



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



机械工程学院  
SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING

# 科技成果推介手册

西安交通大学机械工程学院

2024年11月



交通大学机械工程教育上溯至 1913 年设立的电气机械科，1921 年设机械科，1928 年始建机械工程学院，1956 年响应党和国家号召，内迁西安，扎根西部。1994 年 6 月，机械工程系和机械学系合并，复建西安交通大学机械工程学院。2018 年，学院在中国西部科技创新港校区成立了以研究生培养与科学研究为主的高端装备研究院。交大机械工程学科历经百年沧桑发展，堪称中国机械教育发展的缩影。交大机械工程学科的发展历史，是一段国之所需、吾之所向的奋斗史，也是一段砥砺前行、为国铸器的创业史，更是一部潜心治学、培育英才的光荣史。

面对百年未有之大变局与中华民族伟大复兴战略全局，交大机械人坚持以低调、务实、不张扬的优良作风，聚焦科技攻关、服务重大工程、扎根科技前沿，引领学科发展。瞄准国家“四个面向”，长期深耕制造基础领域，形成了工业母机、增材制造、微纳制造、智能运维等 4 个特色鲜明的研究高地以及医工交叉、复杂装备系统两个交叉融合的战略高地。西安交通大学机械工程学院牵头组建精密微纳制造技术全国重点实验室等 7 个国家级科研基地，参建 2 个全国重点实验室，拥有现代设计及转子轴承系统教育部重点实验室、健康管理及容错控制教育部重点实验室等 19 个省部级科研基地。近十年来，承担国家重大科技、973、863、重点研发计划、自然科学基金重大/重点、国防重点等重大项目 300 余项。获得国家二等奖以上科研奖励 11 项，省部级二等奖以上科研奖励近 30 项。近五年来，签订横向合同金额达 10 亿元，与通用机床、华为、荣耀、天和防务、中核集团、秦川机床等龙头企业开展合作。

西安交通大学机械工程学院在学校“6352”工程、“1121”模式构建的全链条科技创新生态环境下，主动担当做好以企业主导的产学研深度融合。打破“甲乙双方、一纸合同、一个项目、一笔经费”校企传统合作模式，建立企业作为技术创新决策、研发投入、科研组织、成果转化主体的校企深度融合创新联合体。机械工程学院与通用机床、华为、荣耀、天和防务、法士特、秦川机床、乐普医疗等龙头企业深度融合，共同建立 40 余个校企联合研究院、中心和实验室。在校企协议总金额 7.87 亿元的框架下，校企团队共同培养硕、博研究生，共同承担国家重大科研任务攻关，共同破解行业技术难题，共同围绕创新链布局产业链，共同推动新质生产力发展，共同加大科技创新力度、抢占科技竞争和未来发展制高点。

习近平总书记在全国科技大会上指出：要扎实推动科技创新和产业创新深度融合，助力发展新质生产力。科技创新和产业创新融合的基础是增加高质量的科技供给。交大机械学科历经两个世纪，聚焦国家重大需求，捕捉科技发展新态势，积累了丰硕的科研成果，承载着几代人的奋斗与梦想。我们渴盼着这些丰硕的科研成果能依托我国产业基础优势和超大规模的市场优势，与社会力量深度合作、携手共进，促进自主攻关的硬科技转化为实实在在的产品，形成大有可为的产业，在建设制造强国进程中书写更加灿烂的“机械篇章”。

欢迎各位校友、行业精英联系机械工程学院产教融合专员：刘妍李 电话：029-82663920，联系邮箱：[jxkyb@xjtu.edu.cn](mailto:jxkyb@xjtu.edu.cn)。



西安交大机械微信公众号

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
1	增材制造	复合材料设计与制造	复合材料增材制造技术与装备	复合材料、增材制造、3D 打印、复杂结构、结构功能一体化、轻量化结构、多尺度制造、低成本	<p>技术摘要:该装备与技术能够有效解决现有复合材料成型工艺制造构件形状简单且制造成本较高的问题,可实现环氧、双马、酚醛等多种高性能热固性树脂基体复合材料低成本制造。目前,该设备打印样件性能处于国际先进水平,接近于传统成型复材,设备具备多自由度打印功能,能够满足多种点阵、拓扑、变刚度等新型复杂高性能结构设计制造要求,打印速度与成形精度在国内外同类复材打印设备前列。该设备能够促进航空航天装备机动效能进一步提升,同时改善复合材料制造环境与经济可承受性问题。</p> <p>关键技术指标:多自由度打印制造,最大成型尺寸 3m,纤维含量&gt;50%,打印速度&gt;800 mm/min。</p> <p>技术成熟程度:技术成熟度 6 级;</p> <p>技术发展潜力展望:在航空航天、汽车、船舶、风力发电等高端制造领域具有广阔的应用前景。</p>	王奔
2	增材制造	复合材料设计与制造	复合材料自动化制造工业软件	复合材料、自动铺丝、自动铺带、3D 打印、路径规划算法、后置仿真算法、工业软件	<p>面向航空航天、汽车、船舶、风力发电等领域先进复合材料高效高质量自动化制造国家重大需求,开发纤维增强复合材料自动铺丝/铺带/3D 打印路径规划、后置仿真算法及工业软件,已应用于如复杂外形复合材料飞机进气道、火箭整流罩、航天异形复合材料舱段、大型机翼壁板、蜂窝夹层壁板、C 型梁等航空航天典型复合材料构件的自动化制造成型中,被评价为“在航空复合材料制造领域具有广阔的应用前景”、“实现了对国外禁运的自动铺丝路径规划软件的功能替代”;软件核心功能与国外主流软件 Vericut VCP/VCS、CATFiber 等接近;技术成熟度达 6-7 级;在航空航天、汽车、船舶、风力发电等高端制造领域具有广阔的应用前景。</p>	肖鸿
3	智能运维	复合材料设计与制造	海洋装备损伤区测量专用软件及设备	海洋装备、损伤区测量	<p>技术摘要:该装备用于海洋装备损伤区测量,通过构建水下环境镜头畸变和光线偏折模型,并研究水下光线清晰成像方法,实现水下相机组的高精度标定;通过纹理/光栅条纹等近场点云获取方法进行测量,对损伤构件点云进行三维建模。该装备通过密封耐压处理,可实现水下环境的原位测量,有助于保障海洋装备的安全运行。该装备亦可用于工业现场的形貌测量,满足耐压密封要求。</p> <p>关键技术指标:双相机重投影误差 0.2 pixel,点云建模精度 0.2mm</p>	龚春园

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					技术成熟程度：技术成熟度 3 级； 技术发展潜力展望：所研发的快速高精度损伤区形貌测量设备实现海洋装备的原位缺陷检测，配合增材技术实现自动修复，可应用于国防军工、航海运输等领域。	
4	智能运维	复合材料设计与制造	零件自动化精密三维测量方法	复杂零件、三维重建技术、视点生成和简化、运动规划、重投影误差、点云机械拼接	智能化检测为目前制造行业发展的必然趋势，在汽车、航空、航天、能源和国防等领域中存在种类众多的零件，以三坐标测量机为主的接触式测量方法难以满足零件的快速测量需求，而且随着产品的迭代升级，大量个性化的复杂零件需要检测，这些零件迫切需要通过非接触光学测量系统完成快速重建，因此机械臂与面结构光扫描仪相结合的自动化三维测量技术逐渐成为复杂零部件快速批量检测的重要方法。本课题研发了面向复杂零部件的机械臂自动化三维扫描设备，针对涉及的三维重建技术、视点生成和简化、运动规划等关键技术进行了详细研究，其中双目相机扫描仪达到的重投影误差达到了 0.04 像素、视点规划覆盖率达到到了 97% 以上、点云机械拼接误差达到了 0.02mm。	王立志
5	增材制造	复合材料设计与制造	热固性复合材料自动铺放装备	复合材料、自动铺放	技术摘要：该装备用于实现热固性复合材料自动化成型，将数根预浸纱用多轴铺放头(机器手)按照设计要求所确定的铺层、方向和厚度在压辊下集为一条预浸带(带宽由程序控制预浸纱根数自动调整)后铺放在芯模表面、加热软化预浸纱并压实定型。相关成果目前成功应用于多种航空航天复杂复合材料结构自动化制造，包括某型号飞机进气道、某型号航天飞行器复杂舱段，以及多种 C 型梁、蒙皮等结构，实现了具有自主知识产权的自动铺丝技术在航空航天复杂复材结构中的工程化制造应用示范，技术水平达到了国际领先。 关键技术指标：铺放丝束宽度 3.175mm、6.35mm 或 12.7mm；铺放丝束数量：1、4、8…32(可根据需求定制)，铺丝边界精度±2.5mm，铺放速度可达 50m/min 技术成熟程度：技术成熟度 7 级； 技术发展潜力展望：在航空航天、汽车、船舶、风力发电等高端制造领域具有广阔的应用前景。	段玉岗
6	增材制造	复合材料设计	热塑性复合材料自	复合材料、自	技术摘要：该装备用于实现热塑性复合材料原位成型，将 1 根或多根热塑性复	辛志博

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		计与制造	动铺放装备	动铺放	合材料预浸丝束高温熔融后按照设定好的路径铺贴到模具表面，是一种可实现大尺寸、回转复合材料构件的自动化成型装备。在航空航天领域，该装备可为实现我国航空航天高性能化、轻量化结构设计需求提供保障，对全面提升飞机和航天器的研制及批量化生产具有重大的推动作用。 关键技术指标：铺放丝束宽度 6.35mm 或 12.7mm;铺放丝束数量：1、4、8…32(可根据需求定制)。 技术成熟程度：技术成熟度 5 级； 技术发展潜力展望:所研发的热塑性复合材料自动铺放装备是实现热塑性复合材料自动化成型的关键装备，可应用于国防军工、航空航天、轨道交通运输等领域。	
7	增材制造	复合材料设计与制造	三维图像全场变形检测技术	三维图像，全场变形，三维扫描	航空航天、军工、船舶、汽车等高端制造业，大量采用新材料、新结构、新工艺，急需在高温、振动等恶劣工况下，对整机和部件的动态变形及应变分布进行三维全场密集检测，为创新设计和数字化制造提供依据。传统的接触式和视觉测量方法难以检测，主要因为传统检测方法需要先标定，然后才能进行检测，而在恶劣工况下要么难以标定，要么测量误差大而无法使用，而数值模拟和仿真试验方法误差大。本项目经过 20 年持续攻关，提出了标定和测量同时进行与同时解算的新思想，发明了复杂工况下三维全场动态变形检测方法及装置，并实现了产业化。	梁晋
8	智能制造	高端装备润滑增效团队	管道微波无损检测系统	聚乙烯管道；天然气管道；微波；无损检测；管道缺陷	本系统包含一种基于微波反射法的聚乙烯管道缺陷的检测装置以及相应的检测方法，用于我国的燃气 PE 管道检测行业，降低检测成本和技术门槛，提高检测效率，并针对其检测结果对管道进行可靠性评价研究。技术内容涉及搭建检测试验台实现单频微波的发射与检测的反射信号接收，基于单片机采集检测信号并通过上位机进行数据处理等。相较于大型的微波检测装置成本较低、结构精简、操作方便，对保障管道运输安全具有一定积极影响。	曾群锋
9	智能制造	高端装备润滑增效团队	极端工况摩擦副涂层-织构复合表面设计与润滑增	耐磨涂层；表面织构；摩擦；磨损	本技术旨在为超高速、超低速、超重载、乏油等极端工况下的径向/推力滑动轴承、机械密封、柱塞泵、导轨、球铰等机械关键摩擦部件提供针对性的涂层-织构复合表面设计和加工工艺方案，以实现润滑增效，减小	张辉

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
			效		摩擦磨损, 降低温升, 降低摩擦噪声, 延长设备寿命。本技术涉及涂层、织构技术处于国际并跑, 国内领先水平, 齿轮垫片产品的耐磨性在商用车中超过 100 万公里, 做到终身免维护, 摩擦系数低于 0.08。本技术在重卡车桥齿轮垫片、航空液压泵密封、推力滑动轴承等领域得到了成功应用, 具有广阔的应用前景。	
10	智能制造	高端装备润滑增效团队	流体管道输送的减阻技术与增效	流体; 减阻; 输送	利用高粘度流体输送过程中的微观减阻机理开发了三种有效的减阻方法。(1) 管壁滑移减阻; (2) 加入减阻剂减阻; (3) 加气多相流减阻。最大减阻效果达 40%以上。可望应用范围于各种高粘度流体的管道输送, 特别是高粘度流体的长距离管道输送。	秦立果
11	智能制造	高端装备润滑增效团队	纳米颗粒润滑油	纳米颗粒; 润滑; 抗热胶合	高速、重载、高可靠装备运行的润滑保障已达到当前油润滑技术的极限。本技术运用了在油中高度分散稳定的自润滑纳米颗粒为这些装备有效地提升了承载能力、抗热胶合能力。已完成了商用车的台架试验, 正在进行路试。	董光能
12	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	大范围无跳模外腔可调激光器 (ECDL 激光器)	可调谐激光器、窄线宽、大带宽、光学测量、光谱分析、OCT	窄线宽外腔可调谐激光器 ECDL, 是工业级高精度激光雷达、高分辨率光谱分析、OCT 三维成像、激光自外差仪、激光通讯等仪器设备的光源, 是核心功能部件。目前, 业界主流产品是日本 Santec、美国 Newport、德国 Toptica 的系列产品, 国内还没有相应性能参数的激光光源商品。研发团队研制了具备大范围无跳模性能的窄线宽 ECDL 作为 FSI 的光源, 性能指标经第三方权威机构严格测试, 达到业界著名厂商日本 Santec 的主要技术指标机, 并在华为公司进行国产替代测试。	刘志刚
13	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	弹外缠绕膜机器人	机器人、缠绕	弹外缠绕膜是 WQ 制造装备过程中的一个重要环节, 其关系到武器系统的安全和稳定性能。以往在弹体外缠绕膜工序中, 依靠人工进行操作完成, 存在效率低和安全隐患。本技术采用智能自动化和机器人技术, 按照现场的工作要求和操作流程, 实现弹体装夹、膜粘接裁剪以及自动缠绕等动作。机器人完成弹体定心部三处绕膜动作、绕膜的成功率不低于 99.5%、满足二类危险场所。技术成熟程度 8 级。可以广泛应用到武器自动化装配与制造生产线。	庄健
14	智能制造	高端装备数	复杂精密装备高	高端装备、精	面向复杂、精密机械系统产品性能高可靠性、高精度、高机电性能、高	张进华

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		数字化设计与制造团队	性能装配与集成测试技术	密装配、工业软件、装配测试/检测	密封性能的保障与检验检测需求，能够进行装配精度、装配界面、连接工艺、工艺结构精量化设计、调控与高保真仿真以及相应专用工业软件开发，具备面向装配性能保障的高精高效百米级尺寸测量、微米级形貌测量、多自由度误差同步测量、装配应力检测、连接刚度检测、大型平面/曲面点云数据检测等测量与检测能力，技术成熟度高于7级，相关成果在精密机床、航空发动机、大型星载天线、超精密主轴、运载火箭、特高压有载分解开关、大推力液体火箭发动机、主战坦克、飞行器燃油系统等复杂精密装备中得到应用	
15	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	高端装备滚动轴承数字化设计与分析软件	工业软件、力热流多物理量分析、动静多运行状态计算	面向滚动轴承在高速、重载、高/低温等复杂工况下对高精度、高承载、长寿命、低摩擦等性能设计需求，开发了轴承设计专用工业软件，能够进行轴承滚道结构、滚子修型、界面工艺、保持架结构、润滑结构等精量化设计、优化及高保真仿真，具备面向滚动轴承性能提升的载荷应力分析、打滑预测、刚度模拟、寿命预估、动态稳定性评估、损耗分析、温升模拟、润滑评估等能力，设计软件成熟度7级。	闫柯/方斌
16	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	高端装备轴承性能检测技术、材料与润滑技术	温升监测技术、运行监测技术、材料强化技术	针对极端工况下滚动轴承内部服役参数的无损检测需求，能够实现对服役或停机状态下保持架、内圈多点温度无干扰测量，具备轴承运动、受力等监测技术。在材料润滑与调控方面，具备自润滑材料设计、陶瓷材料强韧设计、陶瓷材料烧结制备等技术。在陶瓷轴承、自润滑保持架方面形成了应用验证。	闫柯/陈飞
17	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	高速数字化超声波采集卡	超成像无损检测、超声无损检测	超成像无损检测技术是现代超声无损检测中最具有吸引力的技术，是实现缺陷定位、定量和定性、以及无损评价的关键技术之一。在机械、电子、医疗、地质、海洋、军事、航空航天、材料科学等领域有着极其广阔的应用前景。项目采用片上化技术研发出超声发生与采集数字化设备，并集成了运动控制系统，将超声采集与扫描控制有机地融合与一体。技术指标：声发生频率 $\leq 500$ MHz；声发生电压 0V-400V；声采集频率 1GHz；控制轴数 3 轴；通讯方式：UDP。技术成熟程度 9 级。可以广泛应用到无刷检测技术。	庄健
18	智能制造	高端装备数	柔性线焊接智能	产线自动化、	针对 WQ 自动化生产与装配工程中点火线等柔性导线焊接无人化的问题，	庄健

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		数字化设计与制造团队	协作机器臂	智能机器人、自动控制	本技术采用智能控制与人机远程交互协作技术实现柔性导线自动焊接目标。协助智能机械臂采用视频反馈与远程协作方式实现人工远程协作方式能够完成导线的剪断、剥线、焊接、穿热缩套管、点胶等动作，剥线与焊接的成功率不低于 99%；远程协作距离大于 3km；导线类型为：四氟薄膜绕包线，外径不大于 0.62mm。技术成熟程度 8 级。可以广泛应用到武器自动化装配与制造生产线。	
19	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	通用滑动轴承分析软件	滑动轴承、可倾瓦轴承、推力轴承、径向轴承、润滑分析	DLAP (Dynamic Lubrication Analysis Program, DLAP) 是一款通用滑动轴承设计与分析软件，可用于计算和分析各类常见动压润滑，静压润滑，动静压润滑，和混合润滑的径向和推力轴承的润滑性能。软件包含的分析计算类型包括流体动力润滑(HD)，热流体动力润滑(THD)，弹性流体动力学润滑(EHD)，以及热弹性流体动力学润滑(TEHD)。同时具有考虑混合润滑，考虑弯矩，考虑动态载荷，考虑磨损，可自定义油槽与修形，联合 ANSYS 等实现任意复杂模型的双向流固耦合分析等一系列特色功能。- 软件具有界面简洁，结果准确，操作简便，自定义功能强，接口开放等优点，已应用于国防，军工，能源，化工，风电，水电，航空，冶金等领域的三十余家行业龙头单位。	裴世源
20	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	微米级测量精度的大尺寸空间激光测量系统	激光干涉测量仪、大尺寸测量、智能制造、激光雷达	在大型高端装备制造及装配，高精度机床/机器人等精度标定和检测、大尺寸构件加工精度的高效测量、运行过程中整机/大型结构变形监测与振动检测等工业场景中均要求微米级的距离/位移/振动测量精度。激光光频扫描干涉测距技术 (FSI) 实现了绝对距离的高精度测量，具有测量范围大（十米乃至几十米）、测量精度高（微米级）、无导轨、可断光、低成本等特点，具备传统激光跟踪仪、激光干涉仪等相对位移激光干涉仪不具备的性能，具有广阔的应用前景。本项目研发了激光绝对测距干涉仪、测振仪及其组合的多站式测量系统，已完成样机研发并在火箭/卫星装配测量中进行了应用测试	刘志刚
21	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	智能轴承技术	智能轴承、集成监测、智能运维、边云协	针对极端工况下高端装备轴承运行状态评估预测问题，提出了轴承声、振、温、速、载多物理量集成监测技术，开发了多物理量多采样频率同步测量系统、数据储存传输系统、供电系统以及边缘数据处理方案；构	朱永生

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				同、服役调控	建了基于智能轴承的高端装备边云协同感知系统, 实现了智能算法、工况信息及物理模型的云端深度融合, 形成了基于边云协同策略的高端装备运行状态智能化感知决策系统; 构筑了面向滚动轴承及装备系统运行状态孪生的数学本征模型, 解耦了滚动轴承及装备系统运行状态表征与状态调控量间的关联机理, 攻克了面向性能驱动的轴承预紧、润滑、冷却等多服役保障量的协同调控策略。研制了智能轴承原型样机, 开发了国内首款机床用智能轴承-主轴产品。	
22	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	智能主轴技术	智能主轴、集成监测、颤振监测、颤振抑制、智能调控	面向高速高精加工过程, 构建了基于主轴状态监测信息的高速切削颤振在线监测方法, 发展了主轴运行健康状态智能评估理论, 开发出内置多类别传感元件的智能主轴及软件系统, 行业首次应用并实现高速铣削加工早期颤振的在线监测与主轴健康状态的智能评估; 提出了针对跨工况加工条件下机床差异性需求的主轴性能主动调控策略, 开发出基于液压可变预紧的智能主轴及控制系统, 行业首次应用并实现机床主轴预紧力的在线调节以满足跨工况条件下主轴性能的主动调控; 针对高速切削加工过程中主轴切削颤振现象, 创建了面向高质量加工的智能主轴高速切削颤振主动抑制方法, 创新研制国内首台内置非接触式电磁作动元件的高速铣削颤振主动抑制智能主轴。	万少可
23	智能制造	高端装备数字化设计与制造团队	主轴系统仿真分析技术	主轴、理论建模、仿真分析、精动态行为、热特性	提出了多物理场下载荷变形协调耦合分析新思路, 构建了机床主轴-轴承系统多物理场耦合的统一数学描述方法, 基于创新提出的热网络法主轴系统瞬态/稳态温度场高效求解模型、五自由度主轴-轴承动力学模型多层嵌套迭代算法等, 发明了主轴-轴承转子系统多场耦合高效高精数值仿真分析技术; 研究了主轴关键设计参数对服役工况下主轴系统动态行为影响机理与规律, 突破了面向高性能主轴关键几何表征量与核心物理特征量间的数学本征关系, 提出了面向跨工况服役性能增效的主轴几何表征与物理特性融合的协同优化设计理论; 开发了国内首套机床主轴系统专用数字化设计仿真软件工具集, 实现机床主轴静动态特性与热特性的高效预测仿真分析及核心参数优化设计。	万少可
24	智能制造	高端装备数	装配界面设计技	装配界面、形	面向航空发动机、火箭发动机、机床等各类机械装备的关键装配结合面	林起崧

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		数字化设计与制造团队	术	貌主动设计、硬度分布设计、螺栓拧紧工艺、胶粘连接工艺	与螺栓连接、胶粘连接等部件，以提升或改善密封性能、装配应力、摩擦磨损、接触热阻等各类装配连接性能为目标，开展结合面表面形貌、硬度分布等几何/物理参量的主动设计与螺栓拧紧工艺、胶粘连接工艺等优化；开发专用设计方法与软件工具、关键结合面设计图纸等；形成新的装配工艺规范等；技术成熟度3级。	
25	智能运维	高端装备智能运维团队	大数据驱动的故障诊断	大数据、状态监测、故障诊断、智能运维，高端装备	针对高端装备故障数据稀缺、数据标注成本高、个体差异显著等问题，建立了大数据深度智能诊断技术、故障迁移智能诊断技术，实现了跨场景/跨装备故障诊断，并研发了多源大数据智能诊断软硬件系统，为精密轴承自动化制造质量管控以及新能源汽车、核电设备、轨道列车等高端装备的运行安全保障提供成套的状态监测与故障诊断服务。	杨彬
26	智能运维	高端装备智能运维团队	动态视觉非接触式微振动测量技术	机器视觉、非接触式测量、振动测量、位移测量、振动频率测量	团队基于新一代神经形态动态视觉传感原理，建立了动态视觉赋能的机械设备微振动非接触式测量技术，实现通过相机端采集设备视觉信号，完成对设备多关键部位微振动特性的准确估计，并研发了原理样机，可满足工程易部署、高精度的非接触式视觉振动测量需求。相比于激光多普勒、高速相机、电涡流等非接触式传感方法，该技术成本低、部署环境要求低、视觉测量“面覆盖”、复用性高、计算效率高，可应用于发动机、机床、轧机、风机等设备振动监测的工程场景。典型技术指标：1.准确测量振幅<0.04mm的机械微振动特性；2.准确捕捉旋转机械微振动转频、谐波、故障频率等关键成分；3.实时微振动测量。	李响
27	智能运维	高端装备智能运维团队	高端装备结构振动控制	动力学设计、振动控制、智能结构、动强度	针对航空航天高端装备的严苛服役运行环境，开发了机电磁多场耦合设计建模技术和非线性重载宽频振动控制技术，形成了智能结构动力学设计软件和隔振产品优化工具，提供面向关键机械装备健康监测的智能结构设计优化、可靠性提升方案，以及振动测量评估、非线性隔振、动强度设计方法。	曹军义
28	智能运维	高端装备智能运维团队	工业人工智能	工业人工智能、工业大数据、机器视觉、工程日	团队研发了工业人工智能技术，针对智能制造、航空航天、轨道交通等具体工业场景，针对性地研发能够解决工程问题的人工智能算法，实现海量工程日志数据、监测数据、视觉数据等多源大数据的智能化处理、自动特征提取、模式分析，提升生产效率、提高产品质量、实现设备预	李响

