

# 聚焦材料成形与模具技术难题 致力关键技术突破

## ——走进华中科技大学材料成形与模具技术 国家重点实验室

Focus on Materials Processing and Die & Mould Technology Problems and  
Committed to Key Technology Breakthrough

[编者按] 材料成形与模具技术国家重点实验室(以下简称“实验室”)的前身是塑性成形模拟及模具技术国家重点实验室,于1989年经国家计委(现国家发改委)批准,由时任校长黄树槐教授、肖景容教授、崔崑教授等老一辈科学家负责筹建,1995年通过国家验收,2006年更为现名。实验室面向国家重大需求,围绕高性能成形制造中形变/流变机制、形性协调控制方法、组织与性能演变规律等科学问题,开展应用基础与交叉创新研究,形成了成形工艺与数字化相结合、成形技术与材料学相结合的研究特色,是全球唯一可提供注塑、铸造、冲压、焊接、增材全系列材料成形过程模拟技术的研究机构,解决了航空、航天、海洋、汽车、船舶、信息等领域一大批高性能关键零部件的卡脖子难题,为我国国防建设和国民经济建设做出了重要贡献。

### 研究方向与成果

材料及其成形是支撑国民经济发展与国防建设的基础技术,在航空航天、汽车、船舶、能源、机械等领域内发挥着不可替代的作用,其发展水平是衡量国家装备制造业自主创新能力的标志之一。在国家安全形势、国际竞争压力、能源危机和环境污染日趋严峻的环境下,发展高端制造装备、新能源装备、高性能运载装备及新型武器装备已成为国家重要战略需求。这些装备高性能化的要求不断提高,其关键零部件也日趋复杂化、大型化、整体化和薄壁化,并要求成形工艺日趋复合化与精密化,对材料及其成形制造技术提出了越

来越高的要求。面对这些挑战,需要不断深入探索材料成形过程的机理与规律,解决材料成形过程中的材料形变规律、材料组织结构与性能、控形控性这3个基本科学问题。

实验室瞄准以上国家重大需求和学科前沿,逐渐确立了以下5个主要研究方向。

(1)材料成形过程模拟理论与方法。研究材料在固态、液态条件下的形变(流变)规律和多场、多尺度下各因素间的耦合作用机制,构建成形过程的计算模型,建立快速精确的数值计算方法,为全面真实地掌握材料的形变规律及机理、组织结构演变和性能预测提供技术支撑。

(2)数字化模具设计制造技术。

研究面向模具开发全过程的智能化设计、自动化制造、精益化生产过程优化控制的理论与方法,建立模具设计制造的数字化平台,克服模具开发过程中过于依赖经验造成的低效率、低可靠性的瓶颈问题,使模具设计制造由经验走向科学。

(3)快速成型与快速制模技术。研究激光与材料的相互作用机理,建立快速成形过程中零部件性能与精度的控制方法,形成材料-工艺-装备一体化的成套技术体系,解决大型复杂高性能零部件的快速整体成形制造难题。

(4)精密成形工艺与装备。研究材料在力场/温度场作用下的组织结构演变及形变规律,建立成形过

程的控形控性方法,形成精密成形工艺-装备成套技术体系,解决高性能零部件的高效、高精成形制造难题。

(5) 先进材料制备与应用。重点围绕高性能工模具材料、合金材料、复合塑料、新能源材料、纳米材料的制备与应用,研究材料成分、制备工艺、组织结构与性能之间的关系,以及外场作用下的材料组织结构演变机制,建立高性能材料的设计与制备方法,满足关键零部件或器件对高性能材料及其成形技术的需求。

实验室先后承担国家级科研项目(课题)700余项,其中国家重点研发计划、国家重大科技专项、自然科学基金重大/重点项目、863、国防重点项目等重大/重点项目(课题)110余项,取得了系列标志性成果,在引领相关学科发展、解决材料成形工业软件卡脖子难题、推动我国国防建设和支柱产业等方面发挥了不可替代的作用。获国家科技奖励24项,提出的“表面模型”被国际学术界评价为“注塑成形模拟历史上的重要里程碑”,研制的大型激光烧结增材制造装备被两院院士评为“中国十大科技进展”。

