

面向航空航天 聚焦高性能加工

——走进北京市高效绿色数控加工工艺及装备 工程技术研究中心

Focus on High Performance Machining for Aerospace

[编者按] 北京市高效绿色数控加工工艺及装备工程技术研究中心(以下简称中心)于2014年获批,依托单位为北京航空航天大学,共建单位为北京机电院机床有限公司、北京星航机电装备有限公司。中心重点面向航空航天制造和高端数控装备产业技术,开展数控加工装备和制造过程中的高效化、绿色化、数字化、智能化等共性关键技术研究、工程化应用示范、技术支持服务和人才培养培训等工作,聚焦高性能加工,推进制造装备与工艺技术融合,带动制造企业高效绿色数控加工技术发展,为高端制造装备设计制造技术及工程化应用提供支撑。

中心概况

中心现有固定科研人员29人,其中高级职称10人。中心主任为袁松梅教授,中心技术委员会主任为丁汉院士,副主任为李冬茹研究员。在技术委员会指导下,中心注重人才梯队建设和科研方向聚焦,目前形成了以刘强教授、赵罡教授、袁松梅教授为学术带头人,以青年教师、博士后、博士生、硕士生为主力的科研攻关队伍。中心主要研究方向包括:高端装备制造中的CAX技术;高效数控加工工艺及装备技术;绿色切削加工及机床轻量化技术;制造质量及可靠性技术。

在基地建设方面,以本中心为技术依托单位,联合北京数码大方科技股份有限公司,共同申报并获批了国家级工程实验室“智能化协同制造技术及应用国家工程实验室”。2016

年8月,成立了北航(天津武清)智能制造研究院有限公司,致力于发展智能制造核心技术的产学研基地。研究院占地1000多平方米,建筑面积7000余平方米。

围绕国家重大科技需求,中心近几年在高端装备制造和制造业共性技术方面,承担了一批重大重点国家级科研项目,成功解决了行业和企业多项难题。赵罡教授荣获“全国科技优秀工作者”,并带领本团队荣获“机械工业优秀创新团队”。刘强教授荣获“机械工业科技创新领军人才”。本中心已成为我国高性能加工领域重要的研发基地之一。

科研成果

在高端装备制造中的CAX技术方面,聚焦于面向MBD的数字化设计制造、高精度几何仿真分析、智能数控核心技术和基于机器视觉的在

线测量等研究方向,打通了复杂零件多源加工工艺信息之间的数据结构互异性壁垒;攻克了T样条正向建模、水密模型自动生成、自动拓扑优化等关键技术;突破了STEP-NC解析与建模、切削仿真和基于STEP-NC的CAM算法内核;开展基于机器视觉的产品装配关键特征在线测量方法的研究,实现了基于实测数据的大部件虚拟装配、质量评估与控制,定义了面向数字孪生的智能制造新模式。部分代码向学术社区开源,并获得中国计算机学会计算机辅助设计与图形学专业委员会2020年度开源图形软件提名奖。相关研究成果为中国工业软件技术跻身一流行列、服务国家重大需求提供了坚实的基础。

在高效数控加工工艺及装备技术方向,面向航空航天和装备制造领域,聚焦智能数控系统和智能机床、

加工过程智能控制、复杂曲面激光加工等方向。突破数控加工过程动力学建模关键技术,研究开发了铣削加工动力学仿真优化软硬件系统,作为技术依托单位支撑了国防科技工业“千台数控机床增效”工程。研制系列大长径比减振刀具以及真空吸附耗能减振装置,明显改善深孔、深腔与薄壁特征的加工质量与效率。出版《数控铣削加工过程仿真与优化——建模、算法与工程应用》等多本著作,荣获机械工业科学技术奖特等奖。

中心在国内率先开展了绿色切削技术研究,是国内最早从事微量润滑相关研究的单位之一,发明了系列化微量润滑系统和低温冷风装置,在航空航天领域率先开展了微量润滑高效加工应用技术研究,是我国绿色切削领域具有代表性的学术研究机构。获得第十九届全国发明展览会金奖。相关技术已成功在航天159厂、航天529厂、航天149厂、航天211厂、航天703所、制造院、电子14所、成飞、沈飞、北一机床和南通科技等多家航空、航天、电子等行业企业推广。

在多种难加工复合材料加工技术方面,提出了基于超声振动冲击载荷下复合材料延脆性去除模式转化的切削力控制方法,发明了系列化超声振动工具及系统,并与激光加工等其他方法相结合,实现了复杂结构件的切削力、切削热和加工质量控制,形成了复合材料复杂结构件加工整体解决方案,研究成果在航天159厂、航天306所、航天812所、航天703所等多个重要型号研制中发挥重要作用。

在航空航天关键结构件的残余应力均化与加工变形控制技术方向,开展了零件制造全工艺过程残余应力仿真与分析。发明了首台热振复合残余应力均化装置,提出了跨尺度的残余应力检测方法,开发自主可控

的加工变形控制仿真软件,对残余应力预测、检测以及控制形成了系统化方法、工艺和装备,研究成果在成飞、航天159厂、航发410厂、航天529厂等10余军工单位重点型号的关键零件上进行应用和验证,解决了关键结构件的加工变形难题,为型号的成功研制奠定了重要基础。

中心开发了系列化工具工装,其中16种用于钛合金精加工的整体式立铣刀、3种用于高强钛合金的内冷刀具、20余种用于加工航空发动机机匣的整体式刀具已产业化应用。使得镍基合金机匣粗加工效率提高12倍以上,综合加工效率提高8.5倍以上。

中心建立了国内首个批量化数控系统可靠性试验测试基地,针对国内外主流数控系统的批量化长时间运行进行测试,制定了数控系统可靠性测试规范,开发了具有冗余功能的网络化可靠性试验测试系统,分二期对国内外不同品牌近200台(套)数控系统及数控机床进行了长时间的可靠性试验测试,获得了MTBF、故障分类、故障模式等实际数据,为国产数控系统可靠性增长、重大专项评估和上级部门决策提供了直接的技术与数据支持。

中心成立以来,固定人员承担各类科研项目130余项,其中国家科技重大专项课题、国家重点研发计划课题、国家自然科学基金等国家级项目52项,科研经费总额超过1.8亿元;获得中国机械工业科学技术奖特等奖、国防科学技术奖二等奖等省部级以上科技奖励4项;授权国家发明专利52项;发表高水平学术论文200余篇。

国内外交流合作

国内外合作方面,与美国普渡大学、加拿大UBC大学、瑞士洛桑联邦理工大学、德国多特蒙德工业大学、莫斯科国立鲍曼技术大学、法国南特

大学、巴黎萨克雷大学、新西兰奥克兰大学、瑞典皇家工学院等世界著名高校和研究院所在人才联合培养、技术联合攻关等方面建立了长期稳定的合作关系。同时,中心高度重视国际视野的培养,主办了中德智能制造数字化等会议,参加各类国际学术会议200人次。同时,做大会邀请报告10余次。

(采访 阳光)



自主研发的微量润滑装置



自主研发的BH-LaserCNC320型6轴数控激光加工机床