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				志、预测性维护	测性维护。	
29	智能运维	高端装备智能运维团队	企业级润滑油综合管理技术	润滑油健康管理、失效诊断、故障溯源、状态预测	聚焦多工况耦合下装备润滑油健康管理难题，开发了多指标协同、机理驱动的润滑油性能表征模型和综合评估方法，研发了满足企业定制化需求的润滑油系统健康管理平台，提供润滑油监测大数据管理、多指标融合分析、状态评估与失效诊断、故障溯源与寿命预测服务。	王硕
30	智能运维	高端装备智能运维团队	人体可穿戴健康监测	帕金森、神经退行性疾病、可穿戴健康监测	帕金森病作为目前患病人数增长速度最快的神经退行性疾病，其早期症状隐匿且患者间个体差异显著，使得该病的早期诊断与病程监测是目前临床诊疗的一大挑战。联合香港中文大学和西交大一附院提出了人体步态动力学建模技术和可穿戴病理特征提取与智能诊断技术。研发了神经退行性疾病步态建模软件，以及可穿戴步态、手环、手写笔迹等健康临床分析系统。融合了帕金森病诊断、柔性可穿戴传感和多源数据分析等前沿技术，揭示了帕金森病障碍症状与人体多源生理参数之间的映射规律，实现了通过可穿戴设备精准量化帕金森病患者的病程、用药和智能早期诊断。	曹军义
31	智能运维	高端装备智能运维团队	润滑油膜厚度在线监测技术	润滑油膜厚度、超声测量、原位监测、润滑失效评估及预测	针对机械装备润滑失效的在机监测难题，团队开发了基于超声反射测量的润滑油膜厚度原位在线监测系统，可实现 1 微米-500 微米大范围润滑油膜厚度的连续测量，测量分辨率达 0.2 微米。提供装备轴承等关键部件润滑失效的原位在线监测、表征、评估及预测服务。	武通海
32	智能运维	高端装备智能运维团队	数据治理与智能表征技术	大数据质量评估、垃圾数据清洗、微弱特征提取	大数据质量评估与异常修复技术，自适应加噪的微弱特征增强技术，自适应连续触发预警技术。开发了工业云平台大数据治理工具包和机械早期微弱故障预警系统。提供安全服役需求的大数据治理与分析方法，涵盖大数据质量评估、垃圾数据清洗、异常数据修复、微弱特征增强等能力。	雷亚国
33	智能运维	高端装备智能运维团队	数模联动的寿命预测技术	数模联动、寿命预测、疲劳测试、可靠性	针对时变工况的复杂机电系统性能退化评估和寿命预测难题，开发了多尺度工况转换寿命预测技术和多源数据融合剩余寿命预测技术，研发了随机退化建模及寿命预测工具包和旋转机械关键零部件寿命预测系统，	李乃鹏

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				评估	提供装备在线健康评估与寿命预测技术服务，以及疲劳测试和可靠性分析服务。	
34	智能运维	高端装备智能运维团队	数字孪生	数字孪生、虚实交互、模型降维、不确定性评估、系统韧性分析	高保真数字孪生模型搭建技术，数字孪生可靠性分析技术，模型-物理系统实时交互技术。开发了特种车辆及航空装备数字孪生健康管理生态系统。提供高端装备服役性能动态全息表征、寿命预测及智能运维等服务。	雷亚国
35	智能运维	高端装备智能运维团队	油液状态在线监测技术	油液在线监测、状态智能诊断、故障溯源	针对润滑油监测指标多、诊断精度差的难题，开发了涵盖“磨损-理化-污染”三属性多指标【粘度-水活性-介电常数-磨粒浓度-污染度】的润滑油状态集成在线监测和故障智能诊断技术，研发了润滑油全信息在线监测设备和实时分析软件，提供润滑油多属性指标的在线监测、失效诊断以及故障定位技术服务。	武通海
36	智能运维	高端装备智能运维团队	装备磨损在线监测技术	磨粒在线监测、磨粒图像分析、磨损失效预警	针对机械装备传动部件磨损状态监测精度低难题，开发了磨粒三维图像传感器【磨粒分辨率5微米，监测范围20-500微米】和磨损状态智能诊断技术，研发了面向装备磨损状态在线监测、现场检测、专家诊断三类应用场景的监测设备与诊断软件，通过磨粒数量、类型、材质三类监测指标的综合分析，实现了装备传动部件磨损性能退化的监测与故障预警。	武通海
37	增材制造	高性能材料增材制造	便捷分子检测芯片	激光制造、康复医疗	疾病标志物分子检测在疫情防控、疾病管理、精准医疗等方面发挥着重要作用，但是传统分子检测技术依赖于复杂设备、专业人员操作，通常只能在专业实验室中开展。微流控纸基生物传感器在支持便捷、低成本诊断方面具有巨大潜力。本团队利用激光加工技术实现纸基石墨烯电极和微流控元件的高效可控制造，通过调节激光参数可以控制纸基石墨烯材料与形貌特征，优化其电学和电化性能，并可精确制作微流控通道。针对葡萄糖、乳酸、尿酸等代谢产物的检测需求，团队开发了可完成并行检测的纸基芯片。针对SARS-CoV-2冠状病毒刺突蛋白等标志物的免疫检测需求，团队设计了可折叠式微流控纸免疫传感器，简化了免疫检测操作。	李骁
38	增材制造	高性能材料增材制造	单晶高温合金叶片激光能量沉积修复	单晶叶片、激光修复	面向单晶叶片的维修再制造需求，开展单晶高温合金叶片的激光熔覆修复装备、材料体系以及工艺开发研究。	王富

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
			技术			
39	增材制造	高性能材料增材制造	电磁吸波与电磁屏蔽结构设计制造	吸波材料与结构,电磁屏蔽,超材料,超表面,RCS,3D打印	电磁吸波与电磁屏蔽是航空航天、舰船、地面高价值目标装备的核心关键技术。团队聚焦电磁波功能结构与复合材料增材制造装备研发,突破了电磁吸波和电磁屏蔽功能结构设计、功能复合材料体系、专用增材制造装备研发等关键技术,电磁吸波性能覆盖1-40GHz,最大成型构件尺寸2m*2m*2m,成型精度±0.1mm(≤1m),技术成熟度4级。	梁庆宣
40	增材制造	高性能材料增材制造	定向晶/单晶空心涡轮叶片快速制造技术	增材制造、空心涡轮叶片、陶瓷材料	西安交通大学李涤尘教授,鲁中良教授,苗恺教授团队提出了一种基于增材制造与凝胶注模技术的空心涡轮叶片陶瓷铸型制造方法,可实现复杂结构涡轮叶片的快速制造,加速新型号涡轮叶片的样件验证。该技术具有如下优点:1)成型效率高,型芯/型壳一体化成形,无需开具金属模具,同样无需装配与组模;2)成型复杂结构能力强,可实现任意复杂结构零件的快速制备,陶瓷型芯的结构与形状不受限制,使得制造复杂冷却结构叶片成为可能;3)可以实现定向晶/单晶等不同性能的叶片快速制造。	鲁中良
41	增材制造	高性能材料增材制造	多孔钽金属骨科植入物轻量化设计与3D打印制造	多孔钽植入物、轻量化设计、增材制造	多孔钽兼具优异成骨诱导能力和力学性能,是国际公认的新一代理想骨修复材料。然而,钽密度大、价格高,极大限制了其临床应用前景。项目组建立了完善的多孔钽植入物轻量化设计方案,研发了多孔钽激光熔融增材制造工艺。技术指标包括:85%孔隙率可实现结构减重20-25%;渗透性能提升130%-150%;可实现成本节约达25%。技术成熟程度已达7-8级,在动物实验中已完成相关验证。因此,研究实现了需求导向、性能驱动和目标导向的多孔钽结构轻量化设计,将为低成本多孔钽植入物产品推广应用奠定基础。	高琳
42	增材制造	高性能材料增材制造	负载高成血管性能外泌体的3D打印牛纤/明胶支架用于工程血管化组织	外泌体,仿生血管,组织再生	本技术可构建了一系列工程化外泌体介导的血管化骨再生修复材料,从血管再生和抗炎两个方面出发,提升组织修复能力,攻克组织损伤因血管化不足而导致坏死的临床痛点问题,也为发展新一代血管化组织再生修复材料提供新材料体系。	况慧娟
43	增材制造	高性能材料增材制造	复合激光高精智能抛光装备与工艺	复杂结构抛光、高精度抛光、精准抛光、裂纹修复	针对复杂零部件高精抛光需求,采用复合激光进行精准抛光,达到高光洁度(Ra<80nm),同时具备表面修复、冲击强化效果,可针对工件结构定制化开发装备,技术成熟度高	张航

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
44	增材制造	高性能材料增材制造	高耐磨金属涂层及整体零件制造技术	摩擦副、耐磨零件、长寿命、高熵合金	采用高性能高熵合金进行构件表面涂覆或整体制造金属零件，获得高耐磨、长寿命构件	张航
45	增材制造	高性能材料增材制造	高性能单晶高温合金叶片无缺陷控制技术 & 装备	单晶叶片、定向凝固	单晶涡轮叶片的冶金质量控制难度极高，其造成的废品率高达 30 ~ 40%，成为制约我国先进航空发动机及重型燃气轮机自主研制的“卡脖子”问题。针对该难题，本项目在单晶叶片冶金缺陷形成机理及控制技术方面开展了创新性研究，揭示了单晶叶片定向凝固过程中显/隐性冶金缺陷的形成机理，提出了控制工艺方法，开发了基于重力平衡原理的单晶叶片定向凝固新技术。杂晶、条带晶及“马赛克”等缺陷发生率降低了 80%，完全消除了雀斑缺陷，叶片良品率提升了 20%以上。	王富
46	增材制造	高性能材料增材制造	功能化骨骼肌组织 3D 打印	骨骼肌，增材制造，生物芯片	项目组前期已搭建了多细胞/多材料 3D 打印系统，满足骨骼肌细胞高精度精确沉积与微结构打印成形的要求；研发了三维骨骼肌类组织的制造工艺，制造了可控肌纤维排布的二维肌肉薄膜、三维平行肌模型、三维羽状肌模型等，可用于相关病理药理模型构建。	高琳
47	增材制造	高性能材料增材制造	功能陶瓷催化剂/微反应器 3D 打印工艺与装备	整体式催化剂、微反应器、3D 打印	功能陶瓷催化剂/微反应器多材料 3D 打印技术是突破增材制造技术在碳转化、储氢制氢等新能源器件制造领域应用的关键技术。本团队提出了传质传热-催化多功能耦合驱动的整体式催化剂/微反应器多层级结构设计方法，开发了功能陶瓷催化剂/微反应器多材料 3D 打印装备，实现了吸附-催化-载体等异质材料的 3D 打印、一体化形性调控与多功能高效融合，在中石油兰州研究中心完成了规模试验验证，相比传统催化剂催化效率提升了 27.6%，压缩强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，成形尺寸 $\geq 1$ 立方米，成形精度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，日产量 $\geq 1$ 立方米，解决了结构化催化剂产量/效率低、力学性能差、压降高等问题。技术成熟程度：TRL4 级，可搭建智能化 3D 打印生产线。	田小永
48	增材制造	高性能材料增材制造	功能陶瓷结构设计与多材料多喷头 3D 打印	陶瓷基复合材料、过滤器、整体式催化剂、微反应器	功能陶瓷结构设计与多材料/多喷头高速增材制造技术是突破陶瓷增材制造技术在热防护、能源催化、吸附、过滤领域应用的关键技术。本团队提出了传质传热、吸附催化等功能驱动的功能陶瓷多层级结构设计方法，开发了功能陶瓷多材料/多喷头高速 3D 打印系列装备，探索了基于图像识别的多喷头 3D 打印在线检测与闭环控制技术，实现了复杂结构功能陶瓷的 3D 打印、形	田小永

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					性调控，完成了碳化硅过滤器、整体式分子筛催化剂、连续石英纤维增强陶瓷基复合材料的验证。3D 打印功能陶瓷催化剂相比传统催化剂催化效率提升了 27.6%，成形尺寸 $\geq 0.6$ 米，成形精度 $\leq 0.3\text{mm}$ ，日产量 $\geq 1$ 立方米，解决了功能陶瓷产量/效率低、力学性能差、压降高等问题，技术成熟程度达到 5 级。	
49	增材制造	高性能材料增材制造	活性毛细血管网络与心肌组织生物制造	心血管、药物模型	毛细血管、心肌等活性组织生物制造是用于生物机理、药物筛选的理想模型，有望避免由二维细胞培养、动物实验等所带来的有效性差、种属差异大等关键问题。本团队提出了仿生微流道网络的微细结构制造方法，实现了仿生多级别多尺度管道结构在硅橡胶、水凝胶等不同材料的精确制造，建立了复杂仿叶脉微流道系统的高效建模与流体分析方法，揭示了其内部流体高效传输规律，实现了直径在 50-300 微米范围内的多尺度毛细血管网络制造；提出了微结构引导定向心肌组织制造方法，所构建心肌组织表现出高度定向细胞微结构、大面积同步跳动、可检测电生理信号以及心肌细胞特异性蛋白和成熟基因高度表达等优异特性，可用于心血管药物作用的实时检测。	毛茅
50	增材制造	高性能材料增材制造	减振降噪结构与快速制造	降噪，水声，超材料，超结构，3D 打印	振动噪声控制是确保飞机、舰船、高铁等重大装备工作性能、精度、安全性、可靠性和服役寿命等的关键技术。团队针对轻量化、吸隔声一体超结构与复合材料快速制造开展攻关，突破了低频宽带吸隔声设计、复杂超结构快速制造装备和工艺关键技术，空气声产品吸声频带覆盖 20-20000Hz，技术成熟度 4 级。水声超结构吸声频带 800-10000Hz，耐水压 3MPa，厚度仅为 37mm，技术成熟度 3-4 级。	梁庆宣
51	增材制造	高性能材料增材制造	金属零部件增材制造原位修复技术与装备	增材制造，激光熔覆，修复，再制造	针对航空航天、能源动力、石油煤炭及化工等领域的高端装备金属零部件的断裂、磨损、表面腐蚀等引起的零件功能失效以及大量报废零件带来的环境污染、资源浪费问题，采用金属原位增材制造技术对失效的金属零部件进行修复，使其恢复原有性能，延长服役寿命。可大幅节约资源和能源，促使制造业的降本增效与转型升级，助推我国“双碳战略”的实施与新质生产力的发展。技术成熟度已达 5 级以上，具备良好产业化条件与前景。	杨强
52	增材制造	高性能材料增材制造	聚醚醚酮材料 3D 打印技术	增材制造、聚醚醚酮、聚芳	西安交通大学高性能材料增材制造团队在李涤尘教授的带领下长期从事聚醚醚酮、聚芳醚酮类材料的 3D 打印装备工艺研究，形成了三类增材制造工	孙畅宁

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				醚酮、复合材料	艺装备：1) 自主研发了聚醚醚酮及其复材的丝材熔融挤出成形 3D 打印装备工艺，面向汽车、航空航天、生物医疗等领域开展技术服务和产业化合作，制件性能超过注塑件，断裂延伸率最高可达 140%，目前设备已经实现了商业化，为多个行业开展了技术服务工作；相关技术在医疗领域服务临床应用 300 余例，面向多个航空航天典型场景开展了技术服务；2) 自主研发的高温聚合物复合材料的螺杆挤出 3D 打印装备，能够实现聚芳醚酮基复合材料的制造，目前设备已经实现了商业化，具备开展技术服务的能力；3) PEEK 粉末床熔融 3D 打印装备工艺，面向各领域开展设备销售、技术服务、合作研究。	
53	增材制造	高性能材料增材制造	抗裂纹高铝钛镍基高温合金成份设计及增材制造技术	高温合金、增材制造、抗裂纹	目前增材制造用高温合金粉末基本都采用传统的变形和铸造高温合金制备，然而增材制造成形过程相比于传统热加工工艺存在冷速大和温场叠加、不均匀的特点，易导致传统高温合金在打印过程中微裂纹的大量形成，影响成形件的性能和产业化应用。因此，项目组针对增材制造技术工艺特点，开展面向增材制造用抗裂纹镍基高温合金成份设计，开发出了 3 款抗裂纹性能好的高铝钛镍基高温合金，开展了打印工艺验证研究。	王富
54	增材制造	高性能材料增材制造	可穿戴柔性传感器	增材制造、激光制造、康复医疗	可穿戴设备在健康医疗、消费电子、脑机接口等领域发挥越来越大的作用。然而，现有可穿戴设备大多基于硬质材料的复杂制造方法，其人体贴合性较差、制造效率较低。本团队发展增材制造、激光加工等技术，在纸张、聚酰亚胺薄膜、织物、弹性体等柔性轻便材料上实现石墨烯微纳结构高效可控制造。为适应人体复杂形貌和动态行为，综合运用电极形态、表面功能化和电化学机理，提出了基于微纳结构的传感器构建策略，针对不同生物信息进行优化。据此，研发出了可监测多种人体健康指标（如体温、肢体动作、出汗量、汗液 pH、汗液葡萄糖浓度等）的一系列传感器。	李骁
55	增材制造	高性能材料增材制造	连续纤维增强复合材料 3D 打印关键技术及装备成果	复合材料, 3D 打印	西安交通大学李涤尘教授、田小永教授团队于 2014 年提出一种连续纤维原位熔融浸渍复合材料增材制造技术，攻克预浸丝制备、工艺机理、界面调控等基础理论与共性关键技术，突破国外封锁研制出具有自主知识产权的连续纤维复合材料增材制造高端装备，具备 2m 级复合材料构件一体化制造能力，使复合材料加工成本可降低 20%-50%，生产周期缩短 5 倍以上，为解决传统复合材料制造成本高、周期长、构型简单等瓶颈提供了创新性解决方案，技	田小永

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					术水平国内外领先，研究成果支撑了我国首次太空 3D 打印试验，转化成立两家产业化公司，累计产值超过 3500 万，已形成了原材料、装备、软件完整的工业产品体系，技术成熟度达到 6 级以上，在航空航天等领域实现了无人机机翼、卫星臂杆等典型应用。	
56	增材制造	高性能材料 增材制造	面向 3D 打印的多层级复杂结构优化设计	增材制造、结构设计	新型复杂功能结构的创新亟需新的设计理念和方法，以在其巨大的可设计空间中对指定性能实现高效精准定位。我们面向 3D 打印的多层级复杂结构优化设计，提出了基于模块化设计的创新思路，突破了传统基于“试错法”的设计局限，并基于该方法实现了绝对零刚度、多稳态等一系列具有反常规力学性能的新型超构材料，该方法技术成熟度较高，解决了机械工程领域长期面临的全频段隔振降噪、吸能抗冲击、热变形可控、非电机机械信息处理等问题，为 3D 打印复杂结构的优化设计提供了新的设计思路。	吴玲玲
57	增材制造	高性能材料 增材制造	面向工业、航空航天领域的承重件结构材料优化设计制造与评价	增材制造、材料力学、拓扑优化、声子晶体	1) 结构力学与材料力学分析（金属、高分子、复合材料）：1) 面向航空航天领域的承重构件的宏微结构轻量化设计和动静态服役性能有限元分析；2) 面向限域宽频隔振、减震、吸能、多孔等多功能需求的结构设计，原形 3D 打印制造和性能评价；3) 面向复杂结构的金属、高分子构件与材料力学相关的静态、动态疲劳、冲击等产品性能分析和实验评价；先后为多家企业提供产品轻量化设计及原形性能测试服务。	王玲
58	增材制造	高性能材料 增材制造	面向康复医疗领域假肢矫形器等器械的研发	康复医疗、假肢矫形、3D 打印	1) 面向康复领域个性化矫形器械的研发，拥有授权发明专利 10 余项，已转化 3 项。1) 研发新型个性化 3D 打印假肢接受腔，提出的“刚柔组合”设计及定向纤维增强的 3D 打印制造方法显著提升了接受腔安全性和舒适度，产品已进入临床实验；2) 研发了高舒适度低成本 3D 打印定制化矫形鞋垫，已有 100 例临床应用；3) 研发了基于足底生物力学分析的个性化变模量 3D 打印糖尿病鞋垫，有效实现足底应力峰值降低 25%，预防糖尿病足的发展，已有临床应用 20 余例；4) 个性化上肢和脊柱侧弯矫形器的优化设计及 3D 打印	王玲
59	增材制造	高性能材料 增材制造	面向可控温场的无机粘结剂喷射整体式砂型及陶瓷型壳	陶瓷型壳、粘结剂喷射	面向大型复杂铸件铸造过程中的组织不均匀、性能差异大的问题，开展了面向可控温场的无机粘结剂喷射整体式砂型及陶瓷型壳制备技术研究，获得了组织均匀性好，性能优异的铸件，并在徐工集团整体式高压多路阀的铸造过	王富

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
			制备技术		程中得到了应用。	
60	增材制造	高性能材料 增材制造	面向医疗领域的人体植入器械/工具的研发与临床前评价	增材制造、材料力学、医疗器械、康复医疗	1) 研发多种个性化人体植入物医疗器械, 包括人工椎体、胸肋骨、股骨、髌膝关节、人工盆骨等, 已有 200 余例进入临床应用。实现多个 3D 打印个性化人工假体的世界首例应用, 技术支撑相关企业获得 III 类器械注册证 2 张。该领域获批发明专利 30 余项, 已转化 12 项; 2) 人体生物力学分析, 面向人体组织 (关节、骨、软组织) 等的多工况下服役安全性能及失效形式等有限元分析及多体动力学分析, 先后为多个医疗器械公司提供药监局注册前产品选型分析报告; 3) 提出与人体组织性能适配的人工植入物的拓扑优化和多孔结构设计, 发表高水平 SCI 论文 20 余篇, 验证了 3D 打印钛合金和 PEEK 为代表的多孔人工植入物在体内的生物整合能力, 为多个企业提供医疗器械产品原形制造及临床前性能评价 (测试大纲、测试报告)	王玲
61	增材制造	高性能材料 增材制造	面向医疗三维体外组织模型制造与生物反应器的研发	生物制造、生物反应器、体外模型	1) 面向人体组织修复和体外模型构建需求的组织工程支架的研发, 拥有授权发明专利 5 项。1) 体外构建多种面向脑、骨、软骨等组织的体外三维仿生组织器官及病理药理模型, 研发多种基于水凝胶和多细胞等活性生物材料的体外组织的 3D 打印制造技术。研发出的三维血脑屏障 (BBB) 模型能有效实现仿生体内天然屏障功能, 可用于药物测试; 2) 面向体外构建的三维活性组织器官动态培养的 (灌注、载荷) 生物反应器研发, 研发的反应器根据组织评价需求可具备电阻值测定、电生理测定、生物化学成分测定以及灌注的耦合多功能。为血液科、神外等临床科研单位提供相应的屏障模型进行病理药理研究。	王玲
62	增材制造	高性能材料 增材制造	耐高温复合叶片先进制造技术	复合叶片	面向新一代航空发动机热端部件性能需求, 开展 CMC 复合材料/单晶高温合金复合叶片活化铸造连接技术研究。	王富
63	增材制造	高性能材料 增材制造	难熔特种合金增材制造工艺	难熔高熵合金、耐高温合金、激光增材制造	针对难熔高熵合金、WFeNi、TaW 等特种合金增材制造开裂、孔隙缺陷等问题, 实现高精度 (0.05mm)、高致密 (>99%)、高性能难熔合金增材制造样件整体制造。	张航
64	增材制造	高性能材料 增材制造	轻质高强材料多孔结构与 3D 打印	多孔结构设计、强韧性、3D 打印	“材料-结构-性能-功能”有机集成设计与制造成为增材制造发展趋势。现有多孔结构设计单一化导致结构承载能力下降, 研究表明晶体微结构可指导宏观晶格结力学性能设计。前期研究中, 已完成了单晶与多晶胞融合结构	高琳

