

聚焦三大重点领域 精研重型数控机床

——走进先进制造技术北京市重点实验室

Focus on Three Major Fields, Endeavour to Research Heavy-Duty CNC Machine Tools

[编者按] 先进制造技术北京市重点实验室获批于2001年,是北京工业大学机械工程北京市一级重点学科的科研学术基地。实验室多年来以“立足北京,融入北京,服务北京”为发展宗旨,积极发挥实验室作为北京装备制造业科技创新和高端人才培养基地的重要作用。

先进制造技术北京市重点实验室面积1500m²,设备总值4000余万元。现有固定科研人员36人,以青年教师为主,其中教授17人,副教授9人。实验室主任由刘志峰教授担任,学术委员会主任为蔡鹤皋院士。实验室工作人员中,教育部新世纪优秀人才1人,北京市特聘教授2人,长城学者1人,北京市百千万人才工程入选者1人,北京市拔尖创新人才1人。

实验室与北京装备制造业建立了长期紧密的产学研合作关系,共建了“北京智能制造创新联盟重型机床开放实验室”等4个省部级以上科技创新平台,有利促进服务北京装备制造业科技创新的水平,确保实验室的可持续发展。

以产学研用为导向,在重型机床数字化设计与制造、谐波减速器/RV减速器研发与产业化、在线监控与故障诊断、超精密加工与装备、深海液压装备关键技术等方面的技术创新和产业推广达到国内领先水平。

研究方向与发展思路

近年来,为深入贯彻“中国制造2025”战略,结合自身的科研实际,实验室确立了以极限制造、智能制造、精密制造为核心的研究方向。今后的发展思路有如下几点:

(1)以极限制造、精密/超精密制造、智能制造为核心研究领域,以高端数控装备、工业机器人和智能生产线相关技术为研究载体,面向航空航天、IC装备、高档数控机床、轨道交通等京津冀支柱性行业提供理论和技术支持;

(2)通过重大科研项目锻炼培养创新人才队伍,深化校企合作科技创新平台建设;

(3)通过原始创新,形成更多的具有自主知识产权的关键技术和产品,提升实验室科技竞争力。

科研成果及应用

极限制造领域,承担了多项“大规模集成电路制造装备及成套工

艺专项”国家科技重大专项,在器件封装/集成可靠性、工艺可靠性和TSV热机械可靠性研究、仿真模型与方法等方面积累了丰富的研究基础。在重型数控机床关键共性技术等方面,通过校企融合持续投入,在近几年承担和完成10余项重大专项课题、北京市科委重点项目等的基础上,“高精超大尺度重型车铣复合机床精准制造关键技术及应用”获北京市科学技术奖一等奖。

研究成果获授权发明专利55件、软件著作权13项,形成行业标准3项,发表SCI/EI论文122篇。研发的2个类型、6个系列超重型机床成功用于核电低压内缸、大型航天器筒段、风电轴承等超大核心零件加工,已应用到国内核电、航空航天、风电等领域。2010年以来已销售70台,共创造直接经济效益8.28亿元,相关类型重型机床国内市场占用率为35%。

攻克了超跨距分段式重载横梁制造技术,首次提出导轨自重变形

下预起拱补偿+约束变形下加工修正技术,实现全行程定位精度达到0.04mm,最大加工宽度扩大到13.5m,属于世界同类产品最大规格之一,精度保持稳定达3年以上。

提出了高速重载静压支承系统跨尺度制造技术,通过制造保证与油膜波动控制,形成静压支承系统分析与制造成套解决方案,使直径9.5m超大型转台回转速度达到30r/min以上,最大线速度1000m/min,回转定位精度10”。

突破了超大组合结构件高刚度螺栓连接装配技术,首次揭示了大型结合面微-宏尺度接触机理,解决了精度控制问题,提出了高刚度螺栓装配技术,实现了动静态特性精准预测及可控。

精密/超精密制造领域,2018年完成了RV减速器的设计及产业化开发工作,已经形成了复合产业化制造目标的RV减速器齿形设计、制造工艺及检测的整套技术,取得的研究成果实现了小批量样机的制造,且性能指标与进口主流产品相当,达到了发达国家的制造水平,符合市场对RV减速器的使用性能要求。生产的产品样机参加了“2018世界机器人大会”展览,并参加了

2018年全国大众创业万众创新活动周。在海军预研项目支持下,研制出了多台全水润滑斜盘式海水轴向柱塞泵、柱塞马达、海水液压溢流阀、节流阀、三位四通换向阀、海水缸等海水液压元件,开展了深海模拟试验和海上研究,并已上舰列装。此外,在北京市委重大项目支持下,机器人关节谐波减速器已实现示范化应用。受“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项的支持,在大直径端面透镜模具超精密加工机床与工艺、特殊晶体材料单点金刚石超精密机床与工艺方面取得突破。

智能制造领域,智能锻造生产线建设取得重大进展。与国家机床质量监督检验中心、清华大学等联合承担了工信部2015智能专项,进行机床制造数字化车间互联架构研究与标准化,在标委会指导与行业企业支持下完成了《中华人民共和国国家标准《机床制造数字化车间信息互联架构》》的制定工作。在军委装发预研项目支持下,根据某航空锻造企业锻造生产线智能化改造需求,以及新的数字化园区建设的需求,完成了智能生产线布局设计及建模与仿真,并开发了设备连线及



智能监控系统,已在企业进行实际测试,取得了很好的效果;新的数字化园区的建设及规划方案已完成,得到企业高度认可。

与清华大学、北京航空航天大学共同承担北京市科技计划课题“智慧企业协同生产管控系统研究及应用”,实验室负责其中的“混合传感网络驱动的人机协作智能作业关键技术”。通过对复杂环境下的多维度混合传感技术、人机协作生产功能分配技术、面向人机协作的运动控制与优化技术、基于自适应模糊神经网络方法的工艺智能决策等研究,进行人机协同智能装配单元应用与验证。目前相关技术研究已取得突破,具备进行验证与应用的条件。

2018年,实验室的科研水平稳步提高,申报和承担了一系列国家/省部级重点重大项目,累计新增和在研科研项目60多项,到校科研经费超过1600万元。2018年共发表论文100多篇,其中超过40篇被SCI收录。申请和授权专利、著作权100多项,其中发明专利授权93项(含国际专利1项)。

交流合作

近几年,实验室积极开展对外学术交流与合作研究,支持多种形式国内国际交流活动,累计有10多人参加国际/国内学术会议并宣读论文。

同时,实验室也邀请多名国内外知名专家学者来校进行学术交流,结合开放实验室、参加相关展会等方式扩大了实验室影响力,提高了实验室知名度。(采访 逸飞)



校企联合研制的重型复合机床