

突出机构学特色,服务区域发展

——走进制造装备机构设计与控制重庆市重点实验室

Focus on Mechanisms to Serve Regional Development

[编者按] 现代机械是由机械和计算机构成的一体化系统,由机构、驱动、控制、传感与信息处理等子系统构成,而机构系统是现代机械的骨架与执行器。机构学是机械原理的主要分支,是着重研究各种机械中有关机构的结构、运动和受力等共性问题的一门学科。制造装备机构设计与控制重庆市重点实验室于2014年获批并依托重庆工商大学建设与运行,是支撑建设重庆工商大学重庆市“十四五”重点学科“机械工程”、国家级一流本科专业“机械设计制造及其自动化”的重要科技创新平台,有力推动了重庆市制造业的发展,提高了重庆市的制造能力及技术水平。

科研条件

制造装备机构设计与控制重庆市重点实验室针对现代制造装备的技术特点、工业需求和未来发展趋势,以开放、合作、竞争、共享的理念,开展机构设计理论方法及应用、机构结构与尺度综合、运动学与动力学、机构性能分析与评价、机构数字化设计、机构先进制造、机构控制与检测等基础共性技术和应用技术的研究,已形成以机构设计理论研究、机构创新设计方法、机构运动控制一体化为特色,能为制造业提供机构设计与控制解决方案或成套技术的科技开发和资源共享的技术平台。

实验室现有科研面积约2400m²,近年累计投入2000余万元用于软硬件条件建设,现有海克斯康三坐标测量仪、三维光学测量系统、X-射线衍射仪、金相显微镜、超景深显微镜、日置存储记录仪、机械装备故障诊断与维修实验台、万能材料试验机、自动冲击试验机等检验检测设备以及移动式激光熔覆机器

人、搅拌摩擦焊机、五轴加工中心、3D打印机、立式加工中心、高速干切滚齿机等多台加工设备,并已购置ANSYS有限元分析、Creo三维设计、ADAMS机械系统动力学分析等大型商用软件,试验条件优良,设施完备。

实验室现有固定研究人员30余人,其中教授10人,副教授和高级工程师15人,博士占90%以上;有“巴渝学者”特聘教授、重庆英才创新领军人才等省部级及以上人才8人次,重庆市高校创新团队2个。

研究方向及特色

实验室定位于机构学领域,瞄准重庆市支柱和战略新兴产业对机构设计与控制的重大需求,聚焦高速、高精度、高可靠性、重载、智能化的学科前沿,围绕机构的尺度综合与耦合设计、动力学仿真与控制、精度保证、损伤修复与再制造等方面的关键科学问题,开展系统的基础和应用基础研究。

(1) 机构分析与综合。

该方向重点围绕机器人机构、车辆悬架导向机构、机械式无级变速器机构、风电装备机构等领域,开展复杂机构设计理论与方法、尺度综合与分析等基础理论和应用研究。在国家自然科学基金项目、重庆市基础研究与前沿探索项目等支持下,形成了独具特色的基于过约束分析及其配置策略的机构结构设计方法,以及基于螺旋理论的少无过约束机构创新设计及误差分析方法,相关成果发表在《机械工程学报》、*Mechanism and Machine Theory* 等期刊及 IFToMM 等国际会议,并得到了较多的关注和引用。研发的汽车悬架导向机构、无级变速器等产品取得了工程化应用。

(2) 机构运动控制与检测技术。

该方向主要围绕机器人及智能装备、汽车摩托车、环保装备等产业,开展光机电多学科融合的系统设计理论,以及光机电一体化集成技术在机电装备检测与控制领域的研究。在国家自然科学基金项目、国家重点研发计划“智能机器人”重点专项等项目的支持下,创新并

实践机械振动“动力-能量-信息一体化的控制与利用”特色和交叉理论体系,并运用先进的控制理论和方法研究机床运动控制、多机器人协调运动学、动力学及负载分配、机器人力-位混合控制等技术,相关研究成果在机械振动权威期刊 *Journal of Sound and Vibration*、*Journal of Vibration and Control*, 机械结构系统权威期刊 *Smart Materials and Structures*、*Mechanical Systems and Signal Processing* 上发表,被多个国家的研究团队借鉴、正面引用和评价。