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					设计-制造-实验-评估工作, 弹性模量最大可提升 537%, 屈服强度最大提升 435%, 能量吸收效率最大提升 36%, 并且可节省材料, 显著降低制造成本。在一定孔隙率条件下通过对改变变形晶胞支柱直径可调控结构的强度-韧性。	
65	增材制造	高性能材料增材制造	全固态电池增材制造技术	增材制造、原位成型、超材料结构	高安全的全固态电池能量密度高, 少见短路、热失控等问题, 可实现长续航和快充电, 发展全固态电池技术已成为时代发展的必然趋势。设计新颖电池结构能够提升固态电池界面性能, 增材制造技术则是实现新颖结构的高效手段。当前, 课题组基于提出的全固态电池增材制造技术, 已搭建多材料原位 3D 打印机 (样机), 形成新型超材料结构电池设计方法、面向三维固态电池的多材料复合增材制造打印的系统方法等, 部分内容已申请发明专利, 未来有望促进电池制造技术创新、开辟电池性能提升新途径、提高生产效率、加强产业竞争力。	鲁中良
66	增材制造	高性能材料增材制造	生物 3D 打印与原位修复多组织创伤	增材制造, 材料挤出, 生物墨水, 原位修复	原位生物 3D 打印机 (样机)、复杂创口的扫描与损伤模型快速重建、机械臂与多喷头打印过程避障路径规划、多细胞打印墨水传统的 3D 打印是基于平面分层在平面基底(即打印工作台)上进行, 而临床上创面底部通常是不均匀和不规则的。课题组面向人体表层复杂创伤, 开发了具有清创、扫描与打印修复的一体化原位生物 3D 打印技术, 通过扫描伤口清创后的形态学特征, 直接将细胞和生物材料沉积在缺损上。三维扫描与重建技术为缺陷修复提供几何结构模型, 使对该伤口有了开展个体化治疗的可能。便于在手术环境下直接在患者身上进行实时打印, 不仅具有很高的解剖精度, 可以指导生物墨水沉积的空间控制, 从而能够构建符合每个伤口独特拓扑结构的定制支架。目前已具备原位生物 3D 打印机 (样机)、复杂创口的扫描与损伤模型快速重建、机械臂与多喷头打印过程避障路径规划、多细胞打印墨水与体外培养技术, 完成了多种动物实验验证。该技术消除了昂贵和耗时的体外分化和多次外科手术, 适合自动化和标准化的临床应用与体外培养	连苓
67	增材制造	高性能材料增材制造	陶瓷/金属异质构件一体化成形技术	陶瓷金属异质构件, 连接	陶瓷/金属复合构件兼具陶瓷和金属的优点, 在航天航空、先进武器装备、能源、电子工业以及刀具制造等关键领域具有广阔的应用前景。然而当前陶瓷/金属复合构件存在残余应力大、连接强度低、服役温度低、稳定性差等问题,	杨强

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					难以满足复杂、严苛环境下的服役性能要求。本项目提出了基于应力匹配设计和增材制造技术在陶瓷基体表面设计并制备出梯度多孔结构，再通过表面活化和精密铸造方法进行陶瓷/金属体连接的新方法，大幅提高了陶瓷/金属异质构件的力学性能和高温服役能力。	
68	增材制造	高性能材料增材制造	陶瓷基复合材料3D打印硬组织植入物	增材制造, 光固化3D打印, 陶瓷及陶瓷基复合材料, 骨植入物, 义齿	口腔内牙冠中重度缺损与缺失会导致颌系统功能障碍、咀嚼系统与消化系统功能紊乱等全身系统疾病, 严重影响患者健康水平、生存质量及心理状态。固定(含种植)牙冠是临床上医患双方首选。与金属相比, 陶瓷的生物相容性、理化稳定性与色彩逼真度优势明显。课题组拥有自主知识产权的光固化3D打印机(样机), 开发适用于纯色与自然色陶瓷义齿的陶瓷浆料、光固化3D打印复杂薄壳陶瓷制件及其辅助支撑技术、包括烧制工艺中变形与裂纹调控的后处理技术, 建立了基于DLP的光固化3D打印陶瓷义齿的完整制造工艺。该技术不仅为快速美学与适度性能人工牙冠提供创新的制造方法, 也可同时应用于骨科陶瓷骨支架、骨软骨支架等制造, 已完成多项动物实验验证, 正在积极寻求合作开展临床实验和建立医疗器械标准。	连芩
69	增材制造	高性能材料增材制造	陶瓷基复合材料零部件增材制造技术	增材制造、陶瓷基复合材料	本团队提出了一种基于物理场辅助的陶瓷基复合材料零部件增材制造技术, 通过对预制体微观结构进行调控, 可有效提高陶瓷致密化效率, 实现了陶瓷基复合材料的一体化快速制备, 进一步推动了陶瓷基复合材料的工程化应用。通过本技术得到的陶瓷基复合材料试样断裂韧性 $\geq 10\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ , 抗弯强度 $\geq 300\text{MPa}$ , 扩展了陶瓷基复合材料在航空航天领域中的应用前景。	鲁中良
70	增材制造	高性能材料增材制造	微纳电子3D打印装备与应用	电子结构, 电子打印	微纳电子3D打印是全球先进制造领域的前沿热点, 逐渐从传统的平面电子器件向柔性电子、曲面共形电子以及三维电子器件制造方向发展。本团队长期开展三维微纳电子3D打印工艺装备研究, 研制了不同工艺原理的微纳电子3D打印原型机, 自主开发了智能化软件控制系统, 建立了高精度曲面柔性电子、曲面共形电路以及三维微纳电子结构的3D打印材料、工艺与技术装备体系, 探索了其在生物电子、共形天线, 嵌入电路等功能结构的应用, 有望为功能化电子电路器件与复杂电磁功能构建的整体制造提供变革性技术途径。	贺健康
71	增材制造	高性能材料	微纳生物3D打印	活性组织, 微	活性组织与器官生物制造是世界各科技强国的竞争高地之一。本团队长期开	贺健康

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		增材制造	装备与应用	纳 3D 打印	展活性组织多材料微纳生物 3D 打印工艺装备研究，研制了具有自主知识产权的微纳尺度多材料生物 3D 打印工艺装备，形成了从生物墨水、打印装备到生物学应用的全链条技术体系，目前已进入中试阶段，服务多家国内高校、医院等的创新研究。该技术装备可应用于组织工程、器官芯片、活性组织制造等前沿研究，也可成为医疗器械企业进行创新产品研发的利器。	
72	增材制造	高性能材料 增材制造	细胞打印生物墨水 研发及含细胞仿生 组织制造	生物制造，生 物墨水，活性 组织	本项目致力于开发用于 3D 细胞打印的高性能生物墨水，并应用于仿生组织制造。该生物墨水能够在打印过程中保持细胞的活性和功能，具备优异的流变学特性和生物相容性。通过优化配方和打印参数，实现了复杂组织结构的高精度构建，推动再生医学和个性化医疗的发展。墨水中的细胞密度达到 $1\sim 10\times 1000000$ 个/毫升，打印后细胞存活率超过 90%，维持至少一周的高活性。生物墨水对多种细胞类型（如干细胞、成骨细胞、神经细胞、成纤维细胞等）无毒，支持细胞增殖和长期分化。目前，已完成生物墨水的配方优化和性能测试，并通过体外实验验证了其在不同细胞类型中的适用性。未来，该技术有望在再生医学、药物筛选和疾病模型构建等领域广泛应用。	朱卉
73	增材制造	高性能材料 增材制造	医用可降解植入物 3D 打印技术	可降解，医疗 植入物，3D 打 印	3D 打印可降解个性化植入物是解决人体软硬组织缺损修复的理想途径。团队长期开展医用可降解植入物 3D 打印工艺装备与应用系统研究，形成了可降解个性化植入物宏微结构设计-仿真分析-增材制造-评价及临床应用的全链条技术体系，实现了可降解乳腺支架、气管外支架、阴道矫形器、肾脏网兜等国际首例临床试验，累计完成临床试验 70 余例，被 CCTV 新闻联播、CCTV10 等报道，被评价为“原创性技术”、“科学家、工程师与医生成功合作的优秀范例”。	贺健康、 孟子捷
74	增材制造	高性能材料 增材制造	智能 3D 打印与创 新设计	增材制造，光 固化 3D 打印， 材料挤出，原 位修复	多喷头、多料槽等材料递送方式为增材制造提供了多材料体系的零部件的快速制造可能，也为材料结构功能一体化创新设计的实现提供有效实现手段。本课题拥有自主知识产权的多喷头挤出式 3D 打印机（样机）、光固化 3D 打印机（样机），结合非接触式扫描技术，研究和开发多种陶瓷基复合材料功能化需求下的打印材料、复杂损伤下扫描图像与修复模型重建技术的数据转换、多材料协同打印路径规划及其多种传感器交互算法与智能化、不同材料界面融合机制及其结合性能评价。该技术已应用于骨软骨等软硬材料支架及	连苓

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					其生物学性能调控、超高温陶瓷基复合材料及其高温力学性能、导热性能调控与创新设计等领域	
75	增材制造	高性能材料增材制造	智能器官芯片	增材制造、激光制造、药物研发	在新药研发、精准医疗及药物安全性评价等生物医药产业的诸多环节中，生物医学实验模型发挥着基础工具的重要作用。器官芯片作为一种新型模型，能够模拟人体器官的三维结构与复杂功能，具备高度的准确性、高效性和成本效益。本团队利用增材制造技术在构建多材料、复杂三维结构方面的显著优势，专注于三维活性组织的精准构建。在此基础上，实现了与活性组织及其微环境深度融合的传感器制造，进而构建了基于感知调控和数据分析的智能器官芯片系统。	李骁
76	智能制造	光学测量团队	白光干涉光学轮廓仪	白光干涉、表面形貌、纳米分辨率	开发了系列白光干涉表面轮廓测量设备，编写了商用软件，设计并实现了最佳光路系统，提出了高精度的三维轮廓提取算法；单视场最大检测范围 (XY) 10mm×10mm，扫描检测范围 (XYZ) 100mm×100mm×0.4mm，垂直分辨率达到了 0.5nm，成果已应用于计量检测机构和精密机械制造企业。	刘涛、杨树明
77	智能制造	光学测量团队	半导体晶圆缺陷检测技术及装备	半导体晶圆、缺陷检测	针对芯片检测领域最具挑战的先进制程晶圆缺陷检测设备亟需，开发出不依赖特殊光源的光学缺陷检测设备，实现了 28nm 及以下制程图形晶圆的高灵敏度缺陷定位；开发出复合纳米探针测量设备，对定位到的缺陷进行高分辨率无损三维成像和表征。融合以上两种设备技术，首次为半导体产业提供晶圆缺陷定位-复查一体化解决方案，推动国产品圆检测设备实现自主可控。已获授权发明专利 60 多项；建立的半导体芯片检测技术创新基地入选了首批“科创中国”创新基地示范项目，获得 2023 年陕西省创新创业大赛一等奖，并获批陕西省“科学家+工程师”队伍建设项目，联合用户开发检测设备产品。	杨树明、张国锋
78	智能制造	光学测量团队	大长径比纳米探针	扫描探针显微镜，碳纳米管增强探针，纳米结构三维成像	针对半导体芯片中大深宽比纳米结构测量需求，开发了碳纳米管探针以及大深宽比微纳结构扫描探针显微测量技术，这对提高扫描探针显微分辨率和降低探针伪影具有显著优势。采用所制备的碳纳米管探针实现了垂直侧壁大深宽比样品的准确测量，而且连续测试行程超过 600000μm，远优于普通硅探针和大长径比硅探针。研制的碳纳米管探针具有大长径	杨树明、于国明

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					比显微成像能力，而且探针参数可根据实际应用要求进行定制。获授权国际国内发明专利 20 多项；核心技术入选了首届中国科协“科创中国”先导技术榜单。	
79	智能制造	光学测量团队	高精度光学非球面/自由曲面关键部件面形检测技术及装备	检测装备、非球面自由曲面光学元件面形检测	自由曲面光学元件因具有出色的光学性能被广泛应用于国家战略发展领域。而进口先进设备对国内禁运，国产现有产品与技术尚未成熟处于明显劣势。为填补技术空白，助力十四五规划战略发展方向，研制自主知识产权光学轮廓测量仪器有重要意义。项目以球面、非球面、自由曲面光学元件为对象，提出了一种集多项干涉测量技术于一体的光学复杂面形检测新路线。仪器研制分别从组合干涉测量理论验证、光路设计、深度学习数据处理等方面开展工作。测量仪将同时兼备测量精度高( $\lambda/200$ )、范围大(500 $\lambda$ )、通用性与环境鲁棒性强等属性，突破现有技术性能单一性限制，具有较好的工业现场在位测量应用前景。基于项目组的平台资源优势与丰富开发经验。该技术已获国家自然科学基金资助 3 项，发明专利 20 余项，软件著作权 3 项，发表高水平论文 20 余篇，研究生国家级、省部级科技竞赛获奖 2 项	李兵、赵卓
80	智能制造	光学测量团队	工业视觉检测技术及 AOI 设备	自动光学检测、结构光三维测量、AOI 设备	自动光学检测 (AOI) 是保证产品良率和产率的重要手段，但是现有高端 AOI 设备主要依赖进口。针对航空航天和汽车精密机械零部件、3C 产品、半导体封装和电子元器件等大规模工业产线的自动化检测需求，开发了振镜式线激光扫描、散斑辅助条纹投影、多视角移轴成像/投影的远心结构光三维测量技术以及深度学习缺陷检测技术，突破了高动态范围复杂结构表面的高精度高效测量难题，研制出了具有自主知识产权的系列 3D AOI 设备，在上述相关领域得到了应用和推广。获授权国际国内发明专利 30 多项。	杨树明、张国锋
81	智能制造	光学测量团队	光学干涉粗糙度测量仪	相移干涉、粗糙度、超光滑表面	基于光学相移干涉技术，开发了系列小型粗糙度光学检测仪器，编写了专用软件，设计了独特的光机系统和减振算法；在普通实验室环境下，可稳定检测粗糙度小于 0.5nm 的晶圆或光学元件表面，在良好减震环境下，能够检测到小于 0.2nm 的粗糙度，在 1s 内完成采集及结果显示，成果已应用半导体企业和光学制造企业。	刘涛、杨树明

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
82	智能制造	光学测量团队	基于变焦显微技术的非接触微小孔检测系统	变焦显微、冷却孔、喷注器、喷嘴	微孔特征广泛存在与航空叶片、燃油喷嘴、喷注器等航空航天关键零部件中，其特征质量将直接影响发动机性能及安全性。传统塞规测量不仅精度低，效率差，而且难以得到轴线角和内部形貌等关键尺寸信息。项目组针对这一问题，研发了一套基于变焦显微技术的非接触微孔测量系统，通过层叠扫描的方式，实现了微孔内部三维形貌的精确还原，及孔径、轴线角等关键特征的高精度评价。目前项目组已于中国航空工业第一集团某研究所实现落地转化，对于 $\phi 0.2\sim 0.7\text{mm}$ 的微小孔，测量深径比大于7:1，测量精度优于 $5\mu\text{m}$ 。	魏翔
83	智能制造	光学测量团队	散斑干涉测量技术及装备	激光，干涉，缺陷检测	开发了数字散斑测量样机，可以测量结构的变形、振动模态等，测量变形精度为0.3微米，测量面积25-400平方厘米。可以扫描测量结构整体模态，扫描范围100Hz-2KHz，技术成熟度5级。	贾书海
84	智能制造	光学测量团队	新型高精度在机气动测量技术与装置	在机测量、气电转换、尺寸检测	气动测量技术被广泛应用于高精加工领域，可在精密机床上实现高精度在机测量以提高加工精度。但其核心部件气电转换器的主要元件依赖进口，且精度、分辨率等指标也和国外先进产品存在差距。为了满足JG领域的高精度在机检测需求，以对标世界最先进水平气电转换器、实现自主可控为目标，本项目组采用新型MEMS谐振式压力传感器和基于差压式结构的高稳定性气路研制了新型高频响气电转换器，可在 $50\mu\text{m}$ 的测量范围内达到0.5%的线性度，该性能与代表国际最先进水平的德国STOTZ公司的DSPW气电转换器相当。且所有元器件均为国产，真正实现了自主可控。考虑到目前相关行业对气动测量系统的需求现状，未来将进一步优化气电转换器的性能，并研制更高精度的气动测量系统。努力在精密制造、在机检测等相关行业推广应用，并全面替代进口。	李兵、陈磊
85	智能制造	光学测量团队	智能视觉高速冷轧制造缺陷检测系统开发	在线检测装备、机器视觉缺陷识别、人工智能检测、高速外观检测	针对劳动密集型产业人工目检精度低、效率差等问题，团队研制了智能视觉检测装备。克服了当前技术灵活性差、训练样本有限、进口仪器昂贵且兼容性低不足。本项目提出了智能识别技术以克服行业痛点难题。项目研究成果普遍适用各类冷轧金属材料制造、包装印刷、电子电路、以及复杂轮廓工业零件生产，在产品质量监督环节具有重要意义。通过攻克现有问题以减少误判率，使缺陷识别率提高至98%以上，效率方面相	赵卓

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					比集成化商业软件提高 50%，检测效率提升至 1000pcs/h，分辨率最小达 1um。方法具有较强的图像处理兼容性，可快速适应升级换代频繁应用场景，检测仪器研制可高度定制化。已获德赛电池、无锡环胜等多家行业领军企业产学研项目支持。	
86	机器人	国际机械中心	面向复杂装备检测的小/微型机器人智能检测技术	小/微型机器人; 智能检测和维修	面向高端装备复杂型腔内部和外部关键易损部件的检测，典型如航空发动机，超/特高压输/变电设备，核电，空间站等场景，针对由于机械疲劳，热疲劳，磨损，振动，烧蚀，污染等多种因素引起的不同故障损伤形式，应用独立开发的小/微型机器人平台，搭载机械臂和多种检测模块，实现跨尺度、多类型损伤的原位识别，检测和维护。提供个性化设计和样机。	彭军
87	智能运维	国际机械中心	数字孪生、智能运维	数字孪生; 可靠性分析; 虚实交互; 模型降维; 不确定性评估; 系统韧性分析	数字孪生高保真模型及生态系统搭建，全方位表征系统服役状态; 数字孪生模型降维分析，提升数字孪生系统计算效率; 韧性数字孪生系统分析技术，提升系统的安全性与可靠性; 不确定性评估以及虚实在线实时交互技术，提升孪生系统实时反应能力。开发了特种车辆及航空装备的数字孪生健康管理生态系统，提供高端装备的在线全息表征评估、服役性能监测及寿命预测等能力。	冯珂
88	医疗健康	海洋技术与装备	便携式微创腹腔镜手术机器人	便携式手术机器人	技术摘要：针对传统腹腔镜器械自由度有限，远端灵活性低、手术精度低，而手术机器人系统设备昂贵，占用空间大、操作复杂等问题，以提高医生完成腹腔镜手术中夹取、缝合、打结、切除组织、分离等操作效率为目的，设计一款便携式微创腹腔镜手术机器人，以提高医生腹腔镜手术操作精度和稳定性。技术指标：手术机器人整体重量小于 500g；功能末端直径不超过 10mm；末端执行器各方向运动范围满足 -90°~90°；末端手术钳开合角度不小于 45°，输出力达到 1N，末端操作误差小于 2mm。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：该款便携式手术机器人主要应用于腹腔镜微创手术中，通过患者腹部很小的创口将手术操作器械送入腹腔内，完成相应手术操作，解决传统腹腔镜手术伤口大，术后恢复慢的问题。	朱子才
89	海洋装备	海洋技术与装备	超结构声纳器件与装置	超结构/声纳	技术摘要：针对海洋装备低代价远程探测和通信需求，在声纳系统构建中引入超结构技术，借助超结构对声波的聚集和各向异性精准调控功能，	刘崇锐

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					团队开展了超结构声呐器件与装置技术研究。常规采用的水听器需要组成阵列才能获得接收增益以提高通信或探测距离，发射换能器需要组成发射换能器阵列才能实现高指向性发射。超结构声呐技术通过单个水听器或换能器即可实现阵列的效果，实现远程通信和目标探测。技术指标：超结构声呐样机能够实现宽带接收增益、高指向性聚束发射和单传感器成像，其工作频带：4k-20k Hz 内一个倍频程；接收增益： $\geq 6\text{dB}$ ；发射波束宽度：25-60°；成像分辨率：10°；装置尺寸：40cm 以内。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：超结构声呐较传统声呐阵列尺寸小、系统简单、规模小、成本大幅降低，可广泛应用于各类水下平台水下目标探测和水声通信中，特别是 UUV 等中小型平台中。	
90	海洋装备	海洋技术与装备	超结构吸声降噪装置	超结构/吸声降噪	技术摘要：基于超材料的设计理念，开发了一种新型的低频噪声吸收技术，突破了现有技术瓶颈，可高效解决重大装备及场景的低频噪声问题，具有广阔的工程应用潜力和前景。技术指标：该技术在 50Hz~20000Hz 的超宽频带范围内可以实现超结构的灵活设计，平均吸声系数高达 90% 以上，隔声量为 30dB 以上，而其厚度仅为传统材料的 1/4 左右。目前建立了国际首例超结构全消声室，另外在大型运输机、航母等重大装备进行验证测试，效果优异。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：该技术主要面向低频噪声控制，可根据目标特性进行灵活设计开发，可广泛应用于高端装备、实验室、会议室、工厂及道路的高效噪声控制。	刘崇锐
91	海洋装备	海洋技术与装备	仿生机器鱼	仿生机器鱼	技术摘要：针对复杂海域水下环境适宜以及仿生隐身的水下航行器发展需求，依靠仿生人工肌肉驱动形式多样化，高分子聚合物本身的难以探测以及驱动过程中低噪声的优点，结合已有的水下航行器流体动力以及机器人动力学分析基础和实验室具备的工艺测试条件，对基于柔性驱动“人工肌肉”的水下航行器进行了研究与设计，仿生机器鱼是一种大尺度水下滑扑一体的未来航行器。技术指标：仿生机器鱼应变 $>15\%$ ，应力 $>90\text{KPa}$ ，弹性模量 10KPa，响应时间 $<0.01\text{s}$ ，寿命 $>5.4$ 百次，速度 $>0.5\text{m/s}$ ，噪声差 $<10\text{dB}$ ，摆动频率 $>3\text{Hz}$ 。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：研制仿生水下航行器平台驱动形式更加多样化，适宜水下更复杂的运动	朱子才

