

锲而不舍追求技术创新 脚踏实地促进成果转化

——走进广州市非传统制造技术及装备重点实验室

Persevere for Technology Innovation and Firmly Promote the
Transformation of Achievements

[编者按] 广州市非传统制造技术及装备重点实验室于2016年批准组建,2019年通过广州市科技局验收,目前是华南地区唯一成规模的特种加工专业实验室。实验室针对航空航天、海工装备等国家重大产业需求、面向大湾区国民经济主战场,在激光、超声、电解、电火花加工等方向开展新理论、新技术、新装备的研究,近年来开辟了海工装备、微流控芯片研究新领域。实验室致力于创建良好学术氛围,培养理论基础扎实、实践经验丰富的高素质人员,为国家和大湾区经济发展提供技术和人才支持。

实验室概况

实验室依托广东工业大学机电工程学院,是省部共建精密电子制造技术与装备国家重点实验室的重要组成部分。近年来,在广东省政府高水平大学建设经费的支持下,购置了价值3千余万元的高档仪器设备,如国内高校中唯一的大功率激光冲击强化设备,各类飞秒、纳秒激光器,高精密切电火花机床,六轴数控电火花机床,三菱慢走丝线切割机床,多台套自制多轴数控电解和超声加工机床等,实验室场地面积1000平方米。

实验室现有人员18人,包括博士生导师4人,硕士生导师14人,其中广东省特支计划教学名师1人,青年拔尖人才1名,珠江科技新星1人,实验室主任为张永俊教授。成员90%以上有国外留(访)学经历,均具有博士学位。实验室张永康教授是现任机电学院院长,长期致力于抗

疲劳制造研究,曾获国家技术进步奖一等奖1项、国家技术进步奖二等奖1项、中国专利金奖等10余项奖励。实验室近5年承担国家自然科学基金项目15项,其他省部级项目20余项,总经费超4000万元,发表SCI论文70余篇,出版专著1部,授权发明专利300余件,获得广东省科技进步奖一等奖、中国机械工业科学技术奖一等奖、中国好设计金奖、日内瓦国际发明展最高级别奖项“特别嘉许金奖”等。

研究项目及课题

近年来,针对国家和大湾区经济发展的需求,实验室开展了一系列原创性的研究。

(1)激光锻造增材制造、激光微纳加工。提出的双束激光锻造增材制造新工艺,改善了抗疲劳性能,获得了第一个国家自然科学基金资助,获批了第一个国内发明专利和第一个美国专利,经同行专家鉴定:研制

的双屏显示变脉冲宽度单纵模固体激光器(14.5~26.2ns, 10J, 10Hz)属于我国首台多功能双激光冲击锻造增材制造成套装备;采用飞秒、纳秒激光器开展硬脆材料激光精细加工基础理论与方法研究,解决了电子制造领域的光电材料和器件加工难题。

(2)海工装备研究。作为实现“碳达峰、碳中和”的重要途径之一,海上风能受到世界各国高度重视。针对风大、浪高、水急深水区运输和安装大型风机的世界级难题,提出了安装平台抗疲劳结构设计及拓扑优化新方法;攻克了巨型桩腿失稳、平稳自升降失控、叶片吊装失准三大世界性难题;研制出作业水深45米、55米和80米等系列安装平台,被国际海洋工程领导者比利时DEME公司等行业巨头评为世界上最先进的海上风电安装船。创新成果与产品在我国、英国、丹麦、德国等国内外著名海上风电场已开展大规模应用,不

断创新了海上风机安装的世界纪录,2016年在英国完成世界首批32台8MW风机安装。工程应用入选央视和英国BBC联合摄制纪录片《改变地球的一代人》。同时开展了轻量化焊接成形制造部件的海洋腐蚀机理及环境敏感断裂机理研究,开发了环保高效的船体表面磨料水射流除漆、除锈、防锈一体化装备。

(3) 电解加工新方法研究。针对航空发动机核心复杂构件、医疗和新能源汽车关键零部件的精密、高效、低成本加工需求,发明了全新电解铣削新工艺,揭示了新工艺中电解液流变规律及其产物输运特点,探究了电解铣削表面微观组织结构的演变过程及控制方法,实现加工效率和精度跨越式提高,尤其是实现了普适应用,可以解决离心叶轮、扩压器、传动轴内齿和其他航空零件加工中高工具损耗难题,也为医疗器械微细异形结构提供了唯一解决方案。针对航空、兵器工业需求,提出了深窄槽的管电极电解铣削新技术,突破了困扰行业的技术瓶颈。