2016~2020年,实验室科研能力显著提升,新增国家级重大/重点项目牵头23项、参与30项,国家杰出青年科学基金3项,国家优秀青年科学基金5项,科研经费达4.99亿元;发表SCI论文2556篇,其中CNS子刊论文9篇、影响因子大于10的论文421篇、高被引论文65篇、热点论文10篇;获授权发明专利425件。作为第一单位,获国家自然科学基金二等奖1项、国家技术发明二等奖1项、国家科技进步二等奖2项、省部级一等奖13项。

### ► 科研平台与人才队伍 ◀

实验室围绕研究方向和发展目标,通过购置和自主研制,已拥有大

量先进的材料制备、成形、性能测试与组织分析设备,如火花放电等离子烧结系统、锂电池智能制造装备、精密塑料注射成形机、双动挤压液压机、高精度八轴机器人焊接系统、双激光多材料激光选区熔化增材制造装备、液态金属高压成形机、热力模拟试验机、原位纳米力学测试系统、动态力学分析仪、综合物性测试系统、单晶X射线衍射仪、微纳操纵及原位光电分析扫描电镜系统、场发射俄歇电子能谱仪、光电流原子力显微镜等,建立了材料设计与制备、材料成形技术、材料性能测试、材料显微分析等4个实验平台,为开展高水平科学研究、培养高层次人才提供了良好的硬件支撑。

实验室依托华中科技大学材料科学与工程“211”/“985”/“双一流”重点学科,坚持人才培养与人才引进并举,打造了一支以院士为指导、中青年为骨干、团队协作的科研队伍。现有固定人员102人,其中:教授62人,副教授32人,具有博士学位的人员占96%,具有海外经历的人员占70%,40岁以下的人员占39%。目前实验室有中国工程院院士3名,国家杰出青年科学基金获得者7名,优秀青年科学基金获得者8名,国家“万人计划”科技创新领军人才5名,青年拔尖人才1名,“新世纪百千万人才工程”国家级人选3名,教育部“长江学者奖励计划”特聘教授4名,青年学者4名,教育部新世纪优秀人才12名,国家海外引进高层次人才1名,青年人才15名,教育部创新团队2个,科技部创新团队1个,湖北省创新团队6个。

### ► 学术交流与合作 ◀

2016~2020年,实验室主办/承办国际学术会议10次、国内学术会议24次,在国际学术会议上做主题/特邀报告44人次、在国内会议上113人次,在国际学术机构/期刊任

职40人次、在国内学术机构/期刊任职186人次。邀请德国工程院院士 Christoph Leyens 教授、澳大利亚科学院院士/中国科学院外籍院士米耀荣教授、俄罗斯科学院外籍院士牛济泰教授等国内外知名学者来室开展学术交流合作,持续举办杰出学者论坛252期。牵头成立了中欧增材制造技术联合实验室(与英国斯旺西大学合作)、湖北省增材制造技术国际科技合作基地(与比利时鲁汶大学、美国德克萨斯奥斯丁分校等合作)等国际合作平台,承担了欧盟地平线2020计划、欧盟框架七、政府间科技合作重点专项等国际合作项目20余项。

实验室大力推进“政产学研用”全方位协同创新,构建了“研究院-联合实验室-项目合作-科技企业孵化”4类产学研结合与成果转化模式:

(1) 建设区域和行业的研发与成果转化基地,如采用政府与企业提供办公场地和资金,实验室投入人力和技术的方式与黄石市政府共建“黄石科创模具技术研究院”、与海尔集团共建“国家家电模具工程技术研究中心”、与武钢集团共建“华中科技大学-武钢研究院”;

(2) 与行业龙头企业共建联合实验室,包括航空领域航材院、声学部件领域瑞声公司、家电领域美的公司、精锻领域太平洋精锻公司等,合作方按年度提供研究经费,双方共同开展科研攻关;

(3) 与航空工业、中国航发、航天科技、航天科工、中船、中车、一汽、东风、华为等1000余家企业开展了项目合作,近十年合作经费超过3亿元,解决了一大批制约企业发展的技术瓶颈问题;

(4) 基于实验室研究成果,孵化了华科三维、武汉维景、益模科技等创新型企业,推动了增材制造、模具信息化等成果的转化应用。

(采访 雷松)