

# 集合力量 打造多学科研究基地

## ——走进数字化材料加工技术与装备国家地方

### 联合工程实验室（湖北）

#### Building a Multidisciplinary Research Base

[编者按] 高校与企业通力合作、优势互补,是解决国家对创新需求的有力手段,进而可推动技术水平的提高、装备的更新和人才的培养。数字化材料加工技术与装备国家地方联合工程实验室(湖北)是以先进成形技术与装备湖北省工程实验室为基础,由华中科技大学牵头和作为依托单位,联合武汉华科三维科技有限公司、武汉惟景三维科技有限公司、三环集团、武汉新威奇科技有限公司、武汉华夏精冲技术有限公司、湖北三环车桥有限公司和湖北三环锻造有限公司组建而成。以多学科、多层次的教学研究为特色,主要从事塑性成形、增材制造、等静压成形以及快速三维测量技术与装备方面的研发。实验室拥有 200 余人的强大研发队伍,实验场地、实验设备条件充足,为顺利开展科研工作提供了有力的保障。

#### 研究项目及成果

实验室已完成和承担了 100 多项国家级和省部级项目,取得了一批在国内外有影响的成果,掌握了一系列核心技术,建立了相应的试验研究平台和产业化基地,具备承担高水平、高难度科研项目和工程项目的能力,研究成果得到了国内外同行专家的广泛认可和高度评价。历年来获国家奖 8 项、省部级一等奖 12 项;专利奖 5 项、人才和团队奖 11 项、优秀博士论文奖 6 项。相关成果被两院院士评为 2011 年中国十大科技进展;获授权发明专利 100 余项;发表论文 1000 多篇,被 3 大索引收录 200 多篇;出版专著教材 13 部。已培养博士 50 多人、硕士 300 多人。实验室主要从事以下方面的研发:

(1) 塑性成形技术与装备。从精锻成形的塑性变形机理、成形过程的流动模型与控制、装备结构与工程应用技术研发等方面开展了系统深入的研究,建立了精锻净成形成

套技术体系。开发了成系列的快速锻造液压机,自由锻件尺寸控制精度  $\pm 1 \text{ mm}$ ,锻造频次达到 80 次/分钟以上。完成了钣金数控渐进成形、电磁脉冲成形、数字伺服压力机的基础研究与工业应用。先后研制成功 8MN~16MN 多工位精锻液压机、J58K 系列数控电动螺旋压力机、新型数控电锻机、板料数字化无模成形机、1MN ~ 8MN 的系列精冲机、高精度高刚性伺服精密塑性成形装备、多工位精锻净成形自动化生产线等,同时完成多台国外进口锻造液压机组的数控改造工程,在数控锻造技术及装备的研究水平方面已达到国际先进水平。

(2) 增材制造技术与装备。建立了能够表征多材料、多尺度结构等模型信息的统一模型,覆盖多维度层次。提出了能够包容 SLS、SLA、SLM、LOM、3DP、DLP、电弧增材制造等多种不同 3D 打印工艺,支持增材/减材复合成形,支持普适平台计算的柔性软件体系结构。发明了碳

纤维增强热固性树脂的激光选区烧结增材制造工艺、基于增材制造的热固性树脂与碳纤维材料复合成形新工艺、三束激光协同扫描方法及多组分材料混合送粉机构,并实现复合材料零件的制备与成形一体化。研制出金属与非金属材料复合的激光增材制造装备,为异质材料复杂功能零件打印创造了工艺条件。研制出基于 SLM 增材/CNC 减材复合成形原理的高精度复杂金属零件整体成形装备。发明了基于机械混合和溶剂沉淀的增材制造复合陶瓷粉体的制备方法,研制出了适合于增材制造的复合陶瓷粉体。将 SLS 技术与铸造相结合,创建了高性能复杂零件的增材·铸造整体成形新方法。通过 SLS 整体成形出铸造用的复杂熔模、砂型(芯)和陶瓷芯,并结合数值模拟调控铸造工艺,实现高性能复杂零件的整体铸造。在上述研究基础上,开发成功了多种类型的增材制造装备及其成形材料,并实现了产业化。

从 2016 年至今,牵头和参与了

5项科技部重点研发计划项目。技术成果在国内外3000多家用户中获得应用,为国内外航空航天、汽车、机械制造、模具、电子、医疗等行业核心产品的快速自主开发提供了有效技术手段。除此之外,还为欧洲空客、日本丰田公司、法国法利奥公司、德国西门子公司和美国GE等企业提供技术服务。美国国际权威报告“Rapid Prototyping Report”高度评价该方面的成果“已影响到美国、新加坡、韩国等其他国家”。