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					与工作环境，在水陆快速搜救、救援物资运输、海洋资源探测、近海防卫等领域应用前景广阔。	
92	海洋装备	海洋技术与装备	两栖波动推进机器人	两栖机器人	<p>技术摘要：针对滨水地区水面、水下、陆上的巡逻、搜索、破障等任务需求，克服传统水陆两栖无人平台推进机构复杂以及仿生两栖无人平台推进速度低、机动性差、稳定性低等问题，基于黑魔鬼鱼波动鳍波动推进的仿生学原理成功研制了水陆两栖波动推进机器人。技术指标：陆上行驶速度<math>\geq 2.5\text{m/s}</math>，水面或水下航速<math>\geq 1\text{m/s}</math>，水面及水下最远行驶里程<math>\geq 5\text{Km}</math>。机器人具备复杂环境的运动能力，可行驶于草丛、砾石、沙滩等复杂路面，水下最大下潜深度<math>\geq 10\text{m}</math>，具备摆脱水草缠绕能力。技术成熟：技术成熟度达到 6 级。潜力展望：可在近海登陆作业和两栖情报收集等任务中发挥重要作用，对促进无人化、信息化和智能化的水陆两栖无人作业系统建设具有重要意义。</p>	胡桥
93	海洋装备	海洋技术与装备	轮鳍两栖机器人	两栖机器人	<p>技术摘要：陆上采用柔性波动推进方式与刚性轮式推进相组合的推进方式，水下采用波动推进与桨式推进相结合的推进方式，兼备高速灵活、隐蔽推进的任务执行能力。基于机器人动力学模型与中枢模式发生器（CPG）拓扑模型等研究，轮鳍两栖机器人应用场景下多种运动模式的切换，实现机器人运动的精准控制与模式灵活切换。技术指标：陆地性能：可通过垂直障碍、<math>25^\circ</math>斜坡、沙石地、碎石路、草地等特殊地形。地面最大运动速度大于 <math>6\text{m/s}</math>，地面最大行程大于 <math>5\text{km}</math>。水中性能：水下最大巡游速度大于 <math>1\text{m/s}</math>，水下最大行程大于 <math>5\text{km}</math>。可实现水下直行、转弯与上浮下潜的六自由度运动，下潜工作深度不小于 <math>10\text{m}</math>。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：水陆作业、物资输送等；科研考察：生物观察、样本采集等；水下搜救、探测打捞等；资源探测：资源勘察、生态保护等。</p>	胡桥
94	海洋装备	海洋技术与装备	水下多功能智能航行器	水下机器人	<p>技术摘要：无人水下航行器（UUV）机动性能好，可搭载各式勘测和作业设备执行复杂作业，在民用、军事领域都极具应用潜力。但现有 UUV 一般针对特定用途研发，仅能搭载专用设备，用途单一，且受各方面因素影响，航行速度较低，影响作业能力。针对现有 UUV 的缺点和不足，成</p>	胡桥

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					功研制了一款多功能、高速无人水下航行器 UUV。技术指标：航速不小于 10 节，搭载水下多物理场探测模块和水下双机械臂作业系统，能够实现探测与处置一体化作业任务。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：情报搜集、海域监视与侦察；特种作业；集群高效作业。	
95	海洋装备	海洋技术与装备	水下多物理场智能探测系统	水下探测	<p>技术摘要：为提高水下探测系统的环境适应性、抗干扰能力和检测精度，本团队将非声物理场（流场+电场）智能探测与声呐探测进行融合，优势互补，创制了水下多物理场智能探测系统，解决了复杂海洋环境中对水下弱小目标探测识别的瓶颈问题，引领我国水下高精度探测技术与装备的跨越式发展。</p> <p>技术指标：流场感知阵列传感器灵敏度<math>\leq 0.005</math> m/s，电场感知阵列检测灵敏度<math>\leq 10</math> nV/m@1Hz，目标位置检测误差<math>\leq 2\%</math>D（D=检测距离）。</p> <p>技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：水下多物理场智能探测系统主要应用于水下机器人、UUV 及水下特种无人航行器，为海洋高端无人装备研制提供了理论和技术支撑，对提高我国海洋装备智能化水平具有重大意义。</p>	胡桥
96	海洋装备	海洋技术与装备	水下液压变速恒频发电系统	水下海流能发电	<p>技术摘要：基于宽流域海水流动能量密度大、储量丰富、流速变化可预测特性，结合液压传动具有功率密度比大、吸收能量波动、柔性连接、无级调速的优点研制水下水流动能高效发电系统。技术指标：该系统发电功率为 500W，应用深度超过 500m，防腐涂层指标 5 级以上（GB/T6461-2002 标准），流速范围 0.50-2.00m/s，系统效率<math>\geq 50\%</math>，系统额定压力 21.5Mpa，系统最高压力 25Mpa，稳态误差小于 1%。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：水下宽流速海域海洋动能高效吸收和转化，实现持续高效发电，将应用于解决海洋传感器电能自给问题，满足水下观测平台和水下航行器等装备的供电需求。</p>	苏文斌
97	海洋装备	海洋技术与装备	系泊式深海供电基站	深海系泊供电	<p>技术摘要：系泊式深海供电基站是一种无缆式深海原位供电系统。此系统通过高实度海流能水轮机将深海海流能转化成机械能，并通过分离式传动系统将机械能传导至发电机中，转化成电能，进而在储能系统中以化学能存储。技术指标：其启动力矩是传统水平轴水轮机 10 倍以上，可</p>	卫红波

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					在低至 0.1 m/s 的深海海流下实现自启动，可部署在超过 95% 的海域，充分利用当地的深海海流能。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：完成深远海海域的海洋监测任务，也可作为重要海域有缆式海底检测网的冗余节点，在战时海底电缆被破坏后可承担部分海洋监测任务。	
98	海洋装备	海洋技术与装备	线控矢量推进水下机器人 (ROV)	水下遥控机器人	技术摘要：针对复杂环境下水下机器人高精度探测与高效率作用的迫切需求，研制了一款面向海洋探测的远程遥控矢量推进水下机器人 ROV，通过互补滤波和扩展卡尔曼滤波融合陀螺仪、磁强计和加速度计等传感器的数据来进行姿态角的解算，提高了水下机器人的运动控制精度。技术指标：探测型矢量推进水下机器人利用偏转机构进行矢量推进，其工作深度不小于 100 米，航速 1.2 节，最大功耗 < 1500W。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：水下机器人的综合性能良好，可以进行探测功能实验，包括摄像探测与声纳探测功能。	胡桥
99	智能运维	海洋技术与装备	中医“悬丝诊脉”远程智能脉诊系统	远程智能诊脉	技术摘要：在现代医学日益发展成熟的今天，中医脉诊仍有其不可忽视的医学价值与意义。对脉象感知机理开展研究，客观、科学地分析中医脉诊过程，进一步研制精确有效的中医智能脉诊系统。这对于智能脉诊系统切实服务于民、促进传统中医文化的传承与现代化发展具有重要意义。技术指标：中医“悬丝诊脉”远程智能脉诊系统能够将传统中医脉诊过程智能化、远程化实现。其额定电压：12V；传感器信号采集频率 0~10Hz（包括人体一般脉搏频率 1~2Hz）；传感器压力感知范围：0~10N（微弱脉搏波动以及按压力）。技术成熟：技术成熟度达到 5 级。潜力展望：建立远程脉诊系统，跨区域，多专家协同诊断。	朱子才
100	航天航空	航天制造与信息工程研究所	爆震燃烧技术	爆震燃烧	爆震燃烧仿真与试验技术：研究爆震燃烧起爆的机理，设计燃烧室封闭端的喷注器，将燃料和氧化剂注入燃烧室，再由火花塞等起爆装置进行点火，形成沿圆周方向旋转、传播的爆震波，而高温高压的爆震产物则经尾喷管进行加速后高速排出，产生推力，形成新型发动机设计与仿真能力。	杜明龙
101	航天航空	航天制造与信息工程研	发动机控制系统半实物仿真技术	航空发动机；液体火箭发	发动机控制系统半实物仿真技术：系统结合了物理实物部件和虚拟仿真技术，通过模拟发动机的各种参数和行为来提供真实发动机的运行过程。	刘金鑫

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		研究所		动机; 空天组合发 动机; 其他动力系 统	发动机半实物仿真系统可用于提供发动机全状态模拟仿真环境、控制系统快速原型、健康管理系统快速原型三大核心功能, 主要用于先进控制算法、容错控制算法及健康管理算法的研制与验证, 具备传感器故障注入、执行机构故障注入和发动机本体关键部件故障模拟功能等。 整体应用情况: 开发了涡喷、涡扇、组合动力等 10 余型发动机数字孪生动态模型以及容错控制验证系统, 支撑多个发动机型号的性能计算, 控制系统定型考核、故障复现、容错试验等应用; 开发了系列化振动试验装备、高温疲劳试验加载装备, 获陕西省技术发明一等奖等奖励。	
102	航天航空	航天制造与信息工程研究所	复合材料结构原位疲劳试验机研制和结构强度评估技术	原位疲劳试 验; 模拟软件	复合材料结构原位疲劳试验机研制和结构强度评估技术: 研制了集成于工业 CT 的原位“拉伸-扭转”力学测试样机, 可实现大幅值、高频率的多轴静态/动态加载, 解决了复合材料结构内部缺陷诱导下损伤演化的定量表征难题。开发了适用于金属、陶瓷、树脂基复合材料的损伤模拟软件, 建立了不同温度湿度环境下树脂基复合材料疲劳寿命数据库和预测模型, 已成功应用于复合材料缠绕气瓶, 新能源汽车疲劳寿命结构强度评估。	陈强
103	航天航空	航天制造与信息工程研究所	高端装备制造企业知识资源集成与应用平台	高端装备; 复杂知识; 智能研发; 智能运维	高端装备制造企业知识资源集成与应用平台: 以实现高端装备的智能研发与运维为目标, 围绕高端装备复杂知识固化、汇聚和服务三大难题开展了系统性研究工作, 打破了传统检索式知识服务方法及平台效率低、可扩展性差、推广应用难等固有瓶颈, 开创性地提出了“自组织集成框架、智能推荐算法与定制服务平台”一体化的复杂知识资源自组织集成融合与智能化定制服务技术体系, 研制了行业首个“1+N”架构的知识可扩展、功能可裁剪、服务可定制的高端装备复杂知识资源智能化定制服务模式与平台。 整体应用情况: 实现了在秦川机床工具集团股份有限公司、西安西电开关电气有限公司、西安陕鼓动力股份有限公司等 9 家典型高端装备制造企业的应用推广, 平均缩短产品研发与运维周期约 39%, 降低研发与运维成本约 21%, 相关成果获陕西省高校科学技术一等奖 1 项。	周光辉
104	航天航空	航天制造与	高精度燃烧数值	燃烧器;	高精度燃烧数值仿真技术: 面向燃烧过程仿真模拟, 开发了基于 WENO	杜明龙

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		信息工程研究所	仿真技术	数值仿真; 高阶格式; 燃烧振荡	格式和高效矩阵求解方法的数值求解器, 提供三阶以上的空间离散格式。该求解器能够对燃烧流场提高较高的流场解析度, 适合模拟热声不稳定等复杂流动现象;	
105	航天航空	航天制造与信息工程研究所	航天器动力学与地面微重力模拟技术	微重力模拟	航天器动力学与地面微重力模拟技术: 该平台将模拟多星系统的运动环境和微重力条件, 可实现航天器的在轨运行、绕飞、逼近、对接等任务的地面试验验证, 可进行先进控制算法验证、新载荷测试、任务流程测试、机构性能测试, 提高任务成功率。	王晨希
106	航天航空	航天制造与信息工程研究所	基于视频的发动机异常状态识别技术	视频识别; 健康管理; 大数据	基于视频的发动机异常状态识别技术: 液体火箭发动机地面热试车是可重复使用火箭发动机研制过程中不可缺少的步骤。针对地面试车过程中可能出现的异常, 研制了一套智能视频异常检测系统, 该系统可以对发动机试验过程中的泄露等异常情况进行预警, 该系统也可应用于发动机放飞前的检测;	马猛
107	航天航空	航天制造与信息工程研究所	激光增材制造过程监控技术	增材制造过程监控	激光增材制造过程监控技术: 激光增材过程监控系统是指在激光粉末床熔融工艺过程中对粉床及熔池信息进行实时监控、分析、评估和控制, 及时探测和抑制成件缺陷, 提升激光增材制造工艺的成形质量, 主要包含粉床、熔池和功率等功能。	王晨希
108	航天航空	航天制造与信息工程研究所	锂电池状态监视与寿命预测技术	健康管理; 寿命预测	锂电池状态监视与寿命预测技术: 面对航天器空间环境的高低温交变载荷与长期在轨服役需求, 研究锂电池状态估计方法, 包括热量管理、荷电状态 (SOC) 估计、电池循环寿命 (SOH) 估计、电池一致性与均衡管理、故障诊断与失效处理、功率管理等。相关成果发表 Nature 子刊一篇。	翟智
109	航天航空	航天制造与信息工程研究所	气/液路监视与诊断技术	航空发动机; 液体火箭发动机; 空天组合发动机; 其他动力系统	发动机气/液路监视与诊断技术: 针对发动机服役安全面临的“部件和传感故障耦合”难题, 构建了“传感容错-在线预警-地面诊断”三级发动机安全保障体系, 首先以发动机数字孪生模型估计作为传感器故障“软备份”, 实现传感器故障容错隔离, 其次, 以数据驱动的深度网络模型来表征发动机气路参数与部件故障的关系, 通过数据降维和网络压缩, 实现基于气路转速、温度和压力参数的发动机部件准实时在线诊断。最后, 研制了地面连续体机器人样机, 通过内窥采集图像, 并利用可变形卷积网络	刘金鑫

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					视觉算法实现故障确诊。	
110	航天航空	航天制造与信息工程研究所	燃烧诊断技术	燃烧器; 数值仿真; 高阶格式; 燃烧振荡;	燃烧器设计与震荡燃烧诊断技术: 具备燃烧器设计与开发能力, 可实现各类燃烧现象模拟与测试系统搭建, 针对燃烧器中经常出现的振荡现象, 确定其振荡传递路径, 准确定位振荡来源, 为改进燃烧器提供依据。	杜明龙
111	航天航空	航天制造与信息工程研究所	人机协同智能装配技术	数字孪生; 航空航天; 人机协同装配	人机协同智能装配技术: 立足于航空航天领域复杂产品人机协同智能装配方向, 瞄准航空航天复杂产品装配质量“不可观·难预测”、“优化难·不可控”等导致的装配效率与一次合格率低、质量预测精度低、质量管控时效性和可追溯性差等难题, 研究形成了一套技术指标完备可靠的基于认知数字孪生的人机协同装配质量智能调控理论、方法与技术体系, 研制了人机协同智能装配单元。 整体应用情况: 相关技术在航天科工 389 厂导弹装配高精度测量与仿真分析、陕飞自动钻铆设备远程监测与调控、成飞战斗机机身对合装配、国投生物铁岭工厂燃料乙醇生产线等实现了落地应用, 促进企业新增销售额 5.8 亿元、新增利润 9 千万元。	张超
112	航天航空	航天制造与信息工程研究所	容错性/可靠性试验技术	航空发动机; 液体火箭发动机; 空天组合发动机; 其他动力系统	发动机容错性/可靠性试验技术: 突破了大推力高频振动试验技术, 建立了多源载荷作用下的复杂结构随机振动响应预示建模方法, 开发了频域、时域、时域-频域混合的振动疲劳寿命评估方法, 经试样级/结构级/整机级试验验证, 应用于发动机冷/热端叶片、换热器微管束、控制附件系统小管路的高周/超高周疲劳试验以及振动强度考核试验; 开发了高温原位疲劳试验系统, 最高可实现 1100K、2KN、10Hz 的高温动态疲劳加载, 结合超景深显微镜与 DIC 算法, 可实现损伤演化动态表征, 细观损伤机理辨别, 亚微米级位移场提取。	刘金鑫
113	航天航空	航天制造与信息工程研究所	柔性电路增材制造技术	柔性电路增材制造	柔性电路增材制造技术: 通过在异形曲面制备功能结构, 实现结构功能一体化, 平台为集成压电喷墨、微笔直写、压电阀喷射功能的曲面覆形化增材制造设备, 能够基于 CAM 运动轨迹实现快速打印成型, 开发柔性电子器件和曲面电路的制造工艺。	王晨希
114	航天航空	航天制造与	旋转机械振动监	非平稳工况;	旋转机械振动监视与诊断技术: 针对航天发动机、风电等领域机械设备	翟智

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		信息工程研究所	视与诊断技术	故障诊断; 健康管理	的监测诊断、健康管理需求,突破了强变工况下非平稳信号处理、机械动态系统建模、传感器诊断等核心技术。形成了“传感数据确认”-“模型机理揭示”-“微弱故障诊断”全方位健康管理技术体系,帮助企业及时发现故障隐患,合理安排备件及维修时机,避免灾难性事故发生。关键技术指标:在虚警率5%以下,能够达到90%的故障诊断准确率。全面推动“事后维护”向“视情维护”升级。相关成果在我国多个风场的风机、航空发动机等场景应用。	
115	航天航空	航天制造与信息工程研究所	液体火箭发动机故障在线预警技术	视频识别; 健康管理; 大数据	液体火箭发动机故障在线预警技术:液体火箭发动机在飞行工作时的状态解决决定飞行安全,飞行实时故障诊断系统是发动机重复使用的关键技术之一,研制了飞行在线实时故障诊断软硬件,并搭载到发动机上进行测试,该技术可以为重复使用火箭的动力重构决策做关键支撑。	马猛
116	智能制造	激光精密制造技术与装备	超快激光“冷-热”特性结合的刻蚀调控技术	超快激光、微纳加工、DFT、分子动力学、功能微纳结构	超快激光已成为高端精密制造领域的核心加工手段,但是超快激光作用机制一直是科学难题,且纯“冷”加工特性难以突破加工性能极限。本技术建立了半导体超快激光“冷”刻蚀模型,并提出了激发态光学特性的新计算方法,其效率是TDDFT方法100倍;此外,首创了超快激光刻蚀的激发态下粗粒化分子动力学模型,明确了超快激光“冷-热”加工调控方法。同时,设计了材料结构一体化的多功能表面,提出了皮秒调制脉冲激光“冷-热-沉积”高效加工方法,获得了宽频吸波、浸润性可控等多功能表面,通过材料属性及结构特性有机结合,应用于拉曼增强及气体传感等领域。技术成熟度4级。	潘爱飞
117	智能制造	激光精密制造技术与装备	超快激光加工装备光机电协同控制技术	超快激光装备、宏微加工、5+n轴、光学检测、光机电协同控制	超快激光加工装备已成为高端精密制造领域的核心装备,在航空航天、3C电子等领域有着广泛应用。与德美日等制造强国相比,目前国内在核心光学器件如光学检测、光束调控的技术层面与国外有相比仍有着较大的差距。本技术深入研究了面向宏微加工领域的5+n轴超快激光加工系统,探索了超精密运控、光学测量、超快激光加工工艺数据库及多元系统集成技术,解决了5+n轴复杂路径生成、轨迹规划、AF聚焦、自适应定位等技术难题,开发了“一拖多”光机电协同控制软件系统,为超快激光高端领域应用提供装备技术支撑,技术成熟度5级。	王晓东
118	智能制造	激光精密制	超快激光精密抛光	超快激光、精	在当前制造业的发展阶段,表面抛光技术的重要性日益突出。相对于传统的	潘爱飞

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		造技术与装备	技术	密抛光、陶瓷材料、半导体、金属材料、微裂纹	机械或化学抛光方法，激光抛光因其无污染、应用广泛、抛光质量稳定及易于自动化等优点而受到广泛关注。特别是，超快激光抛光技术凭借其对材料的普适性与低影响区的独特优点，在陶瓷和半导体等硬脆材料的应用领域展现出了巨大的潜力。本项技术提出了一种调制超快脉冲加工的新方法，并结合了光束空间位姿调控与“冷-热”加工特性的耦合技术。通过这一创新方法，成功实现了钛金属和碳化硅陶瓷表面的镜面级抛光，粗糙度降至 90nm，同时完全避免了传统激光热加工过程中可能出现的表面氧化和微裂纹等缺陷。随着这项技术的深入研究和应用，有望解决半导体材料表面的粗抛光、陶瓷复合材料构件及金属材料表面的精抛光等一系列加工难题。技术成熟度 5 级。	
119	智能制造	激光精密制造技术与装备	超快激光难加工材料的精密加工技术	超快激光、涂层选择性刻蚀、微槽、精密切割、界面退火处理	超快激光加工技术因其在处理难加工材料如陶瓷、高温合金和硬脆半导体方面的独特优势，已成为精密加工领域的首选方案。该技术结合了超快激光与光束调控技术，能够对 AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 陶瓷基板、Si/蓝宝石半导体材料以及钨/钛合金等金属材料进行高精度切割，加工误差 ≤ 10 μm。通过超快激光脉冲整形和扫描方式的耦合调控，该技术还能实现金属与陶瓷、金属与有机基底材料之间的选择性刻蚀，并进行界面层的超快激光快速退火处理。随着该技术的进一步研究和应用，预期将解决多种难加工材料的精密切割、界面层选择性刻蚀及退火等一系列加工挑战。技术成熟度 5 级。	王文君
120	智能制造	激光精密制造技术与装备	超疏液结构化表面激光加工技术	超疏液表面、激光微纳加工、微纳结构加工	超疏液功能表面在军用和民用领域都具有重要的应用价值。现有的涂层方法在恶劣环境下保持性较差，而结构化超疏液表面制备技术更能够满足恶劣环境下的长时间高可靠使用需求。超快激光微纳加工技术由于其对材料的普适性、纳米级加工分辨率和高可控性等优势而成为超疏液表面制造的有力手段。制备的超疏液表面，可以实现水、油等各类液体的超疏，制备效率高，性能稳定，疏水角 160 度以上，滚动角 10 度以下，同时具备耐磨损性、抗腐蚀性等多功能特性。技术成熟度 5 级。	王文君
121	智能制造	激光精密制造技术与装备	大面积高深宽比亚微米结构激光复合加工技术	高一一致性亚微米结构、大深宽比、激光微纳加工	真三维亚微米结构的高质量加工是微纳制造领域面临的技术难题。超快激光以其“冷”加工效应，能够在材料表面诱导获得尺寸、形状可控的大面积周期亚微米结构阵列，再结合掩模等离子刻蚀，可实现大深宽比亚微米结构阵列的大面积高效加工，结构宽度从百纳米以下到数微米，结构深度在百纳米至	王文君

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					一微米范围可控。技术成熟度 5 级。	
122	智能制造	激光精密制造技术与装备	带热障涂层的大深径比微孔加工技术	超快激光微孔加工、大深径比、粗糙度、重铸层、热影响区、	高压涡轮叶片是航空发动机技术要求最高的核心部件，带热障涂层涡轮叶片气膜孔高质高效加工是未来航空发动机制造的必然趋势。针对目前加工方法中存在大深径比微孔的孔深饱和，孔壁存在大量碎屑，涂层开裂等问题，本技术提出了基于超快激光光束相对姿态调控与辅助吹气相结合微孔加工技术。该技术有效提高了微孔的穿透效率，目前已实现 1-6mm 无锥孔加工，同时实现了深径比为 34: 1，锥度为 0.97° 的 8 mm 微孔加工；同时提出了脉冲时序调控微孔内部等离子体分布技术，有效降低了微孔孔壁粗糙度，实现了孔壁粗糙度为 0.8 μm 突破，同时涂层无微裂纹，无热影响区。随着目前工艺的继续优化，可进一步实现超快激光一致性高质高效微孔加工，建立激光制孔工艺评价标准，实现样件的高性能制造。技术成熟度 5 级。	凡正杰
123	智能制造	激光精密制造技术与装备	高端电池激光微纳制片技术	锂离子电池，钠离子电池，储能技术，激光加工，激光切割，微纳结构	锂（钠）离子电池在电子设备、电动汽车、智能电网、生命健康、航空航天、国防军事等领域具有广泛深入的重要应用。当前，高安全、高能量、大功率、长寿命、宽工况的高端电池成为制约电池技术及相关行业发展的关键瓶颈之一。基于二次金属离子电池的电化学工作原理，在集流体和电极表面设计了一系列独具特性的分级微纳结构，采用超快激光实现了不同微纳结构的一体化、精密、可控、可靠制备，在满足生产制造过程力学要求的前提下，大幅减少了集流体等辅材重量和提高了电极面密度，显著改善了集流体、电极、电解质内部及各层界面之间的稳定性与电荷传输能力，有效提升了电池的能量密度、功率密度、循环寿命和安全性。在此基础上，开发了集流体、电极及隔膜的激光高质量高效率切割方法，巧妙控制了切口的微纳精细结构，进一步提升了电池的安全性和电学性能。系统构建了激光微纳制片技术与理论，解决了厚膜电极性能提升、电极激光加工等难题，有望促进我国电池产业的高端化升级发展与应用。技术成熟度 5 级。	孙孝飞
124	智能制造	激光精密制造技术与装备	激光精密加工的运动控制技术	激光加工、精密运动平台、运动控制、精密定位	激光加工技术已在半导体与泛半导体领域广泛应用。激光加工工艺的开发需与机床控制技术结合，特别是激光器与运动控制系统的集成开发至关重要。基于超精密运动平台、扫描振镜及运动控制系统的装备研制，能有效实现激光加工工艺的精密化与智能化。已完成多种复杂激光装备的开发。超精密运	刘斌