(4) 金属基复合材料电解电火花复合加工。碳化硅颗粒增强铝基复合材料是第三代电子封装材料的代表,针对大体积分数颗粒增强金属基复合材料增强相体积分量大,硬度、熔点高,导电性差等导致的加工精度和表面质量差,加工效率低以及电极损耗大等问题,重点完成了加工过程的理论建模、加工机理分析、装备研制、高精度打孔以及三维复合放电铣削等工艺研究;解决了新型电极研制、多能量协同作用等关键问题,取得了重要理论及实验成果,加工效率是电火花加工同类材料的10~20倍,加工尺寸精度达到 $\pm 5\mu\text{m}$,表面粗糙度 R_a 达到 $0.2\mu\text{m}$,工具损耗为现有电化学放电加工的七分之一以下。

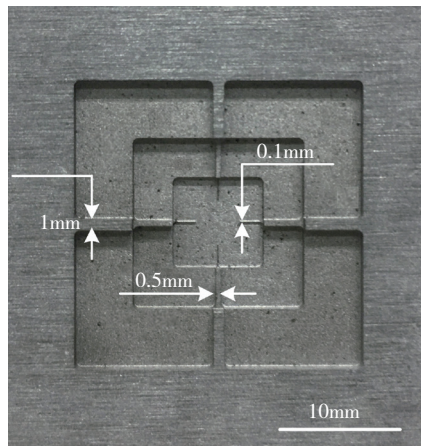
(5) 超声加工研究。早在2006年,在广州市科技计划项目资金的资

助下开展了超声加工基础理论和技术的研究,提出并完善了自己的超声振子设计方法,开发的近百套超声磨削装置在企业陆续投入应用,获得用户高度认可。独创的引线键合超声振子结构,端部能实现复杂轨迹运动,性能超越现有产品。多年来,在超声加工领域申请了系列核心发明专利,全部超声零部件和电源均自主设计与制造。

(6) 专用电火花线切割机床和专机研制。开发了用于裂解连杆应力槽加工的双向同步电火花线切割机床,为企业减少直接投入近千万元;配套研制的连杆裂解加工机床,具有低成本、高效率、易维护等优点,在广东、江苏企业生产线上稳定运行;首创的多槽同步电火花线切割机床,可用于航空、汽车等领域环形工件的分块切割,配套开发了分时输出脉冲电源,建立了相关的控制模型,实际加工效率提高3倍,内应力变形大幅减少。

(7) 自动化焊接工艺和设备研究。2017年,为行业内唯一上市公司——湖南泰嘉新材料科技股份有限公司开发“硬质合金带锯条全自动精密电阻焊装备”,形成了年产30万米硬质合金带锯条的生产能力,比较现有带锯条生产模式,柔性化生产线固定资产投资降低74%,材料成本下降80%。项目成果对促进我国带锯条行业的发展和推广异种金属焊接技术应用于实际工程具有深远的意义。

(8) 声流体学和微流控芯片技术的研究。开展声流体学研究,通过设计、加工、组装精密的超声微机械系统,实现高效的声镊技术;同时通过建立声流体数学物理模型,探究微腔道内的声流体效应及其影响规律、揭示微纳颗粒的声学动力学机理,最终实现无接触和无创的颗粒/细胞操控。开发了基于微流控芯片的系列检测设备,并进入市场销售。



复合电加工高体积分数颗粒增强金属基复合材料(70%)精密三维结构

对外交流与合作

实验室对外交流频繁,先后与英国诺丁汉、瑞士联邦理工、日本东京农工、比利时鲁汶大学等高校建立了联系,接待和派遣师生进行交流。积极参加国内外学术会议,掌握学科前沿动态。

实验室成立之初确定了求真、务实宗旨,从工艺提出到设备研制,核心硬件自行开发,强调成果转化;地处国内经济最发达地区之一的大湾区,产业需求旺盛,有利于成果的落地;主要负责人来自国内航空院校,对军民融合技术情有独钟,热切期待着能与科研院所开展实质性的合作。

未来规划和研究重点

实验室将持续强化基础创新研究,尤其鼓励年轻人提出从无到有的原创性思想;对初获证明的新工艺抓紧投入应用,早日创造价值;不断拓展特种加工技术新应用,同时发现在应用中发现新课题,使项目研究“顶天立地”;瞄准国家重大产业需求开展研究工作,争取5年内产生2项标志性高水平研究成果并得到应用;培养2~3名具有国际视野、专业能力强、乐于奉献的青年拔尖人才,通过5~10年建设,使实验室成为国内外有一定影响力的高水平研究基地。

(采访 雪松)