(3)等静压成形技术。2006年与英国伯明翰大学和英国罗·罗公司联合成立了“中英先进材料及成形技术联合实验室”,致力于热等静压近净成形研究与开发。承担了国家重大科技专项“热等静压近净成形用模具制造技术”、国家863项目“高性能复杂金属零部件无包套热等静压近净成形技术”、中欧国际合作项目“航空发动机复杂零部件热等静压整体近净成形技术研究”等项目,在热等静压材料、工艺以及一体化成形方面取得重要进展。实现了航空发动机复杂闭式涡轮零件热等静压一体化成形,整体成形出了不锈钢涡轮盘、Ni625高温合金涡轮盘、钛合金航空发动机缩比机匣等一批典型零件。

(4)快速三维测量技术与装备。攻克了系统参数标定、系统非线性校准、视图匹配等多项关键技术,研制出具有自主知识产权的系列常温与高温物体面结构光自动化三维测量



设备和动态物体三维变形测量设备,有效解决了复杂零部件设计和制造环节中的多种快速三维测量难题。其中,研制的面结构光自动化三维测量设备已推广应用到空客、欧洲航天局、航材院、中船重工等国内外单位,解决了多种重点型号航空发动机、燃气轮机等高端装备研发和制造中的铸造机匣与锻造叶片等零件三维测量和我国自主研发航母过程中大型复杂铸件锚链桶三维测量的难题;研制的系列动态三维变形测量设备,在国内首次应用于亚洲最大风洞群29基地超高速声速风洞试验段内(风速5-8马赫,从真空到高压),完成新型钛合金机翼的三维变形测量,为提升飞行器性能提供了数据支撑。

### 研究成果应用

实验室坚持走产学研结合的道路,研究成果在武汉华科三维科技有限公司、武汉惟景三维科技有限公司、武汉新威奇科技有限公司、武汉华夏精冲技术有限公司、三环集团有限公司、广东银禧科技股份有限公司、中国钢研科技集团有限公司、北京航空材料研究院等单位进行了产业化和推广应用。

实验室一贯非常重视技术转移与成果转化。如:实验室塑性成形技术研究团队将3项与电动螺旋压力机有关的专利,转让给武汉新威奇科技有限公司,该公司是国内电动螺旋压力机技术研究开发的领跑者;在精锻净成形技术方面的研究成果应用于湖北三环锻压设备公司、江苏太平洋精锻科技公司等单位。近年来精密塑性成形装备在国内外销售173台/套;精锻汽车齿轮产量居世界首位,出口欧美主流市场,年配套奔驰、宝马、奥迪等高端车型150万辆。江苏太平洋精锻科技公司成为德国大众高端变速器精锻齿轮的全球同步开发合作伙伴。实验室增材制造研究团队将与增材制造有关的专利,以30%股权(评估作价人民币



1800万)转让武汉华科三维科技有限公司,该公司是华中地区投资规模最大的专业增材制造装备及其成形材料的生产企业,称为实验室增材制造技术的产业化基地。

### 国内外交流与合作

围绕主要研究方向,实验室通过主持和参与973、863、支撑计划、重点研发计划、重大专项、自然科学基金重大重点等项目,先后与清华大学、西安交通大学、西北工业大学、北京航空航天大学、上海交通大学、哈尔滨工业大学、621所、625所、北京钢铁研究院、第二重型机械集团公司等数十家科研院所和企业,开展了合作研究,与621所合作建立了“先进航空轻质合金材料精密铸造”联合实验室,与国内声学部件龙头企业瑞声科技公司、家电行业龙头企业美的公司分别合作建立了联合研究中心。通过系列国际合作项目,与英国伯明翰大学、英国南安普顿大学、英国诺丁汉大学、德国纽伦堡大学、澳大利亚悉尼大学、澳大利亚卧龙岗大学、英国埃克塞特大学、日本物质材料研究机构、德国弗劳恩霍夫研究所、法国空客公司、英国罗·罗公司、美国波音公司等数十家科研院所和企业,开展了国际合作研究,并在武汉市支持下,与英国斯旺西大学、比利时鲁汶大学联合建立了“中欧增材制造联合实验室”。 (采访 海山)