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					动平台采用滑动摩擦轴系的XY 纳米定位平台，行程可达 160mm×160mm，重复定位精度 < 75nm。研发的“基于小孔节流的真空预加载静压共面气浮工件台”已完成样机测试，重复定位精度突破 100nm，在国内外同类产品处于领先地位。技术成熟度 7 级。	
125	智能制造	激光精密制造技术与装备	激光微纳结构加工	激光加工、微纳制造、半导体加工、碳基器件、硬脆材料加工、激光设备	作为以芯片制造、航空航天等领域为代表的核心部件制造，微纳米结构发挥着举足轻重的作用，其加工质量严重制约着核心构件与重大装备的性能与服役寿命。针对纳米特征结构加工，提出了激光辐照微纳探针诱导增强近场刻蚀纳米结构的方法、激光辐照诱导等离子体激元可控连接方法、以及激光近场刻蚀-激光复合化学自组装-激光连接的一体化制造方法，突破了激光衍射极限的限制，研制了激光纳米加工与检测的一体化原位制造装备，解决了十几纳米最小特征尺寸结构的可控加工与纳米导线连接难题，实现了 4 英寸晶圆碳管晶体管的规模制造，有利支撑了后摩尔时代碳基芯片的发展。技术成熟度大于 5 级。针对微米特征结构加工，发明了激光时空整形与空间位姿调控的旋切加工微孔方法、激光光束速度与空间位置调控的分区铣削加工微槽方法、激光“粗加工”复合“二次刃磨”的复合切割加工方法，提出了高质量精细结构加工的激光能场调控工艺策略，突破了激光聚焦成锥与等离子体屏蔽效应的影响，研制了典型微结构的激光精密加工装备，解决了大纵横比无锥度微孔/微槽/切割的高质量加工难题，实现了气膜冷却孔、金刚石热沉微流道、碳化硅、碳基复材材料的高质量加工。技术成熟度大于 7 级	崔健磊
126	智能制造	激光精密制造技术与装备	激光制造过程光学相干成像原位监测系统开发	光学相干成像、制造过程监测、深度原位测量、缺陷识别、加工深度控制	激光精密加工技术应用于航空航天、电子信息、生物医疗等多个领域，然而，制造过程与加工质量的稳定一致性是行业面临的挑战性难题，废品率高，零件质量可靠性不足等问题已经成为规模生产的“拦路虎”。针对上述问题，开发了基于光学相干成像的激光制造过程原位监测系统，其可以快速和各类激光加工系统如焊接、增材以及制孔等结合，实时测量激光制造过程中的深度变化，测量深度范围最高可达 12 毫米，深度测量精度约 16 微米，并且可以基于深度测量识别制造缺陷和控制加工深度。随着本技术的持续深入，有望在航空发动机气膜冷却孔加工、动力电池及航空航天关键部件焊接以及增材制造等领域进行应用，可以有效提升激光制造过程的稳定性和可靠性。技术	赵万芹

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					成熟度 5 级。	
127	智能制造	激光精密制造技术与装备	激光制造装备精密驱动及协同控制技术	精密运动控制、伺服驱动、振镜驱动、光机电协同控制	激光加工技术已在 IC 制造广泛应用, 激光加工工艺的开发需要与制造装备的控制紧密结合。面向装备光机电协同控制的需求, 开发了空间轨迹全局平滑与近似算法、速度/加速度前瞻规划算法、基于频率分解的振镜与伺服系统协同运动分配算法。围绕高动态激光加工运控需求, 研究了基于第三代半导体的直线电机/振镜电机驱动算法、设计了硬件电路、开发了驱动装置。面向半导体封装、检测等工艺所需的超高精度重复定位需求, 开发了基于模型预测的高精度共面气浮平台位置控制算法。技术成熟度 5 级。	孙铮
128	智能制造	激光精密制造技术与装备	激光自空间多维加工系统开发	激光自空间多维加工系统、加工图形畸变、焦点动态漂移、光束空间多维度运动	随着新质生产力理念的提出, 高端激光装备的发展势在必行。在当今航空航天、汽车电子、医疗器械等领域, 对于复杂关键部件表面异型微结构的加工需求不断增长。传统的多轴数控机床结合激光加工头或激光二/三维振镜组成的激光加工装备已无法满足加工精度等要求。开发了激光自空间多维加工系统, 通过光学镜片特性及运动能力, 实现了光束在五个维度上的灵活运动, 同时能够精确调控光束的能量、偏振等参数, 目前能初步实现加工范围 15*15mm 的扫描, 焦点轴向位移 $\pm 2\text{mm}$ , 光束偏角 $\pm 6^\circ$ , 技术成熟度 5 级。	赵万芹
129	智能制造	激光精密制造技术与装备	难加工材料的超快激光打孔技术	超快激光、微孔加工、陶瓷、高温合金、陶瓷、复合材料、高深径比	在面对现代工业对材料加工精度和效率的严格要求下, 传统的机械打孔技术已不足以处理硬质合金、陶瓷、半导体等难加工材料。超快激光凭借其非线性效应及低影响区等独特优势, 可以在高温合金、陶瓷、半导体等难加工材料实现了精准、高效的微孔加工。该技术提出了超快激光脉冲时间及空间整形技术, 并融合光束扫描及姿态等调控手段, 成功地在金属、半导体及陶瓷材料获得了高质量且高深径比的微孔结构, 最高深径比 $\geq 20$ , 孔径最小 $\leq 10\ \mu\text{m}$ , 加工误差 $\leq 10\ \mu\text{m}$ , 无微裂纹及重铸层等缺陷。随着超快激光技术的深入研究和应用拓展, 预计将广泛适用于航天发动机涡轮叶片上的气膜孔制造、半导体/陶瓷基板上的导通孔制作以及柔性电路板的高密度通孔生产等多种高端应用场景。技术成熟度 5 级。	王文君
130	智能制造	激光精密制造技术与装备	微细掩模版激光加工及修复技术	微细掩模版加工、掩模版修复、激光微纳	掩膜制作是微电子和微机械器件生产的关键工艺之一。在纳米级特征尺寸的掩膜版制作中, 传统光刻方法由于受光束波长的限制和高昂的成本而不具优势; 电子束光刻虽然不受波长的限制, 但对用于转移图案的光刻胶的光敏性	王文君

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				加工	提出了更高的要求，加工效率不高，而电子束在邻近效应和电子散射效应的作用下也会影响掩模图形精度。作为后光学光刻制版技术的飞秒激光直写是一种有潜力的掩模加工技术，其原理是材料在超短脉冲激光的作用下产生非热熔性烧蚀，且不同材料具有不同的烧蚀阈值，通过控制激光束直径和烧蚀阈值能够实现纳米级的加工精度，具有工艺简单，加工效率高的特点。利用超快激光直写可加工亚微米级线宽的掩模版，并进行掩模版缺陷修复，灵活性高，效率高，精度高，掩模版线宽最小可低于 100nm。技术成熟度 5 级。	
131	智能制造	激光精密制造技术与装备	无重铸层微小孔激光电解复合高效加工技术	激光电解复合加工、微小孔、重铸层、热影响区	高性能航空航天发动机热端部件分布有海量用于冷却或喷注的微小孔结构，常规机械钻削方法无法加工，单一电火花、激光或电解方法加工的孔存在壁面重铸层等热影响或加工效率低下的问题，本技术将激光加工的高效率和电解加工的高质量有机的结合，形成了一种新型的激光-电解复合微小孔高质量加工方法，该方法包括激光-电解顺序复合和激光-电解同步复合两种类型，目前可以加工出的孔径范围 $\phi 0.5-2.0\text{mm}$ ，最大深径比大于 50:1，且孔壁无重铸层、无微裂纹、无热影响区，随着本技术研究的持续深入，有望解决我国航空发动机涡轮叶片气膜孔和液体火箭喷注单位超深孔的加工难题。技术成熟度 5 级。	段文强
132	智能制造	精密超精密加工及检测团队	半球谐振子加工设备及成套工艺软件	半球谐振子、工艺软件	超精密惯性器件加工装备及成套工艺软件，可完成半球谐振子亚微米级精度加工，任意加工次的内球面、外球面加工球面度 $\leq 1$ 微米，且可完成对球径的精确控制。	孙林
133	智能制造	精密超精密加工及检测团队	超精密车削机床设计理论与技术	超精密加工、超精密车削、高性能运动部件、正向设计件、加工工艺、在线监测	依托通用技术集团在超精密车削机床制造领域的深厚积累，同时结合团队在超精密加工工艺研究和应用方面的专长，对标国际顶尖品牌如美国 Moore、Precitech 机床产品，优化三轴、四轴单点金刚石超精密车削机床的性能。以难加工的黑色金属和硬脆材料为对象，对难加工材料超精密加工工艺、高精度高性能运动部件、CAM 软件、在线监测、原位测量和误差补偿、动态特性和机电耦合进行研究，确保研制的机床在精度、稳定性和加工效率等方面达到国际先进水平，同时提升超精密车床关键元部件国产化率，为通用技术集团的整机制造提供技术支持，提高产品的竞争力。	康城玮
134	智能制造	精密超精密	船舶结构板焊缝自	自动焊接、三	在船舶结构板小组立自动焊接装配线原有的辘子输送线、龙门结构基础上增	刘阳鹏

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		加工及检测团队	动获取技术	维轮廓扫描、焊缝自动获取	加了横向扫描运动机构和激光测头组，通过多测头组件的连续扫描运动获得预装配结构板的轮廓信息，进行针对点云数据的并行分区实时采集处理、分层处理、8邻域边缘识别算法、移动窗口连通法闭合区域识别算法、分块算法、焊缝数据提取算法、排序算法等处理，获得结构板焊缝数据，完成智能化自动焊接。本发明方法简单，实现了船舶结构板小组立自动焊接装配线的智能化生产；大大减小船舶结构板小组立自动焊接装配线工作人员的工作量，进一步提高自动焊接装配线的生产效率。	
135	智能制造	精密超精密加工及检测团队	大口径光学元件精密测量技术与仪器及工业软件包	光学元件；五轴坐标测量机；工业软件包	在三坐标的基础上叠加了摇篮和转台，研制了五轴坐标测量机实现了大口径复杂型面光学元件的亚微米精度检测；基于坐标测量机开发了复杂型面精密测量软件包，相关技术在爱科腾瑞科技（北京）有限公司（海克斯康集团成员）、思瑞测量技术（深圳）有限公司（海克斯康集团成员）和青岛雷顿数控测量设备有限公司成功应用。	丁建军
136	智能制造	精密超精密加工及检测团队	大型、复杂构件磨抛机器人系统	复杂曲面、机械手、打磨、抛光	大型件（1-10米）、复杂件（负载曲面例如叶片、水利轮机）等构件的自动化力控打磨、抛光设备及工艺软件，替代人工并提升生产效率。	孙林
137	智能制造	精密超精密加工及检测团队	复杂曲面离线与在机精密测量技术与仪器	复杂曲面、测量中心、多轴测量系统、在机测量；光学测轴	针对机械领域齿轮和轴类等传动零件、大口径复杂型面光学元件等，研制了4个系列20余种规格的测量中心，可覆盖汽车、航天、高铁等领域传动部件的精密检测；研制了多款卧试、立试轴类测量仪，研制了光学轴类测量仪，解决了轴类零件产线检测的快速、高精度和多参数检测难题；采用光谱共聚焦测头，针对复杂曲面精密检测，完成了在机测量技术突破和应用，并成功应用于秦川机床 YK7280 数控磨床上；	丁建军
138	智能制造	精密超精密加工及检测团队	高端装备智能运维与运动控制系统开发	智能运维、控制系统	研制了基于异构计算架构的高性能智能仪器数控系统，通过深度学习算法的硬件加速与实时部署，实现了仪器控制过程的智能决策优化与精密控制。开发了面向多模态传感信息的嵌入式实时处理平台，集成了多源传感器数据采集与融合技术，实现了多物理量的高精度协同感知与智能分析。	丁建军
139	智能制造	精密超精密加工及检测团队	高强韧金属材料高效精密加工用新型金属基超硬磨料砂	高强韧金属材料、高效精密加工、超硬磨	提出了一种新型活性金属基结合剂，开发了金刚石与金属基结合剂能形成化学结合的无需修整的新型超硬磨料砂轮，适合钛合金、高强度钢、钨钢等难加工材料的高效精密磨削加工。	段端志

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
			轮	料砂轮		
140	智能制造	精密超精密加工及检测团队	光学元件超精密抛光技术	硅反射镜、碳化硅反射镜、光学元件模具、超精密抛光	面向硬脆难加工光学元件及模具，开发了超声振动辅助电化学机械抛光、局部选择性电化学机械抛光等抛光方法及工艺，可实现硅、碳化硅等反射镜及光学模具的高效近无损抛光，表面粗糙度达到 1nm 以下。	杨晓喆
141	智能制造	精密超精密加工及检测团队	光学元件精密磨削金刚石刀、抛光工具、亚微米级重复装夹、高承载气浮转台	精密金刚石刀具、抛光工具	适用于制造装备的辅材和耗材，包括金刚石刀具国产平替进口，专用抛光工具，高精度装夹方案及夹具以及气浮转台等部件。光学元件磨削用金刚石刀具表面粗糙度 $\leq 0.1$ 微米，低损伤，可提升整体工序的制造效率。	孙林
142	智能制造	精密超精密加工及检测团队	基于视觉和光学的复杂型面全场精密测量技术与仪器	机器视觉、光学三维测量；复杂型面；全场测量	基于线结构光研发了航空叶片三维轮廓扫描仪，建立了关键参数计算模型，航空叶片轮廓测量精度优于 0.015mm（长度 500mm）；克服了条纹投影轮廓术成像高动态问题实现了航空叶片全场三维轮廓测量和点云拼接；研制了基于相位偏折术的光学元件测量系统，可实现大口径复杂光学元件精密检测；	金雨生
143	智能制造	精密超精密加工及检测团队	基于微型金刚石砂轮的高效精密微铣削磨削加工技术	微型金刚石砂轮、微铣削钻削磨削、难加工材料	采用微型金刚石砂轮在超硬陶瓷、玻璃等难加工材料上进行微铣削、钻削或磨削加工（槽宽、孔直径约为 1-2mm）是目前能实现高效低成本微加工的有效方法。建立了微型金刚石砂轮加工难加工材料的磨削力数学模型，通过优化金刚石砂轮结构和砂轮加工工艺及参数，能提升微型金刚石砂轮使用寿命 100% 以上。由于微型金刚石砂轮可加工钛合金、高强度钢、陶瓷、玻璃等难加工材料，能广泛应用于航空航天、光学制造、传感器等领域，具有良好的应用前景。	段端志
144	智能制造	精密超精密加工及检测团队	金刚石晶圆触媒-能场辅助抛光加工技术	金刚石晶圆、触媒、能场、超精密抛光	针对第四代半导体金刚石晶圆，提出无磨料的触媒盘-能场辅助精密抛光加工技术，该技术通过触媒抛光盘与力-热-光-等离子体等能量场的耦合作用，对金刚石表面进行去除，可实现金刚石表面的高效、近无损抛光。目前，针对多晶金刚石，抛光表面粗糙度已达到 10 nm 以下，具有广阔的应用前景。	杨旭
145	智能制造	精密超精密加工及检测	金刚石砂轮高精度在位测量技术	砂轮、轮廓精度、跳动	面向金刚石砂轮安装误差、磨损导致磨削精度和表面质量下降的问题，可提供金刚石砂轮轮廓精度和跳动误差检测方法与装置，检测精度优于 $1\mu\text{m}$ （受	李常胜

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		团队			限于机床精度), 进而判别砂轮是否需要修整, 并为工件的误差补偿提供数据来源。	
146	智能制造	精密超精密加工及检测团队	金刚石砂轮高精度在位修整技术	金刚石砂轮、异型砂轮、修整	面向金刚石砂轮磨损导致磨削精度和表面质量下降的问题, 可提供圆弧金刚石砂轮、异形金刚石砂轮的高精度对磨修整工艺和装置, 实现 100 目以细曲面金刚石砂轮修整的轮廓精度优于 5 $\mu$ m, 显著提高复杂曲面元件的磨削精度。	李常胜
147	智能制造	精密超精密加工及检测团队	六维力传感器、六维力传感夹具方案	六维力传感器、力控夹具	应用于需要力控或监控的六维系统集成。进一步优化大量程、高精度的不同规格中	孙林
148	智能制造	精密超精密加工及检测团队	面向医疗微细器件的抛光方法及装置	医疗器件	面向医用微细器件、精密器件等的表面质量提升。	孙林
149	智能制造	精密超精密加工及检测团队	弱刚性元件超精密磨削技术	薄壁、光学元件、磨削	突破了弱刚性元件的多孔陶瓷吸盘快速装夹技术、低重力变形多点支撑检测方法、工件高精度在位测量与误差补偿、砂轮高精度在机修整与监测评价等技术, 可实现自由曲面磨削后面形精度优于 3 $\mu$ m PV, 粗糙度优于 50nm。	李常胜
150	智能制造	精密超精密加工及检测团队	碳化硅晶圆电化学机械抛光技术	碳化硅晶圆, 半导体晶圆, 电化学机械抛光	针对碳化硅晶圆的加工难题, 提出了固结磨粒电化学机械抛光方法, 建立了碳化硅电化学阳极氧化理论体系, 实现了碳化硅晶圆的高效无损抛光, 获得了 23 $\mu$ m/h 的材料去除率 (同等条件下普通化学机械抛光的 46 倍); 并基于固结磨粒电化学机械抛光方法, 提出碳化硅晶圆三步电化学机械制造新工艺, 仅使用一台设备实现切片碳化硅表面到原子级光滑表面的加工, 极大降低碳化硅晶圆的制造成本; 开发出国内首台套大口径固结磨粒电化学机械抛光机床, 实现 4 英寸碳化硅晶圆切片表面 PV 2 $\mu$ m 以下、粗糙度 Sa 0.3 nm 以下表面的抛光。固结磨粒电化学机械抛光技术有望革新现有碳化硅晶圆加工工艺, 提高效率, 大幅降低加工成本, 并实现环境友好型制造, 在半导体晶圆加工产业具有极大应用潜力。	杨旭
151	智能制造	精密超精密加工及检测团队	硬脆半导体材料超精密磨削智能监测	半导体; 超精密磨削; 信号处理; 智能监	本技术聚焦于利用高精度传感器和信号分析实现磨削过程的实时监测与状态识别。通过实时采集磨削过程中的多项关键参数, 并结合先进信号处理技术和智能算法, 精准分析加工状态, 从而优化工艺参数, 提升加工精度与表	樊至骐

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				测	面质量。该技术主要应用于半导体制造、光学元件生产等高精度加工领域，满足高端制造领域对加工精度、效率和质量的严格要求。	
152	智能制造	精密超精密加工及检测团队	自由曲面光学元件五轴磨削、抛光机床及成套工艺软件	自由曲面元件、高精度磨削、自由曲面磨削及抛光、五轴加工机床、光学加工工艺软件	面向目前行业所有自由曲面光学元件的高精度磨削成形和抛光加工的五轴加工设备和成套工艺软件，可完成自由曲面类 $pv \leq 1$ 微米，抛光 $RMS \leq 1/50$ 波长，其中可实现批量元件的高精度重复定位，精度补偿等。尤其是自由曲面的高精度成形和低表面粗糙度可提升后续抛光工序效率。设备规格分别适用于：小尺寸复曲面批量、600mm 自由曲面、轻量化元件、双面同轴元件、柱面非球面等。	孙林
153	航天航空	抗疲劳制造与制造系统团队	机械系统工况信息解耦表征技术及一体化健康状态监测系统	机械系统、时变工况、健康状态监测	<p>技术摘要：工业生产过程中，时变工况已成为了机械系统运行过程中的典型工况。实时变化的工况将机械系统健康状态掩盖于复杂监测信息中，使运行健康状态进一步演化为非可观的状态。时变工况的引入对机械系统的状态监测过程形成了极大挑战。为此，本技术以数据驱动为新视角，首先建立了新的时变工况状态监测理论框架—机械系统非可观健康状态表征。通过对时变工况下监测数据的生成过程进行分析和唯象建模，将时变工况下运行健康信息的提取难点总结为工况、健康状态的信息解耦表征问题，推导了不同场景下解耦所需求解的优化问题，并进一步地指明解耦的难点问题在于解耦归纳偏置的获取与解耦信息指导的解耦模型设计问题。同时利用数据驱动、深度学习等智能技术单元的自适应优势，提出了深度特征空间描述与状态空间描述两类信息解耦技术子集，构建了一种统一的、面向机械系统时变工况状态监测的技术体系。关键技术指标：异常检测准确率 <math>\geq 90\%</math>；检测漏报率 <math>\leq 5\%</math> 技术成熟度：基本完成技术的基础研究和系统化集成；技术发展潜力展望：该技术面向服役环境恶劣的机械系统，可实现时变工况下机械系统健康状态实时在线监测，是确保机械系统安全可靠运行不可或缺的关键技术。该技术填补了领域空白，可为传统企业的数字化转型和先进制造业的安全维保提供技术基础，拥有巨大的技术发展前景。</p>	温广瑞
154	航天航空	抗疲劳制造	基于多源信息融	信息融合；卷	技术摘要：滚动轴承作为燃气轮机中极易产生故障的关键部件之一，对	温广瑞

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		与制造系统团队	合的燃机轴承故障诊断与退化评估系统	积神经网络; D-S 证据理论; 迁移学习	其开展故障诊断与退化评估研究迫在眉睫。当前诊断评估方法面临多源信息利用不足、故障特征表达能力有限、诊断评估精度低等挑战。为此,以信息融合技术为主要理论框架,围绕信息融合的层次,构建了一种基于多源信息融合的燃机轴承故障诊断与退化评估的技术体系。首先通过数据层-特征层复合融合框架,实现多源信息的高效利用。其次采用改进的决策层融合框架,实现高冲突多源数据的有效融合。最后构建基于对抗融合卷积自编码器的性能退化评估模型,实现退化过程的自适应地监测划分。关键技术指标:异常检测准确率 $\geq 90\%$ ;故障诊断准确率 $\geq 90\%$ 技术成熟度:基本完成技术的基础研究和系统化集成;技术发展潜力展望:该技术可有效利用多源信息实现设备的故障诊断和退化评估,是确保燃气轮机安全可靠运行不可或缺的关键技术,具有广阔的应用空间。	
155	航天航空	抗疲劳制造与制造系统团队	基于数据驱动的航空发动机缺陷检测与健康管理系统研究	健康管理; 数据驱动; 缺陷检测	开展航空发动机关键部件缺陷检测和健康管理系统研究对确保飞行安全、提升发动机可靠性、降低维护成本、延长使用寿命、提高运营效率、支持智能维护等具有重要意义。拟展开以下研究内容:1 叶片内壁及气膜孔周裂纹高灵敏度涡流定量检测方法研究;2 数据驱动的航空发动机关键部件故障诊断与预测方法研究;3 航空发动机缺陷检测及健康管理系统研究。技术指标如下:1 叶片裂纹检测最小可检叶片内壁裂纹;2 航空发动机关键部件故障检出率不低于 95%;3 建立完善的健康管理系统,实现故障诊断、预测维护、决策支持等功能的集成管理。	温广瑞
156	航天航空	抗疲劳制造与制造系统团队	数字孪生驱动的机电装备智能诊断技术	数字孪生; 故障诊断	数字孪生在工业领域中有极为广阔的发展前景。应用数字孪生系统融合机理模型和数据驱动模型,基于系统实时参数对系统的状态进行实时评估;数字孪生凭借其对于非线性问题良好的处理能力及数据驱动的特性,可为装备、生产制造等提供故障诊断与预警的新模式;故障预测是制定预测性维护计划、生产计划调整和零部件管理等决策的基础,是健康管理的重要组成部分,而大型高端装备往往难以提供足够的故障数据,利用较少的数据实现故障诊断模型的构建,也是数字孪生的发展方向之一。本技术期望确保孪生数据与实测数据相似度不低于 80%,实现复杂环境下故障诊断识别准确率不低于 90%。	温广瑞