(3) 机构先进制造技术。

针对制造装备服役工况复杂、载荷复杂多变但对其运动定位精度/重复定位精度、可靠性及寿命、结构轻量化等要求高的难题,重点研究保证机构性能要求的先进制造工艺及技术。在国家自然科学基金项目、国家重点研发计划战略性国际创新合作重点专项等项目的资助下,对军工产品、汽车、摩托车中各种复杂形状、难变形材料零件的冷摆辗、冷挤压、温锻、冷温复合成形等精密成形加工技术进行研究,研制金属精密成形加工工艺与成套装备;应用激光熔覆等表面工程技术,研究开发了离心泵叶轮、蜗轮蜗杆副、齿轮等零部件的修复与再制造工艺;相关成果发表在 *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*、《机械工程学报》

等期刊,获中国产学研合作创新成果一等奖,并应用于重庆机床集团、重庆水泵厂等制造企业,在国内形成重要影响力。

研究成果与影响力

机构学是机械工程的基础学科,是发展机器人、高端制造装备、环保装备、轨道交通装备等产业的核心基础技术,在重庆市建设国家重要现代制造业基地的战略背景下,对重庆市经济及社会发展做出了重要贡献。近年来,实验室承接了各类国家级及省部级课题、企业委托课题 60 余项,经费上千万元,获得省部级科技奖励 4 项,授权发明专利 40 余项,发表论文 100 余篇,形成了一批较有影响力的标志性研究成果,特别是制造装备机构优化设计、机构在线检测与控制、机构损伤修复与再制造等方面的研究,形成的成果在重庆市机器人产业、装备制造业等进行了应用,大大推动了重庆市制造业的发展,提高了重庆市的制造能力及技术水平。

合作交流与人才培养

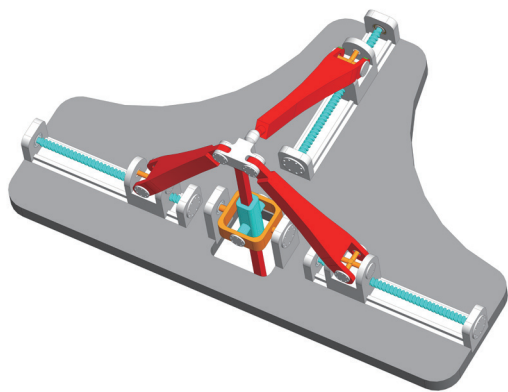
实验室重视开展国际交流合作,联合荷兰文德斯汉姆应用技术大学、美国罗文大学、美国韦德恩大学、英国哈德斯菲尔德大学、英国卡迪夫大学等国外高校及研究机构的一批著名学者开展合作研究及交流,并通过人员互访、研究生共同培养、联合承

担战略性国际科技创新合作项目等方式,形成资源共享,提升实验室的研究能力及学术影响力。

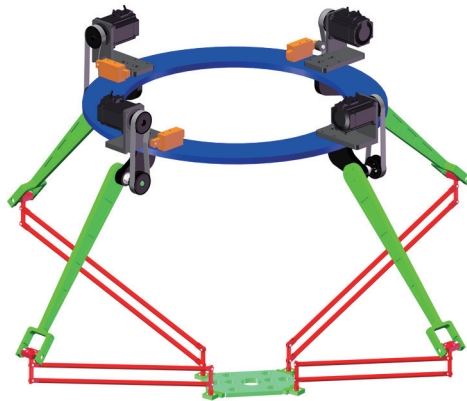
在国内合作方面,实验室联合企业成立了重庆市激光应用工程技术研究中心、机床再制造工程研究分中心等校企合作创新平台,与重庆机床(集团)有限责任公司、重庆华数机器人有限公司、重庆市光学机械研究所、重庆水泵厂有限责任公司、重庆机电增材制造有限公司、中国中车株洲特装智能装备有限公司等企业展开了深度合作,在机构学与机器人、光机电一体化、激光增材再制造、零部件精密成形加工等方面形成多项研究成果。

在人才培养方面,重点实验室每年招收硕士研究生 20~30 名,并积极扩大研究生招生规模,重视硕士研究生的思想政治素质、创新能力、应用与实践能力的培养。强化“科研的核心是育人”的共同认知,全面开放实验室,吸引和鼓励有研究能力的本科生早进实验室、早进团队、早进项目,引导本科生在科研工作环境中开展参与式、互动式和研究式的学习,积累科研实践经验,培养创新意识和实践能力。重点实验室是重庆市中小学创新人才培养基地,每年通过雏鹰计划项目等形式吸引 10~20 名优秀青少年入驻重点实验室学习交流。

(采访 逸飞)



两转动-移动并联主轴头



Rec4三移动-转动并联机构