/性能协同设计与精密成形技术研究;纤维增强铝基复合材料叶片无损检测与性能考核试验研究。

研究复合纤维强韧化陶瓷型壳/

芯制备工艺,为制备综合性能高的陶瓷型壳/芯奠定技术支持;基于数值模拟研究高温合金复杂整体机匣精密铸造工艺,为复杂构件的成形奠定技术支持;系统研究高温合金与型壳在高温下的反应,为控制整体机匣件表面质量提供理论支撑;研究高温合金单晶定向制备工艺,提高单晶定向叶片精铸成形合格率。

国内外交流与合作

实验室利用平台积极吸引海内外知名学者进行学术交流与合作研究,特别是与国内航空院校、航空企业开展共性基础研究、技术攻关,并取得一定成绩。与航空工业江西洪都工业集团有限责任公司、航空工业昌河飞机工业(集团)有限责任公司、翔鹰航空工业有限公司、中国航发南方工业有限公司、上海航天设备制造总厂有限公司等开展了飞机承力构件、航空发动机部件、航天动力部件等制造技术攻关。

(采访 雷松)