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
157	航天航空	抗疲劳制造与制造系统团队	转子系统非平稳状态故障特征自适应提取及失衡信息智能识别技术	转子动平衡、健康状态监测	针对重大旋转机械转子系统在启停车等服役状态下呈现的调频、调幅等非平稳复杂特性，所导致特征自适应提取难、故障诊断精度差及现场动平衡效率低等问题，提出了基于分数阶傅氏变换非稳特征自适应提取、故障辨识模型在线动态更新与宽频激励下转子多点失衡智能识别及同步动平衡技术，开拓了利用转子瞬态数据进行模态参数和失衡信息识别新模式，完善了全息动平衡技术体系，解决了受现场条件制约的动平衡工程难题。目前应用于各类生产线机组关键设备等大型旋转设备及关键部件的健康维护，设备异常预警准确率达到 95%以上，典型故障诊断准确率达到 90%以上，实现设备状态全天 24 小时智能评估，经济和社会效益显著，处于国内领先水平。	温广瑞
158	航天航空	空天装备大数据团队	振动快变信号监测诊断技术	健康管理 with 智能运维	针对重大装备振动监测诊断、异常振动溯源、服役安全保障等需求，定制化开发在线监测诊断、溯源排故方案、地面站大数据分析系统，团队已经为风电装备、核电装备、航空发动机、直升机等国家重大装备开发机载系统等成功批量列装。	王诗彬
159	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	变刚度仿人灵巧臂、腕、手	灵巧手、仿人腕、变刚度	仿人机械上肢由刚柔一体化的气动灵巧手和仿生腕以及机械臂组成，具备较好的柔顺性和变刚度功能，操作员可以在远端控制机械上肢跟随上肢姿态运动，同时依据人体肌肉电信号实现主动变刚度，从而完成非结构化环境下的遥操作抓取任务。气动灵巧手具有 10 个驱动自由度，并采用正负压协同驱动策略，手指最大运动范围为 $-52^{\circ}$ 至 $259^{\circ}$ ，可抓取物体最大重量为 1.86kg；仿生腕和机械臂分别具有 3 个和 7 个全驱动自由度，并且采用不同的变刚度解决方案，以增强负载能力和抗干扰能力。现阶段已装配形成整套实验室样机，有应用于危险环境或特殊工况下机器人远距离操控作业的潜力，比如排雷排爆、污染性毒气等有害环境等。	李敏
160	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	多模脑机接口交互与闭环神经调控增强技术	脑机接口、神经调控、脑功能诊疗	国际首创稳态视觉运动/色彩/空间诱发范式，弱刺激、高舒适，同时开发随机共振非线性解码算法，支持短时量化评估，解码时间 1 秒，准确度 90%，可拓展至脑控运动与视觉定量脑检测，可实现儿童早期视力筛查 ( $\leq 3$ 岁)，耗时短 (5 分钟)、客观评估、适用于低配合婴幼儿。同时构建闭环脑机神经调控与交互增强技术，实现重症脑损伤视觉-运动闭环协同康复，训练增效	徐光华

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					20%；支持视听触随机共振噪声增强神经调控，结合 VR（虚拟现实）双目分视技术，早期弱视训练增效 20%，获得国际红点设计大奖与美国专利授权。	
161	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	多终端婴儿脑瘫超早期海量筛查技术	辅助诊断、脑发育、人工智能、婴幼儿	使用彩色图像或深度图像采集 0-6 月龄婴儿运动视频，辅助医生做出脑发育风险评估，该系统可实现家庭-医院-家庭的海量筛查-精诊-随访闭环，目前在交大一附院科研临床测试阶段，准确率、敏感度均 90%以上，目前系统技术还在迭代中，有望进一步推广到全省医院	吴庆强
162	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	基于听觉运动脑机接口的神经康复技术	人机交互；听觉运动；脑机接口；神经可塑性；上肢/下肢康复	针对神经疾病患者运动障碍康复需求，寻求有效神经刺激手段已成为亟待解决的问题。听觉运动刺激对听觉-运动通路的夹带效应启迪了跨通路运动神经康复新思路。本技术采用基于空间注意与远近声场交互机制的听觉运动脑机接口诱发大脑听觉-运动响应，研究虚拟现实场景中的视听一致效应对诱发响应增强效果，并通过视、听、噪声敏感参数优化实现大脑激活调优，将其应用于上肢/下肢康复机器人，实现对神经疾病患者的康复应用。关键技术指标包括完成听觉脑控康复训练原理样机，康复效果较传统物理康复提升 10%。技术成熟度 4 级。该技术有望为跨通路运动神经康复提供理论方法和使能技术支撑，引领神经康复技术创新发展。	谢俊
163	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	基于无人机巡检图像的输电线路通道外破隐患识别系统	输电线路巡检图像、通道外破隐患、自动识别	外力破坏隐患已经成为引发架空输电线路事故的主要原因之一。强化输电线路的巡检是保障电力系统正常稳定运行的有效手段，。人机作为一种有效的巡检工具，在电网系统中正在广泛应用。然而，面对随之而来的海量无人机巡检图像，人工判读方法需要耗费大量人力资源，并且工作周期长，无法及时发现外力破坏隐患。本团队研发的基于无人机巡检图像的输电线路通道外破隐患识别系统可有效识别挖掘机等工程车辆类、彩钢棚等环境类、采石场等施工活动类等多种外力破坏隐患，并能自动生成检测结果统计报告。检测准确率高于 99%，每分钟能识别 120~150 张图像。该系统已在万州长江电力实业发展有限公司使用。该系统的推广使用，可大大减轻巡检工作量从而提高巡检频次，极具推广价值。此外，输电线路本体类缺陷检测系统正在研发中，相关技术已取得了突破。	陶唐飞
164	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	结合脑电与机器视觉的多模态精神状	脑机接口、机器视觉、精神	机器视觉采集面部特征，脑电分析脑功能状态，通过多模态融合实现对注意力、疲劳、睡眠、警觉度等精神状态实时监测	闫文强

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		队	态监测系统	状态监测		
165	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	面向三维空间交互的脑机接口技术	脑机接口、视觉诱发电位、增强现实	创新稳态立体视觉诱发电位诱发范式，突破传统二维脑控形式，构建空间三维脑机交互方法，通过结合 AR（增强现实）与眼动分析技术，可实现虚实结合三维空间下的脑控系统构建，用于拟真训练环境的运动功能康复训练、人工智能无人设备的人机高效协同交互以及人机交互效能评估等技术领域。	韩丞丞
166	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	面向运动康复的肌电解码与神经电刺激闭环神经机接口技术	肌电；电刺激；神经-机接口；神经康复	面向脑卒中等中枢神经损伤后精细运动感觉康复难题，开发了基于高密度肌电解码和外周神经束电刺激的手功能康复设备，通过构建手运动意图解码-电刺激运动反馈的闭环康复训练模式，提高患者主动参与意愿，达到提升精细动作康复训练效果的目的。运动解码性能较现有技术平均提高 15%，电刺激对运动感觉皮层激活程度较现有技术提高 65%，电刺激诱发动作抗疲劳性提高 40%。目前，设备已完成原理样机的研制，正在开展相关临床试验，验证其康复治疗效果。	郑杨
167	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	人体多模信息计算机视觉体感获取与分析技术	体感捕捉、运动评估、脑瘫早筛	创新彩色视频人体三维姿态估计与感知分析方法，一体化快速获取人体精细-粗大运动、表情及眼动信息，结合深度学习技术支持脑瘫早筛海筛与康复机器人人体感控制，构建人体运动数字诊断与量化评估技术，用于脑瘫超早期筛查（半岁）准确率 > 90%。已完成超 3000 例临床脑发育高风险婴儿数据收集验证，构建独家数据库资源。该技术不仅为婴儿脑发育进程提供有效的早期诊疗手段，支撑新生儿脑瘫筛查体系的构建，而且对计算机辅助诊断的脑检测调控技术发展发挥重要作用，填补国际国内相关技术空白。	徐光华
168	医疗健康	脑机交互与智能诊断团队	移动式磁共振成像诊疗设备	移动式，核磁，永磁体，颅脑，卒中，影像诊断	移动式磁共振成像诊疗设备主要面向颅脑以及关节扫描成像，应用于 ICU、急救术中、脑卒中医院、骨科医院等。设备采用永磁体设计，100MT 以下场强，重量 800kg，扫描和成像时间不超过 12min，整机成本在 100 万元以下，目前已到中试样机阶段。未来 3 年将向三级甲等医院 ICU 病房、专科医院关节类门诊免费投放进行应用迭代，通过医疗注册后第一年按 20 台投放，预计可实现 1 亿元销售额，到 2029 年，预计可达到 2 亿以上销售额。	李晓玲
169	机器人	生机电融合与服务机器人团队	采摘机器人	末端执行器设计、目标检测、运动规划	本项目的智能水果采摘机器人专注于服务果园、农场业主和农业从业者。随着农业自动化的崛起，提高采摘效率和降低劳动成本成为迫切问题。我们的机器人技术致力于为果农提供更高效、更可靠的解决方案。在传统采摘中，	朱爱斌

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					高昂的劳动成本、低效率和劳动力短缺是主要挑战。我们自主研发了多款末端执行器，实现无损分离果实与果梗；采用先进的YOLOv8算法实现准确的目标检测与定位；并提出了改进BIT-CONNECT算法进行无碰撞最短路径规划。本项目的智能水果采摘机器人采摘速度高达3.8s/个，识别速度可达20fps，准确率超过90%。通过与果农紧密合作，我们不断优化机器人性能，确保其在各种果园环境下稳定运行。我们的解决方案将帮助果农提高采摘效率，降低成本，助力农业实现可持续发展。	
170	医疗健康	生机电融合与服务机器人团队	膝骨性关节炎加速康复外骨骼机器人	膝骨性关节炎、康复机器人、加速康复	老龄化背景下，康复治疗供需严重失衡，政策春风持续吹向康复医学。据统计，55岁以上的老年人约80%患有骨关节炎，膝关节的康复需求日益显著，新型康复方案的应用前景广阔。在传统康复过程中，康复周期长、康复手段有限、人力资源短缺是主要挑战，更加科学与智能化的康复方案有待挖掘。团队针对膝骨性关节炎不同康复阶段，开发3种膝关节康复外骨骼机器人，制定个性化康复方案，能够有效解决现有康复方案的不足。通过与康复专业人员紧密合作，我们不断优化机器人性能，确保其在各种康复场景下稳定运行。未来，我们将该技术与更多康复医学中心、医疗机构紧密结合起来，致力于提高康复效果，减轻医疗负担，为康复领域实现更可持续的发展贡献力量。	朱爱斌
171	医疗健康	生机电融合与服务机器人团队	下肢助力外骨骼机器人	外骨骼机器人、负重移动、柔顺交互	本项目针对工业领域室外作业和工厂车间、民用领域机场地勤和快递物流、军用领域物资搬运和医疗领域陪护病人等不同场景弯腰搬运需求，开发了不同负载能力的搬运助力外骨骼机器人。研发了刚柔耦合的主动式新型柔顺式串联弹性驱动器和被动式柔性储能关节做为外骨骼的动力方案。以人机协同运动控制为目标，研究基于多源交互信息融合感知的人机协同控制方法。外骨骼可根据主动关节的交互力数据和被动关节状态数据对外骨骼机器人的关节运动控制参数实时预测调节，实现人体和外骨骼之间接近于理想状态下的“零力矩交互”，以达到人机柔顺交互的目的。以“重量转移、重量分散、额外助力”为主旨，以柔顺的方式减小穿戴者髋腰部负载，对穿戴者搬运过程提供助力效果。	朱爱斌
172	机器人	生机电融合	智能球形巡检机器人	球形机器人、	本团队针对危化工、军工以及民用领域现有巡检机器人适用环境单一、体积	朱爱斌

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		与服务机器人团队	人	巡检机器人、 危化巡检	庞大、不灵活、密封不好等缺陷，提出了全球领先的重摆结合飞轮自稳驱动机构的水陆两栖智能视觉球形机器人设计方案。基于卫星飞轮三轴姿态稳定控制技术，采用重摆偏心的驱动方式，利用飞轮与球壳角动量交换进行增稳和姿态控制，大幅提高球形机器人机动性能；同时采用全域静密封技术，有效隔绝外部复杂环境对驱动过程的影响。与国内外同类成果相比，本项目的智能球形巡检机器人产品具有运动稳定、转向灵活、越障能力好、具有全景视觉感知功能的特点；该产品最大运行速度可达 4.2m/s，最大持续爬坡角为 7°，瞬间爬坡角可达 35°，具备爬坡和越障功能。	
173	医疗健康	生机电融合与服务机器人研究团队	基于闭环脑机接口的脑力疲劳动态检测与干预	脑机接口、脑力负荷监测与干预	本项目旨在解决移动类设备（汽车、机车、Z 车）驾驶员的脑力疲劳检测与干预问题。基于闭环脑机接口技术，对人体脑力疲劳状态进行实时监测，实现大脑状态从清醒到疲劳的 5 等级分级。目前技术成熟度达到 6 级，具备产业化潜力。	王晶
174	医疗健康	生机电融合与服务机器人研究团队	面向介入式脑机接口的一体化电极支架制备	介入式脑机接口、一体化电极支架	经血管介入式脑机接口是脑机接口领域的最前沿研究方向，国外 Synchron 等公司已开始探索商业化路径。电极支架是经血管介入式脑机接口的核心元器件，其难点在于将微型电极制备在支架上，而一体化电极支架仅有德国一家企业可以制备。本项目研究成果实现了国内在一体化电极支架的零突破，通过创新工艺，成功将直径 500mm 的电极制备在支架上。	王晶
175	医疗健康	生机电融合与服务机器人研究团队	脑机接口神经康复机器人	脑机接口、神经康复、康复机器人	本项目面向脑卒中等脑损伤患者的神经康复，将脑机接口和康复机器人相结合，让患者通过意念控制外骨骼机器人带动瘫痪肢体进行康复训练，效果显著优于传统疗法。已积累超过 3000 例临床病例，技术成熟度达到 8 级，完全具备产业化能力。	王晶
176	医疗健康	生机电融合与服务机器人研究团队	人形机器人--表情机器人	人形机器人	本项目属于人形机器人领域。项目研制开发了具备 25 个自由度的表情机器人，可实现人体面部表情的准确模仿。目前技术程度为 4 级。	王晶
177	医疗健康	生机电融合与服务机器人研究团队	一种面向复合式移动机器人的融合图像与点云信息的物料显著性检测方法	复合机器人，物体 6D 位姿估计；RGBD；特征提	通过图像特征与点云特征的全流双向特征融合机制使像素特征和点云特征能够彼此充分融合，解决了现有采用 2.5D 视觉方法的显著性检测模型仅简单地将 RGB 图像和单通道深度信息进行简单融合的局限性，有效提高了显著性检测算法在动态背景及前景遮挡等问题中的鲁棒性、可适应性及可靠性，得	史晓军

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				取; 单视角	到目标物体实例级别的点云显著性掩膜。实现复杂场景下机械臂末端高精度视觉定位。在处理物体遮挡时该方法定位平均欧氏距离满足指定阈值的比例超过了目前最优秀的方法 FFB6D 的 10%。绝对定位误差在 正负 1mm 以内, 整体平均耗时为 0.148s。技术成熟度 5 级。用于制造车间复杂环境下符合机器人对物料的视觉感知与高精度定位。	
178	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	MEMS 爆炸箔起爆器	MEMS 技术、起爆器	MEMS 爆炸箔起爆器是一种直列式点火与起爆装置, 具有微型化、集成化、低成本、高安全、高可靠等特点, 适用于武器弹药的钝感点火与起爆。飞片速度达 3800m/s, 体积小于 25mm <sup>3</sup> , 能可靠起爆许用钝感炸药 HNS-IV。MEMS 爆炸箔起爆器已通过感度试验、高低温试验、起爆试验等验证。该器件有望应用于 MEMS 智能弹药系统等新一代微型化武器弹药中。	张国栋
179	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	MEMS 微型战斗部	MEMS 安保机构微型战斗部	技术摘要: 针对现有战斗部体积过大难以适配微小型无人平台的问题, 突破 MEMS 火工品、芯片安保机构、微型毁伤战斗部等微型无人平台察打一体关键技术, 研制微型无人平台用 MEMS 微型毁伤战斗部, 并实现可靠的可恢复解(保)险控制。关键指标: 战斗部尺寸不大于 $\Phi 22\text{mm} \times 40\text{mm}$ ; 战斗部具备微型平面安保机构, 可实现对传爆序列的安全、解保、起爆等控制; 战斗部采用模块化设计, 根据作战需求, 可实现聚能毁伤、面毁伤、发烟指示等功能。技术成熟度: 5 级应用领域: 微型毁伤战斗部可以在多种作战平台上进行搭载, 如微型无人机、无人车、小口径弹药、智能弹药等领域。	胡腾江
180	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	高精度 MEMS 石英音叉谐振陀螺技术	MEMS、压电石英、音叉陀螺、高精度	针对我国 MEMS 陀螺芯片性能提升及产业化推广瓶颈问题, 提出了基于压电石英材料的 MEMS 音叉谐振陀螺结构及其高稳闭环驱动检测技术, 突破了石英晶体高准确度工艺加工方法、晶棱引起正交耦合机理、高稳闭环驱动检测方法等关键技术, 其零偏稳定性和零偏重复性均优于 $3^\circ/\text{h}$ , 测量范围 $\pm 50^\circ/\text{s} \sim \pm 500^\circ/\text{s}$ , 功耗低于 50mW, 封装尺寸小于 $\phi 25\text{mm} \times 20\text{mm}$ , 技术成熟度可达五级。通过进一步优化材料加工方法, 攻克非对称误差对陀螺性能的影响机理及驱动检测电路噪音溯源及控制方法, 有望继续提升该陀螺的性能至导航级别, 进而提升惯导系统精度的同时减小惯导系统的体积和功耗。	白冰
181	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	高精度石英谐振 MEMS 压力传感器	高精度、压力传感器、石英	针对航空航天、海洋探测、压力计量等领域对高精度压力传感器的迫切需求, 本项目提出了一种高精度石英谐振压力传感器结构, 解决石英谐振压力传感	李村

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		队		谐振	器的差动结构设计、石英谐振器设计与微纳制备、集成装配与一体式小型化封装等问题，完成传感器了原理样机的研制。	
182	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	高精度石英谐振式 MEMS 加速度计	惯导级加速度计	针对航空航天领域对高精度、微小型、低成本惯导系统的需求，突破谐振式高精度微型化加速度计总体设计、敏感元件设计与优化、器件加工工艺、信号处理与精度补偿、集成封装等关键技术究，研制出基于石英谐振原理的高精度石英谐振 MEMS 加速度计，关键技术指标性能：零偏稳定性优于 10 $\mu$ g，标度因数稳定性优于 10ppm，量程 $\pm$ 70g，技术成熟度达到 5 及以上，可广泛应用于各类高精度、低成本、微型化惯性导航系统中。	李波
183	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	高可靠柔性薄膜应变和压力传感器	柔性应变传感器，柔性压力传感器，薄膜传感	采用新材料、新结构和新制作技术研发了交互式、弹性化、透明化柔性应变及压力传感器，实现了大规模精细化工艺设计，可用于长期服役中机械变形、环境因素对传感器精度和可靠性的评价。柔性应变传感器主要指标：量程 150%，压阻系数 2685，重复性 1.23%FS，大量程高灵敏。柔性压力传感器主要指标：量程 0~100kPa~700kPa，0.43kPa-1 $\mu$ m-1，误差为 0.96%FS，高灵敏高精度。高性能新型柔性传感器已在航空航天、机器人、军事、汽车车辆、智能穿戴和生物医疗等领域中得到了广泛的应用。	张琪
184	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	高温特种 MEMS 压力传感器	高温、MEMS、压力传感器	针对航空航天、石油化工等领域对高温压力传感器的需求，研究了基于 SOI 技术的耐高温压力传感器技术，解决压力敏感芯片的多参数、多目标协同设计难题，完成了传感器芯片研制与封装。工作温度 250 $^{\circ}$ C、综合精度 0.25%FS。	李村
185	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	惯性导航用石英谐振加速度传感器	惯性导航、加速度计、石英谐振、MEMS	高性能加速度计作为惯性测量与导航系统的关键核心器件，是实现运动载体加速度和位置信息精确测量的基础，其性能直接影响惯性测量系统的精度。本项目开展高精度石英谐振 MEMS 加速度计研究，以频率敏感为机理，精准频率检测为手段，直接数字频率输出，避免 IF 转换带来的误差，实现加速度的高精度测量。	李村
186	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	基于微色谱的便携式疾病呼吸检测仪	MEMS、VOCs、疾病诊断、呼气检测、代谢组学	技术摘要：通过包含数千种超低浓度的 VOCs 呼气成分检测与分离，突破 ppb 级别的高特异性痕量特征气体精准检测的技术难题，形成有效的气体指纹，标定重大基础疾病与代谢组学的关联关系。通过研发自主可控的纳米级微色谱识别芯片及便携式采样设备，解决气体特征识别的问题，进行重大基础疾病的精准判断。从而突破国内癌症大面积早期筛查诊断延误的技术瓶颈。技	王海容

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					术指标：气体检出限：5ppb、检测气体种类：20种、检测时间：5min、疾病检测准确率：93%。技术成熟程度：已自主研发所有核心部件，成功研制疾病检测仪，目前正在开展临床试验，效果良好。展望：预期实现重大疾病的非侵入式检测，解决恶性肿瘤等疾病早期筛查的问题。	
187	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	碳化硅 MEMS 耐高温振动和压力传感器	1、精密加工、切削状态、智能刀具、MEMS 芯片 2、航空航天、高温、压力和振动、碳化硅、MEMS 传感器	针对航空航天领域对重要装备关键部位高温压力和振动在线监测的需求，开展基于 MEMS 技术的碳化硅高温压力和振动传感器研究，传感器耐温 600℃，总精度 0.5%FS，技术成熟度 4~5 级；在石油化工、空间探测等领域也有广泛的应用前景。	赵友
188	微纳制造	微纳传感与测试创新团队	用于机床切削状态监测的智能刀具传感器研究；	1、精密加工、切削状态、智能刀具、MEMS 芯片 2、航空航天、高温、压力和振动、碳化硅、MEMS 传感器	针对精密机械加工过程中反映零件加工质量和刀具磨损情况的重要状态参量——切削力和振动，开展基于 MEMS 芯片的智能刀具研究，在刀具上集成封装 MEMS 芯片，实现切削力和振动原位检测。传感测量范围 0~1kN，±20g，总精度 0.5%FS，技术成熟度 5~6 级；在精密装配、生物医疗等领域也有广泛的应用前景。	赵友
189	微纳制造	微纳制造与智能传感团队	精密光栅制造技术	精密光栅；精密定位；数控集成	提出了以时间基准映射长度的母光栅制造方法，解决了纳米精度母光栅制造工艺难题，母光栅结构制造精度最高达到±0.2nm；提出了结构场约束的宏微纳跨尺度制造方法，实现了 180 米超长光栅、米级幅面二维光栅、米级幅面圆光栅的跨尺度、连续制造；提出了基于空间结构光调控的信息解耦技术与集成测量方法，解决了精密光栅的大间隙、高精度读数难题，读数间隙容差达到 $2.4 \pm 0.3 \text{ mm}$ ；实现了线位移光栅测量精度优于 $\pm 0.2 \mu\text{m/m}$ 、米级幅面二维光栅测量精度优于 $\pm 0.4\mu\text{m}$ 、圆光栅测量精度优于 $\pm 0.1''$ 等三大系列产品的规模化制造；实现了与国产数控系统的机电系统和通信协议的完全	刘红忠

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					匹配与集成技术工程化开发；在数控机床、精密测量仪器、高端印刷等领域进行了规模应用，解决了二维光栅、精度优于 $\pm 1 \mu\text{m}/\text{m}$ 的线位移光栅和精度优于 $\pm 1''$ 的圆光栅产品等精密光栅对我国禁运的现实壁垒。	
190	智能制造	先进成形技术及智能装备团队	大型复杂构件近净省力成形技术及装备	大锻件、液压机、省力成形	采用局部加载增量成形大型复杂构件可有效减少成形载荷、提高材料成形极限、拓展构件成形尺寸范围、提高设备成形能力，是采用难变形材料的大型复杂构件近净省力成形的有效途径。揭示了大型复杂构件局部加载成形过程的加载状态并建立了下材料流动解析模型；发展了适用于大型复杂构件三维坯料设计的解析-数值混合方法；构件了能快速稳定实现局部加载的液压机的液压系统，获得相同装机功率下远大于整体加载成形的成形能力。工艺理论已形成系统，且技术成熟度高，已研制出试验样机。	张大伟
191	智能制造	先进成形技术及智能装备团队	复杂变截面轴类零件精密旋转锻造成形技术与装备	汽车空心轴、轻量化、旋转锻造、高性能	面向复杂变截面轻量化及高性能轴类零件，发明了复杂内外特征变截面轴类零件精密旋转锻造成形方法，开发了成形过程仿真模拟系统及坯料优化设计软件，突破了封闭、近封闭变截面空心轴类零件内腔难加工技术；发明了内外圈主动旋转的精密旋转锻造设备传动结构设计方法，研制出高可靠、高效率的复杂轴类零件精密旋转锻造成形装备；提出了基于精密旋转锻造成形工艺约束的变截面空心轴轻量化设计方法，开发了变截面空心轴的结构及工艺快速设计软件，实现了变截面空心轴轻量化设计。相关工艺及装备成果在中国航发南方、中车永济、昌飞、比亚迪等企业开展应用，取得了显著的经济和社会效益。	张琦
192	智能制造	先进成形技术及智能装备团队	复杂阀体多向挤压/锻造成形工艺及装备	多通阀体、多向挤压/锻造、液压机	研究阀体零件多向挤压成形工艺过程中材料流动特征，指出加载路径对材料流动的影响规律，优化加载路径，有效避免成形缺陷；已成功研发了铝合金、铜合金以及黑色金属的半固态成形工艺，成形零件强度、硬度显著提高，形成了复杂阀体半固态挤压铸造、半固态多向锻造成形工艺体系；所在研究团队已形成了阀体及多个方向具有复杂特征零件的多向挤压成形的工艺-设备一体化、以及半固态成形的材料-工艺-设备一体化的理论及成形装备体系，技术成熟度高。	张大伟
193	智能制造	先进成形技	螺纹花键同轴零	滚轧、轴齿、	研究成果有效减少了螺纹花键同轴零件成形时间、提高了零件机械性能，	张大伟

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		术及智能装备团队	件精确滚轧塑性成形	内型面、外型面	特别是易于保证螺纹和花键相对位置稳定, 实现高性能、高精度零件的低成本、短周期、低能耗的成形制造。相关研究成果丰富了零件滚轧成形理论和技术, 拓展了滚轧成形工艺应用范围。同时根据不同零件特征发展一系列新工艺: 将中高频感应加热同螺纹、花键滚压成形相结合, 解决了高强度钢螺纹、花键滚压成形问题; 复合振动的复杂齿形滚轧、挤压工艺有效改善了成形零件质量; 提出了螺纹齿高大、变形量大的长螺纹(丝杠)零件塑性成形方法; 发展可锻轧一体化蜗杆的精密塑性成形工艺; 发展了直齿、斜齿内复杂型面径向进给、轴向进给等高效塑性成形工艺等。为之配套的工装、伺服直驱设备体系与相关技术完备。	
194	智能制造	先进成形技术及智能装备团队	特型密封结构设计优化	金属静密封、自紧式密封、设计优化	针对高低温复杂工况下自紧式金属密封结构, 研究揭示了其装配、工作、拆卸全过程工作特性, 提出了高低温微磨动实验方法, 研制了实验机, 揭示了耦合软金属镀层变形下表面摩擦机理; 建立了空间工况多约束下金属密封结构设计方法, 发展了基于制造约束的稳健优化方法, 开展了几何参数影响及结构设计及优化研究, 开发了指定几何、工作参数下自动与批量建模软件; 具备坚实技术储备、完善的设计与评估体系。	张大伟
195	智能制造	先进成形技术及智能装备团队	新能源汽车热管理及润滑用泵系统开发	汽车热管理、电子水泵、变速箱润滑、电子油泵	面向新能源汽车整车热管理系统及电驱动桥变速箱润滑系统, 开发集成的电子水泵和电子油泵系统。服务技术包括系统参数匹配和叶片泵、摆线泵泵头结构设计, 永磁同步电机集成优化设计, 基于CAN通讯的无位置传感驱动控制器开发, 整车热管理系统仿真及控制参数优化, 润滑油道流场仿真及优化, 试验系统及测试等。	李靖祥
196	新能源	新能源装备与质量工程	超高速空气悬浮轴承成套技术	气悬浮轴承, 高速旋转机械	技术摘要: 超高速空气悬浮轴承技术通过高速旋转动压效应实现支承基础部件。它具有运行无接触、不需要润滑油、寿命长、节能等特点, 可在超高速、高温环境下应用, 是典型的高技术产品。目前已经形成系列化产品(10~60mm)并实现量产(10000套), 并在产品中实际应用。关键技术指标: DN值 40000000 rev/min*mm, 比载荷 0.15MPa, 振动 pp 值不超过 5um, 启停寿命超过 20 万次, 最高服役温度 650 摄氏度, 满足高低温、湿热、冲击、随机及简谐振动环境测试。 技术成熟程度: 8 级——以实际系统为载体完成使用环境验证	杨柏松 孙岩桦

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					技术发展潜力：可在超高速电机、超高速离心压缩机、涡轮膨胀机、微型燃气轮机、航空导弹等中小型旋转机械上广泛应用。	
197	新能源	新能源装备与质量工程	超临界二氧化碳发电机组	弹性箔片气体轴承、高速永磁同步发电机	超临界二氧化碳发电,具有功率密度高、设备体积小、响应速度快等突出优势,适用于核能、舰船动力、太阳能光热、高温余热利用等应用场景。功率等级 200kW-1000kW。技术成熟度 6 级。	耿海鹏
198	新能源	新能源装备与质量工程	复杂型面结构光三维测量技术	尺寸检测;型面检测;叶片检测;光学三维测量;3D 点云处理与分析	针对重型燃气轮机、汽轮机、航空发动机等叶片以及复杂型面零部件制造过程中检测效率严重不足难题,研发了基于结构光三维测量的复杂型面高效高精度测量系统,实现叶片等零部件的完整型面高效测量,大幅提升测量效率;通过被测工件 CAD 模型驱动、双目结构光测头软件自定义技术实现测量方案优化,并采用特有高光消除技术,实现金属工件光滑表面免喷涂精确测量;此外,结合工件设计模型,直观反映工件全型面加工误差。目前,研发系统单视测量误差小于 0.05mm、测量点间距最小达 0.08mm,单次扫描速度 3s/单视场,技术成熟度达到了 7 级。本系统将作为同类型进口高端蓝光检测设备的国产化替代,在高端装备零部件全型面尺寸数字化、智能化检测等方面具有广阔前景。	黄军辉
199	新能源	新能源装备与质量工程	复杂装备安全风险分析与管控技术	风险分析、安全分析、安全管控、装备安全	针对复杂装备极端工况、工艺多变、突发事件、人因与社会环境等多源随机不确定性和安全机理认知不清等多重因素的叠加影响导致的安全分析与管控难题,创新性的提出了装备服役安全可靠彩色图谱、危险能量函数等风险度量方法,建立了海量高维数据对安全风险的特征和量化分析模型,形成了安全风险分析与管控工业软件,支撑了装备安稳长满优运行需求。	王荣喜
200	新能源	新能源装备与质量工程	复杂装备可靠性分析与提升技术	可靠性提升、可靠性建模、质量安全可靠性	针对复杂装备结构复杂、功能复杂、机理复杂带来的可靠性分析与提升挑战,以全生命周期可靠性数据为基础,提出了以广义五层网络和多视图融合图为核心的原子故障正向耦合分析模型,和以层次化网络图为核心的复合故障逆向解耦溯源模型,形成了可靠性分析、分配和预计的完整闭环,解决了复杂装备可靠性能计算、可计算问题,较传统方法提升 30%,已在特高压输电装备、船用柴油机和风力发电机等对象上成功应用。	王荣喜

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
201	新能源	新能源装备与质量工程	高速磁悬浮支承轴承成套技术	电磁轴承, 高速旋转机械	<p>技术摘要: 高速磁悬浮支承轴承成套技术通过可控电磁吸力实现支承基础部件。它具有无机械接触、不需要润滑、寿命长、节能等特点, 可在高速、高温、真空环境下应用, 是典型的高技术产品。基于磁悬浮轴承技术的高速直驱系统可节能 12-15%。目前已经形成系列化产品(软硬件)方案(10~300mm)并实现量产(1000套), 并在产品中实际应用。</p> <p>关键技术指标: DN 值 30000000 rev/min*mm, 比载荷 0.5MPa, 振动 pp 值不超过 1um</p> <p>技术成熟程度: 8 级——以实际系统为载体完成使用环境验证</p> <p>技术发展潜力: 可在高速与超高速加工机床用主轴、飞轮储能、高速离心压缩机、高速水泵、透平膨胀机、真空分子泵、汽轮发电机等大型旋转机械上广泛应用。</p>	杨柏松 孙岩桦
202	新能源	新能源装备与质量工程	高速永磁同步电机及空气压缩机技术	高速永磁同步电机、空气压缩机、高速旋转机械	<p>技术摘要: 超高速压缩机通过高速无油支承及变频器技术实现离心叶轮无级调速直驱, 功率及转速覆盖范围宽, 效率高是典型的高技术产品。目前已经形成系列化产品(10~200kW/20000~120000rev/min)并实现量产产线, 年生产能力超过 5000 台。</p> <p>关键技术指标: 功率密度 2kW/kg, 振动 pp 值不超过 5um, 完成 EMC、IP67、盐雾、高低温、湿热、冲击、随机及简谐振动测试。</p> <p>技术成熟程度: 8 级——以实际系统为载体完成使用环境验证</p> <p>技术发展潜力: 可在离心及轴流压缩机、污水处理爆气风机、燃料电池空压机、微型燃气轮机、高速测功机、真空分子泵等旋转机械上广泛应用。</p>	杨柏松 孙岩桦
203	新能源	新能源装备与质量工程	高温电磁轴承系统	电磁轴承, 高温, 可控性	<p>航空发动机的多电化甚至全电化发展趋势使得对直接集成在航空发动机主轴上的起/发电机技术和磁悬浮轴承技术的需求变得日益紧迫。由于磁悬浮轴承具有耐高温、高 DN 值、无需润滑、主动控制等特点, 采用电磁轴承支撑的航空发动机可消除轴承的润滑装置、密封装置, 减轻重量和实现转子部件的主动控制。技术指标: 电磁轴承工作温度不低于 300℃, 比承载力不低于 50N/cm<sup>2</sup>, 最终电磁轴承的目标工作温度不低于 500℃。</p>	冯圣

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					目前正在进行高温电磁轴承部件设计及性能验证试验，并开发了配套的高温位移传感器。高温电磁轴承除了在航空发动机的应用潜力外，还有在核泵、高温压缩机、氦气风机中应用的潜力。	
204	新能源	新能源装备与质量工程	工业胶片数字化仪器及系统	无损射线检测、工业射线底片数字化	无损射线照相检测技术是焊缝、铸造质量的重要检测方法，其产生的工业射线底片难以满足当前质量数字化管理、缺陷智能化识别的需求。针对以上问题，项目组自主研发了 JD-RTD 系列射线底片数字化装置，该数字化仪搭配射线底片数字化扫描系统软件使用可以满足用户对工业射线底片数字化成像质量的需求，完全符合欧洲 EN14096 标准中最高级的 DS 级要求；主要指标为：适应黑度范围 0.5~4.5 D；黑度分辨率 12bit；几何分辨率 50 $\mu$ m；标准送片速度 35mm/s；胶片适应规格宽：80~200mm，长：50~2000mm；外形尺寸 560*510*350mm。	高建民、姜洪权
205	新能源	新能源装备与质量工程	航空发动机叶片测选排调一体化装置系统	航空发动机、转子装配、一次装调优良率	针对航空发动机转子装配过程中叶片测量数据集成性差、一次装调优良率低、批次质量不均衡问题，研发了一套高精度叶片重量矩测量装置和基于多元装配质量数据的叶片优选优布、优装优调算法，构建了一套航空发动机叶片测选排调一体化装置系统。该装置系统能有效消除航空发动机转子装配的初始不平衡量的，打破了发达国家技术垄断，解决了航空发动机生产企业使用非国产系统所面临的数据集成性差、开放度不友好、应用成效不足，无法满足航空发动机高质量批产的需求。该成果可应用于航空发动机、无人机等对转子装配质量和一次装调优良率要求较高的企业，对我国航空发动机高质量批产具有重要的实际应用价值。	高智勇
206	新能源	新能源装备与质量工程	基于激光外差干涉的机床几何误差精密测量技术	机床几何误差检测；圆轨迹测量；滚转角测量；激光外差干涉测量	针对高端数控机床中小圆轨迹测量和滚转角测量难题，研制了基于双频激光外差干涉技术的圆轨迹和滚转角精密测量平台，平台性能指标分别可达 0.1mm 的位移检测分辨率和 0.002" 的角度检测分辨率，相关指标将达到世界领先水平，解决了数控机床中小圆轨迹测量、精密导轨滚转角等几何误差的测量瓶颈问题，为实现数控机床几何误差的精确性能指标度量提供了有利的手段和工具。目前该技术成熟度 6 级，在数控机床上已进行了应用验证。该平台所攻克的两个检测难点目前在国际上缺乏商用化的检测产品，仍处于空白阶段，将有望为提高高端数控机床的加工	黄军辉

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					精度和机床精度等级评估提供有利的检测手段。	
207	新能源	新能源装备与质量工程	基于激光云台的燃气泄漏监测及溯源技术	燃气泄漏、泄漏溯源、激光云台	该技术基于长程开放式的激光检测技术，实现对大空间远程扫描遥感，并通过算法实现监测空间内气体浓度可视化重构和泄漏源智能溯源，定位和泄漏率的测试误差小于 20%，可用于燃气站场、油气管线智能监测无人值守、危化品场所的泄漏智能监测溯源等领域。	马登龙
208	新能源	新能源装备与质量工程	埋地燃气管道安装质量智能管控技术与系统	燃气安全、燃气管道、安装质量	针对城镇燃气管道安装施工多、小、散、乱、急的特点，采用多元质量数据集成采集与实时传输、图像处理与深度学习、多闭环质量控制与预警分析等技术，研发了一套城镇燃气管道安装质量预控分析技术系统，实现了对埋地燃气管道安装过程中焊工、焊机、管材、焊接工艺、耐压试验、管沟回填等质量数据的融合分析与质量预控，从根本上解决了埋地燃气管道安装过程中质量问题发现难、管控难、追溯难等问题，为城镇燃气管道建设单位、安装单位以及特种设备安全监察、住建部门安全监管提供了城镇燃气管道安装全过程、全要素的智能化质量安全预控技术系统，为城镇燃气管道安装质量监督检验机构提供了安装质量监检智能化技术手段。	高智勇
209	新能源	新能源装备与质量工程	人工嗅觉高精度气体检测技术	人工嗅觉，气体检测	传统的金属半导体为核心的气体检测方法存在交叉响应的天然缺陷，因而导致在干扰环境测不准、测不到。本技术基于仿动物嗅觉机制，建立仿生嗅觉检测系统，实现对单组分精准检测准确率提升至 95%以上，混合组分同时识别准确率 80%以上，整体气氛状态的智能识别准确率近 100%。可以用于火灾探测、电池热失控监测、物料品质检测、危化品检测、环境污染物检测、气体泄漏监测等相关领域。	马登龙
210	新能源	新能源装备与质量工程	数模联动的大机组服役安全可靠智能管控技术	大机组、安全管控、不平衡数据、智能管控	针对重型燃气轮机、超超临界汽轮机和大型风力发电机组为代表的复杂装备安全运行过程中影响因素多、作用机理复杂导致装备状态判定不准、原因不清的难题，提出了稀疏、不平衡数据条件下的复杂装备故障诊断与状态评估数理融合新方法，构建了以装备检测监测、状态管理、综合保障、性能优化为核心的算法模型矩阵，相关专利和技术成果已在煤化工、火电、风电等装备上进行了验证。	王荣喜
211	新能源	新能源装备	数字全息显微精	显微测量；数	针对显微结构、微小变形、生物细胞监测、微观粒子跟踪以及 MEMS 检	黄军辉

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		与质量工程	密测量技术	字全息显微术; 动态检测; 细胞测量; MEMS 检测	测等需求, 利用数字全息显微术的高分辨率、实时、全场、非接触等测量特点, 研制了集成透射与反射式的集成测量平台, 可实现 1mm*1mm 范围内, 横向分辨率达亚微米级、纵向分辨率高达纳米级, 并实现动态、实时测量, 目前技术成熟度达到了 5 级, 进行了显微器件、活体红细胞等微观三维重构以及乳腺癌细胞动态生命周期全过程记录。本测量平台具备对样品非侵入、高精度、全场、快速、动态的三维再现等诸多优势, 在活体细胞三维动态检测(无需染色)以及显微器件精密测量等领域具有广阔的应用前景。	
212	新能源	新能源装备与质量工程	无损检测缺陷智能辅助识别工业软件	无损射线检测、TOFD 检测、焊缝缺陷识别、铸造缺陷识别	大型复杂装备制造、服役过程中焊缝及铸造质量是重要质量管控环节, 并通常采用射线、TOFD 等无损检测技术进行检测。但是, 随着线照相技术、DR、TOFD 等检测系统的自动化水平的提高, 海量的无损检测图像、视频等数据还只能依靠具有无损检测资质的技术人员进行人工分析, 效率低、一致性差。针对以上问题, 项目组长期开展射线检测图像、视频以及 TOFD 图谱等无损检测数据智能化分析理论与技术, 并研发了系列化的焊缝、铸造缺陷智能辅助识别工业软件系统, 可实现数据预处理、正常片检测、缺陷目标识别、缺陷等级评定等功能, 提升了无损检测数据智能化分析与应用能力。	姜洪权
213	新能源	新能源装备与质量工程	有机朗肯循环(ORC)发电机组	弹性箔片气体轴承、高速永磁同步发电机	无油润滑的有机朗肯循环发电机组有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle, 简称 ORC)是以低沸点有机物为工质, 具有功率密度高、设备体积小、响应速度快等突出优势, 适用于 200 度以下的地热、水泥工厂、化工厂和垃圾焚烧等低品质热源场景的余热发电回收。功率等级 300kW 以下。技术成熟度 6 级。	耿海鹏
214	新能源	新能源装备与质量工程	增强红外成像装备损伤、微孔结构、气体可视化检测技术	光热红外成像、气体可视化、气膜孔检测、无损检测	通过物理和算法增强的方法, 可以使原本在可见光段不可见的目标在红外波段变的可见, 如薄板结构内部缺陷、气体出流形状、微孔结构通透性等, 基于增强成像结果, 结合智能识别算法, 对检测结果进行智能识别。本技术可应用于薄壁结构件内部损伤裂纹检测、气体泄漏检测、高温透平叶片气膜孔通透性检测等领域。	马登龙
215	新能源	新能源装备	主被动智能声波	声波探测、无	容器管道泄漏、腐蚀、损伤裂纹发展过程会伴随弹性声波产生。通过主	马登龙

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		与质量工程	装备损伤失效无损检测技术	损检测、声发射、导波超声	动声波导波超声技术能够时间远距离腐蚀、损伤、泄漏监测识别，同时基于研究提出的算法模型对缺陷三维结构进行重构。通过被动的声发射探测技术，能够实现对泄漏、裂纹发展、振动早上等动态过程实现无源探测，结合新型的柔性压电材料，开发出的柔性随形声发射传感器，克服传统陶瓷声波探头不易安装、感知面小、响应频带窄的缺点。该技术可用于容器、管道以及装备的介质泄漏、材料腐蚀、裂纹等方面的检测，适用于金属与非金属材料装备。	
216	增材制造	增材制造技术	多光束/点阵激光区域高效增材制造技术	光束整形；区域打印	点阵激光区域 3D 打印采用全新的脉冲激光控制技术，将像素参数引入了粉末床熔融过程，可以实现百万个像素点的快速图案化打印，相比传统单激光逐点扫描，成形速度提升了 1000 倍，大幅降低制造成本。匹配蓝光/绿光和红外激光等不同波长激光、不同光束形态调控热输入，消除缺陷，提高成形效率。未来随着技术的成熟，批量制造有望低于铸造和模具的成本，极大的满足批量化低成本制造的需求，为增材制造应用市场的爆发彻底打开创新之门。	陈祯
217	增材制造	增材制造技术	长寿命重防腐纳米材料	超优异的长寿命重防腐性能	<p>针对高盐雾、高湿热、高 Cl<sup>-</sup> 侵蚀、富氧海水的强烈冲刷、强烈紫外线照射、干湿交替侵蚀、微生物和污染物侵蚀等重腐蚀环境下装备重防腐的需求，开发了一种长寿命重防腐纳米材料，利用改性纳米纤维的位阻效应、钝化效应和催化剂作用，在涂层与金属表面形成高致密的二元界面保护层，通过可逆的氧化-还原反应，使金属阳极处于钝化电位，起到阳极保护作用，颠覆了传统防腐材料牺牲阳极的阴极保护技术，实现对金属基体的长寿命重防腐长效保护，理论防腐寿命可达 50 年。主要技术指标：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 耐盐雾性：10000h 涂层无变化；</li> <li>(2) 10%H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>：浸泡，涂层 10000h 无变化；</li> <li>(3) 10%NaOH：浸泡，涂层 10000h 无变化；</li> <li>(4) 10%NaCl：浸泡 30000h，涂层无变化；</li> <li>(5) 轻质航空油、93 # 汽油：涂层 30000h 无变化；</li> <li>(6) Cl<sup>-</sup> 渗透性 3.6×10<sup>-5</sup>，比国家标准 5.0×10<sup>-3</sup> 低两个数量级；</li> </ol>	陈祯

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					(7) 附着力: 22MPa (碳钢) 、 12MPa(不锈钢/铝合金); (8) 材料的表面能降低到 10~15mJ/m <sup>2</sup> ; (9) 耐摩擦性: 4.8mg (500g/1000r ); (10) 耐高温性能: -50~150 °C 、 250 °C 、 400 °C 、 600°C; (11) 耐人工老化: 7000h。	
218	增材制造	增材制造技术	高精度微电子 3D 打印技术与装备		高精度微电子 3D 打印技术集成了按需点喷、直写、纺丝、雾化四种打印模式, 可在各类型平面或曲面基材 (如金属基材、玻璃、硅片、聚合物膜、陶瓷、纸基等) 上实现高分辨率点阵、二维图案、薄膜和任意三维结构的低成本、大面积制造, 特征尺寸达数十纳米, 可打印材料包括导电墨水、高分子材料、UV 固化材料等 (1cp-20000cps 粘度范围)。在微电子、锂电池、生物医药、微纳传感领域有较好应用前景。目前已与华为、宁德时代等企业开展了微电子及锂电池领域的校企合作。	罗钰
219	增材制造	增材制造技术	高强金属塑性成形形性协同调控技术	金属构件; 高性能; 成形制造	揭示了高温合金、铝合金的塑性变形机制, 结合后续热处理中的组织演化规律, 形成金属构件塑性加工的全流程组织性能调控方案, 为合金构件的高性能成形制造提供工艺设计基础,	张宏凯
220	增材制造	增材制造技术	高效环形连续铺粉增材制造技术	环形连续铺粉; 增材制造	针对航空航天、军工国防、核动力等领域回转类薄壁复杂构件的结构特点, 原创性的提出了环形连续铺粉、自适应螺旋切片高效激光增材制造新方法, 突破了传统增材制造设备逐层切片、粉缸全区域往复铺粉的技术壁垒, 成形效率提高 30% 以上。该技术为新一代高端装备关键型号产品“功能优先”的一体化创新设计与短周期快速制造提供国产化自主可控的“杀手锏”技术。该技术属于国际原创, 已申报 PCT 国际专利 2 项和国家发明专利 20 余项, 申请国家标准和团体标准 8 项。设备参加了陕西省庆祝建国成立 70 周年成就展、西安 IAME、德国法兰克福 formnext 等国际知名的 3D 打印博览会, 获得的同行和专家的高度赞誉。设备已经获得欧洲标准的 CE 认证, 通过了国家增材制造产品质量监督检验中心第三方认证, 累计销售 1500 余万元。	陈祯
221	增材制造	增材制造技术	高效增材制造装备及工艺	高聚物; 无支撑; 高效 3D	技术摘要: 开发有可实现少无支撑打印的大流量挤出增材制造装备及工	吴华英

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				打印; 大尺寸 3D 打印; 高性能 3D 打印	关键技术指标: 打印尺寸>0.5m, 挤出效率可定制, 少无支撑打印策略及工艺实现 技术成熟度: 7 级, 装备已在企业应用	
222	增材制造	增材制造技术	高性能复杂结构金属构件增材制造技术	金属构件; 高性能、复杂结构、增材制造	面向航空航天高性能金属构件需求, 建立了高温合金、铝合金、镁合金、因瓦合金、镍钛合金增材制造的优化工艺方案, 提出了上述合金增材制造的强韧化策略, 建立了面向不同构件需求的激光冲击强化后处理方案, 有效提升构件的力学性能和疲劳性能。技术成熟度高, 已在多个关键金属构件的生产中实现应用。技术可有效实现金属构件在成型制造、后处理全流程的组织性能控制。	黄科、张宏凯
223	增材制造	增材制造技术	激光粉末床熔融增材制造基础研究及技术开发	激光增材制造; 新材料; 光粉耦合; 数值计算; 基础工艺; 组织性能	面向激光增材制造技术发展需求, 开展了铝基、钛基、铁基、镍基及超高熔点材料的激光粉末床熔融增材制造基础工艺研究。揭示了激光增材制造成形过程中的光/粉相互作用规律及微熔池熔体流动传热行为, 阐明了激光增材制造过程中缺陷形成机制, 建立了成形工艺参数与微熔池形貌及特征尺寸的映射关系, 探究了多重热循环过程中合金材料微观组织形成及演变规律, 制备了高性能高致密度的激光增材制造合金材料, 形成了面向激光增材制造“新装备-新材料工艺-组织性能”研究体系, 能够为适用于激光增材制造的装备研发及高性能新材料的快速研制提供基础理论和技术基础。技术成熟度 4 级。	李俊峰
224	增材制造	增材制造技术	金属熔滴载能束诱导沉积高效增材制造	金属熔滴; 载能束诱导; 高效增材制造; 铝基复合材料; 高强耐磨	(1) 研制了金属熔滴载能束诱导增材制造装备, 实现了 Al-Cu 合金薄壁构件近全致密增材制造, 沉积速率可达 150-200 mm <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> , 是目前电弧增材的 2 倍。(2) 微量 Sc、Zr 和 Cd 添加同时实现了 Al-Cu 合金薄壁结构的晶粒细化和性能强化, 力学性能各向异性基本得到了消除, 材料屈服强度高达 450 MPa, 竖直方向上的抗拉强度达到 509 MPa, 力学性能大大提升。(3) 实现了颗粒增强增材制造铝基复合材料, 使 Al-Cu 合金基体粗大柱状晶向细小等轴晶的完全转变, 铝基体平均晶粒直径可减小至 21 μm, 最大织构强度仅为 1.3, 铝合金基体显著强化。(4) 复合材料的摩擦磨损测试表明, WCP/Al 复合材料的磨损量为铝合金的 2%, 耐磨性约为相似密度的 TC4 钛合金的 35 倍。	魏正英

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
225	增材制造	增材制造技术	金属熔丝增减材一体化制造装备	大尺寸; 电弧熔丝'增减材复合制造'	针对航空航天、船舶核电等领域大型构件的快速开发与柔性制造的需求, 开发了金属打印头、铣削加工头集成的大型装备。可实现直径 10 米级的大型构件增减材一体化制造。适应不同材料, 热源可选用 CMT (冷金属过渡)、TIG (钨极保护焊)、LM (激光) 等。多热源同时增材实现高效制造。对打印过程可进行健康状态监测功能, 可实时控制打印环境 (温度、水氧含量、除尘); 打印层高自动检测与反馈调整系统, 保证成形的精度; 对熔池实时在线监测及时发现随机缺陷及时去除, 保证无缺陷制造; 增材时实时锤击微锻模, 去除应力。可实现大尺寸零件快速、高质量一体化复合制造。已经应用于大型火箭燃料储箱、核电零部件等大型构件制造, 可一亿元大型火箭筒体的一体化柔性制造, 提高筒体质量、减重及缩短开发周期。	方学伟
226	增材制造	增材制造技术	难熔难加工金属复杂结构激光增材制造一体化成形技术	难熔金属、钨钼钽铌、激光增材制造、力学性能、复杂结构一体化	面向航空航天、医疗、核工业等领域高性能复杂结构件极端服役环境及一体化成形制造的需求, 开展了钨、钼、钽、铌等超高熔点难加工极端材料的激光粉末床熔融增材制造研究, 建立了激光增材制造成形过程中的光/粉相互作用模型, 揭示了成形工艺参数与微熔池形貌及特征尺寸的映射关系, 形成了适用于难熔金属的激光增材制造基本工艺窗口; 制备了高致密度 ( $\geq 98\%$ ) 的难熔金属试样, 获得了具有高室温压缩性能 ( $\sim 1200\text{MPa}$ (UCS)) 或拉伸性能 ( $\sim 1000\text{MPa}$ (UTS)) 的样品; 进一步完成了具有复杂结构特征的钨及钨合金、钼等难熔金属结构样件, 结构具有良好的完整性和表面质量, 技术成熟度为 4 级, 表明基于激光增材制造能直接制造具有复杂结构特征的难熔难加工材料, 提高产品附加值。	李俊峰
227	增材制造	增材制造技术	双相纳米颗粒协同增强高强韧、耐高温复合材料及应用	金属基纳米复合材料; 高强度; 高性能; 高温性能	金属基纳米复合材料增材制造及其强韧化是未来金属增材制造的前沿热点和难点。传统 Ni 基高温合金复合材料, 增强相以石墨烯、碳纳米管、陶瓷颗粒 SiC、TiC, WC、TiB <sub>2</sub> 、BC、纳米 ZrO <sub>2</sub> 和稀土元素 (La、Sc、Ce) 等为主, 在一定程度上可以提高复合材料的强度, 但由于界面处容易产生弱结合, 且增强颗粒极易团聚, 严重影响复合材料的塑性, 强韧化效果难以达到预期目标。强度和韧性协同提高 20% 以上, 高温性提高 40%, 高温合金服役温度提高 100°C。	陈祯

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
228	增材制造	增材制造技术	五轴联动增减材复合制造技术及装备	五轴联动; 增减材复合制造	<p>面向航空、航天、核动力等领域, 以实现中小型高精度复杂结构零件的高效制造为目标, 集成激光熔融沉积及车/铣削工艺, 研制了五轴联动增减材复合制造装备, 开发了满足工艺状态监测和控制需求的增减材复合专用数控系统, 构建了包含不锈钢、高温合金、钛合金等材料的工艺数据库。设备成形尺寸达 800 mm×800 mm×550mm, 成形空间内水氧含量可达 10ppm, 最高成形效率可达 200cm<sup>3</sup>/h。申请国际 PCT 专利 1 项、发明专利 20 项, 已授权发明专利 4 项。</p> <p>主要创新点体现在:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 构建了气氛保护系统和刀具气体冷却循环系统, 满足了钛合金等易氧化及难加工材料零件的增减材复合制造需求。</li> <li>2) 提出了基于激光预热缓冷的零件在线形性协同调控方法, 揭示了多能场作用下应力和组织调控机理, 开发了关键功能部件预热缓冷熔覆头。</li> <li>3) 提出了工序间增减材复合制造工艺方法, 研究了特征提取、曲面分层及五轴增材路径规划方法, 基于 CAD 软件开发了五轴联动增减材数控编程模块。</li> </ol> <p>基于研究成果构建了航空航天精密复杂零件快速制造中试生产线, 并针对航空、航天发动机零件进行了工艺验证, 完成了 2 种型号航空发动机机匣和 1 种型号液体火箭发动机诱导轮的增减材复合制造, 材料利用率提高 60%以上, 制造效率提高 50%以上。</p>	薛飞
229	增材制造	增材制造技术	智慧农业灌溉技术与设备	智能灌溉; 精确诊断决策; 智能水肥+氧精量灌溉设备	<p>通过国家 863 重点“智能灌溉控制技术”的研究, 解决了大田和温室大棚作物灌溉过程中, 水、肥、氧信息的精确诊断和水肥+氧供给过程中的精确控制问题, 基于信息采集、传输技术、变频与多路分区控制技术相结合, 建立智能诊断控制灌溉技术系统, 开发决策支持软件; 形成完整的适合于大田和温室大棚中实现水、肥、氧信息的精确诊断, 实现农业智能化, 大幅提高作物品质、口感与产量。 (1) 基于云平台数据传输及智能控制技术; (2) 开发出氮磷钾离子电极在线检测的灌溉施肥设备 (3) 研制了系列水肥+氧精量灌溉设备; 相对滴灌进一步节水 10-20%、节肥 15-30%、果实维生素、糖和脂肪酸含量大大提高。</p>	魏正英

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
230	智能制造	振动与噪声控制团队	超轻超结构低频宽带全向隔振技术	隔振、弹性超材料、超结构、低频宽带、准零刚度	研发了满足轻量化要求的柔性低频准零刚度隔振器，可以实现 5Hz 以上频带的高效隔振，振级落差超过 30dB，成熟度 6 级，有望应用于航空、轨道车辆、电子等领域。	马富银
231	智能制造	振动与噪声控制团队	超轻超结构低频宽带吸振技术	吸振、弹性超材料、超结构、超轻、轻量化、小型化、减振	发展了基于超轻小型超结构的吸振技术方法体系，形成了满足低附加重量、多吸振模式、宽工作频带、适应于恶劣工况等特殊要求的超结构吸振器系列产品，附加重量降低至 1%，尺寸满足亚波长要求，技术成熟度 6 级，有望广泛应用于船舶、航空、轨道车辆、兵器、电子等领域。	马富银
232	智能制造	振动与噪声控制团队	气动噪声抑制技术	气动噪声、减阻降噪、通风降噪、通流消声	发展了基于仿生微结构设计的轴流风扇、贯流风扇和通流管道减阻降噪设计方法体系，形成了在保证气动性能不衰减的同时有效降低气动噪声的技术成果，通过在叶片前后缘、页面、管道壁面设计微结构，有效降低了气动阻力，从而大幅降低了气动噪声，广泛适用于家电及各类工业产品。	马富银
233	智能制造	振动与噪声控制团队	轻薄超结构低频宽带隔声技术	轻量化、隔声、声学超材料、超结构	发展了满足轻量化和高耐久性要求的薄板和薄壳型隔声超结构设计方法体系，形成了适用于不同领域和场景的轻薄隔声超结构系列关键技术，厚度和面密度较传统均质隔声材料降低 3 倍以上，技术成熟度 5 级，有望用于轨道车辆、船舶等舱室隔声部件。	马富银
234	智能制造	振动与噪声控制团队	轻薄超结构低频宽带吸声技术	吸声、声学超材料、超结构、轻薄、宽带、舱室降噪	提出了吸声超结构的尺寸转移设计方法，通过构建共振-相位抵消双机制耦合机制，实现了吸声超结构厚度较常规超结构降低 5 倍的技术效果，技术成熟度 6 级，有望用于飞机、轨道车辆、船舶等舱室吸声部件和吸声-隔声一体化部件。	马富银
235	智能制造	振动与噪声控制研究室	薄壁结构畸变相似理论及动力学特性	缩比模型；畸变相似；薄壁结构；固有频率；振动控制	壳类等薄壁结构由于其优异动态性能，较高的强度重量比，被广泛应用于航空航天工程、海洋工业及电力输送等领域。由于壳类结构的厚度远小于其他尺寸，导致大型壳体类结构的小化模型厚度过小，无法进行实验验证。工程实际更希望对壳体建立壁厚不变的缩尺模型，即畸变模型。本技术成果所提出的畸变相似模型建立方法可在大型锥柱组合壳体在壁厚不变的前提下将其长度及半径同时小化 3 倍，且小化模型与原型弯曲固有频率的映射误差不超过 1%。	王小鹏
236	智能制造	振动与噪声	弹性超构表面弯曲	弹性波调控；	超构表面弯曲波调控器件能够在 1k-10k Hz 内实现弯曲波的稳定偏转和聚焦	王小鹏

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		控制研究室	波调控与隔振器件	超结构; 隔振; 降噪	等功能, 弯曲波聚焦器件在焦点处的振幅可达到入射振幅的 10 倍, 隔振器件的弯曲波能量隔离率可达 30dB。基于超构表面的弯曲波调控与隔离器件结构简单、加工制造方便, 可广泛应用于薄板和薄壁圆柱壳结构的减振降噪、能量收集与健康监测中。	
237	智能制造	振动与噪声控制研究室	负泊松比型力学超结构与吸能器件	负泊松比结构; 缓冲吸能; 超结构; 冲击防护	3D 复合负泊比管状结构具有多个吸能平台, 变形模态具有对称性和稳定性, 其比吸能相较于常规的负泊松比结构最大可提高约 10 倍, 可广泛应用于工程冲击防护结构的设计, 如汽车吸能盒、防爆装甲、航天着陆缓冲器等。	王小鹏
238	智能制造	振动与噪声控制研究室	高压断路器弹簧操动机构分合闸性能研究及优化	断路器; 操动机构; 动态仿真; 振动控制	缓冲器和凸轮作为高压断路器弹簧操动机构的重要部件, 是分别影响断路器分合闸动态特性的主要因素。针对目前企业缺少成体系的理论设计凸轮及缓冲器, 开展对断路器分合闸性能的研究, 实现对断路器动态特性的优化, 有着重要的工程应用价值。本技术成果提出的高压断路器弹簧操动机构关键构件的设计与优化方法准确性高, 耗时短, 大大降低了企业的生产试验成本, 可以广泛应用于各类型断路器的制造与研发中。	王小鹏
239	智能制造	振动与噪声控制研究室	颗粒物受迫振动下的对流运动机理及热耗散建模	颗粒流; 热耗散; DEM	明确颗粒物对流行为的产生原因和影响因素, 对于不同尺度上预测、调控大规模颗粒物集群的流动都有着重要意义。本技术成果明确了颗粒物在受迫振动下产生对流运动的机理、建立了颗粒流热耗散模型。	王小鹏
240	智能制造	振动与噪声控制研究室	小尺寸低频吸声超结构技术	超材料, 低频吸声, 轻薄结构	技术摘要: 通过振动与噪声控制团队提出的声学虹吸效应和多阶共振机理, 在介观层面设计尺寸远小于入射波长的人工微结构周期单元, 利用其新颖的动态等效负质量和负模量特性实现对声波的任意调控, 通过有效组合各个不同单元来实现大宽带高效声吸收, 突破了共振吸声系数与吸声面积间的矛盾限制, 彻底解决了小尺寸低频大宽带吸声难题。并完成了吸声超结构的模块化大批量生产工艺。该技术从理论基础、技术研发、结构设计、工程应用均为自主正向研发, 具有自主知识产权, 没有对标的进口替代技术。利用该技术在西安交大创新港校区建成了世界首个超结构全消声室。关键技术指标: 1) 空气介质中在 50-20000Hz 频率范围内吸声系数 95%以上; 2) 水下 3MPa 压力下 500-30kHz 频率范围内吸声系数 90%以上, 其中 500-1000Hz 吸声系数 85%。技术成熟度为 7 级。	吴九汇

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
241	智能制造	振动与噪声控制研究室	形状记忆合金智能结构设计开发	形状记忆合金; 快速致动; 4D 打印	本成果主要聚焦于面向航天航空、医学、军事以及新形态机器人的形状记忆合金 (SMA) 智能结构设计开发技术。目前已开发系列从 1D 到 3D 的形状记忆合金复合/纯金属结构,并将其与力学双稳态特性相结合, 可实现面向典型应用的快速、双向致动。开发了能量瞬间释放 (毫秒级) 的金属跳跃机器人原型, 相关成果发表于 Advanced Science 等高水平期刊。掌握了大变形形状记忆合金结构的 4D 打印制备技术, 前期在承担 GF 前沿特区项目的过程中得到了较好验证。目前技术处于实验室验证阶段。能适应恶劣环境, 可实现能量快速释放和瞬间致动的可控性金属结构, 预计未来在军事侦查、救灾和航空领域有广阔的应用前景。	王永泉
242	智能制造	振动与噪声控制研究室	载荷识别及新型多维度一体化振动与噪声控制技术	载荷识别、低频宽带振动控制、颗粒阻尼、阻尼非线性超材料、功率流分析、噪声控制	针对重型海洋装备和大规模家电设备的低频宽带振动控制难题, 开发了一套囊括载荷识别技术、非线性阻尼技术、功率流分析等多项核心技术的新型多维度一体化振动控制技术。区别于传统被动振动控制技术, 该技术充分利用了天然阻尼非线性材料的优势和结构的内在属性和外部激励下的能量流动途径等先验信息, 能够以相对超低的代价 (附加质量小于 1%) 在超低频范围实现超过 10dB 的宽带振动抑制效果。当前, 该技术已成功应用于舰船浮阀、发电机组等多种关键海洋与机械装备中, 实现了从实验室到工程应用的转化。值得指明的是, 受益于其独特的非线性振动控制手段和极强的环境适应能力, 有望应用在更多重型工程装备和大批量家电设备的振动噪声控制中。	吴成军
243	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	MEMS 探针	MEMS 探针; 微探针; 探针卡	随着集成电路制作精度越来越高, 相对应的测试接口 (Pad) 尺寸也越来越小。为此测试时必须使用高精度的微探针阵列和相应的测试接口, 并且要求方便安装, 满足高频信号屏蔽和产能需求。因此, 如何制作集成电路测试用的微探针阵列及探针卡是一个多学科交叉的高新技术难题。目前, 我国的集成电路产业受到前所未有的围堵打压, 在集成电路测试领域同样形势严峻。国内业界使用的微型探针卡全部依赖进口, 尽快掌握这一集成电路封测使用的关键技术和装备具有十分紧迫且重大的意义。根据芯片晶圆级测试需求, 本项目开展 MEMS 微探针技术研究, 包括开发具有高导电特性、高硬度的合金/复合金属材料、开发微探针的 MEMS 制备工艺获得具有良好机械和电气特性的探针样品。具体技术指标包括: 探针电阻小于 200mΩ, 电流承载能力大于	方续东

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					600mA, 75 $\mu$ m 超程下接触力小于 14gf、疲劳寿命大于 30 万次。	
244	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	传感器信号调理	信号处理; 软硬件	基于神经网络、深度学习等方法实现传感器信号处理; 开发全自主可控的后端采集与信号处理电路, 包含支持薄膜元件的 8 通道采集和调理电路, 控制电路, 电池管理模块, 冷端温度测量模块, 可将采集到的冷端温度值与热电动势值存储在储存卡中, 后续通过外置接口和上位机进行数据交互。经第三方测试, 装置通道数为 8 路, 装置 8 个通道带宽均超过 5kHz, 采样位数为 16 位, 即装置采样量化精度为 16 位, 装置采样率为 51.2kHz, 在 10 $^{\circ}$ C 到 40 $^{\circ}$ C 下均可正常工作, 无故障工作时间 $\geq$ 3000h。且开发了相应软件。	田边
245	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	电子器件热管理技术	强化换热; 电子器件散热; 热管理	热管理技术, 在高温冷却、温度控制以及强化换热等方面有着重要应用。可应用于电子器件的散热、航天航空用均热板、低温储冷以及提升能量利用效率等技术领域。发表相关论文 20 余篇, 授权专利 4 项, 其中美国发明专利 1 项。项目团队基于热管理原理研发的温度薄膜传感器, 获得中国航发商用航空发动机有限责任公司的项目支持, 大幅提升了传感器的温度测量响应速度。	史萌
246	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	动态冲击标定技术	高动态; 冲击; 振动	高 g 加速度计、大量动态力传感器等极端环境特种传感器, 在兵器工业领域, 如弹体侵彻、飞行体电磁弹射、舰载机着舰等普遍场景下有着重要应用。标定方法和技术是影响传感器测量精度的关键因素之一。对于应用于空间极端力场测量的三维度传感器, 目前尚未建立起成熟可靠的同步标定范式, 甚至没有可行的方案可供参考, 严重影响极端力场信息的实测精度。已建立起常规分离式 Hopkinson 压杆装置一套, 建立三轴高 g 值加速度计与三轴大量程动态力传感器同步冲击标定的技术路线与装备。加速度和动态力的标定范围达到: 幅值: 10E4-10E5g; 10E4-10E6N; 频响: 20kHz~100kHz。	田边
247	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	高温光纤传感器	高温; 光纤	研究了蓝宝石光纤高温传感探头, 克服了硬脆材料的百微米级研磨加工技术难题, 实现了蓝宝石光纤和普通光纤的高折射率差熔接耦合, 完成了航发动机模拟机及真机尾喷的现场超高温传感测量。并在北京 304 计量院进行了计量校准。进行了超高温光纤温度传感技术研究, 可以实现 1650 $^{\circ}$ C 高温下 10 小时以上的高温长久耐受, 和 1750 $^{\circ}$ C 的短时高温传感测量。技术指标: 超高温测量可达 1750 $^{\circ}$ C; 在 1650 $^{\circ}$ C 下可高温耐受 10 小时以上。已达到技术成熟	田边

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					度 4, 完成原理样机的实验室验证。未来有望进一步提高温度测量和耐受上限, 与此同时, 可进一步拓展测量物理量种类, 实现温压振多参量复合传感, 更好的匹配航空口对于复杂环境下极端工况的传感测量需求。	
248	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	高温温度传感器	薄膜; 高温温度; 高温热流	目前, 项目组提出了一种耐高温温度传感器的制备工艺方法, 相关成果获陕西省机械工程学会科学技术奖一等奖等奖励十余项, 发表相关论文 49 篇, 授权专利 16 项, 承担重点研发计划、两机专项、基础加强等项目多项。项目团队开发的系列特种薄膜传感器, 获西安航天动力试验技术研究所、中航工业北京航空测控技术研究所等单位测试与应用证明, 评价为“研发的超高温传感器在高马赫数、高温气流冲击下, 精度高、响应快, 为航空航天发动机型号研制做出重要贡献”。性能指标: 最高工作温度: $<1800^{\circ}\text{C}$ ; 响应时间: $\leq 1\text{ms}$ ; 测量精度: $\leq 1\%\text{F.S.}$	张仲恺
249	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	高温温度应力标定同步标定技术	高温温度应变; 同步标定	高温温度应变同步传感器在航空航天领域有巨大的潜在需求。目前, 传统使用的热电偶和电阻应变片可以分别用来测量温度和应变, 但其存在很多不足。国内在高温温度应变同步传感器参数的标测方面缺乏通行的标准测试方法及平台。国际上的知名研究机构各自提出了一些高温测试标定方法, 并用非通用的测试平台实现传感器的静态标定。目前已搭建起一套高温温度应变同步传感器静态标定平台, 发信号采集、处理、后端解算模块与设备、上位机软件等, 性能指标: 1)应变范围: $50\text{-}40000\mu\epsilon$ , 2)校准应变精度: $0.1\%\text{FS}$ ; 3)温度范围: 室温到 $1800^{\circ}\text{C}$ ; 4)校准温度精度: $\pm 0.2\%\text{@}$ 室温到 $1800^{\circ}\text{C}$ 。	张仲恺
250	微纳制造	智能传感芯片与系统团队	高温压力传感器	SiC; 高温压力	基于第三代半导体碳化硅, 开发了耐高温压力传感器, 具有耐高温、抗辐射、耐腐蚀、稳定性好等特点, 可用于航空航天、石油化工、钢铁冶金等高温环境的流体压力测量, 相关成果获得 JCK MEMS/NEMS 最佳论文奖等国内外奖励, 发表高水平论文 20 余篇, 授权中国发明专利 10 项, 美国发明专利 1 项, 承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、JKW 基础加强项目等 10 余项国家级与省部级项目。本团队开发的碳化硅高温压力传感器在中国燃气涡轮院、中航发 624 所、西安电子工程研究所等多家单位与中国人民解放军 XX 部队应用, 为“XXX 高温环境压力准确测量提供了有效技术手段”。技术指标: 压力量程 $500\text{kPa}$ 、 $1\text{MPa}$ 、 $2\text{MPa}$ 、 $5\text{MPa}$ 及 $10\text{MPa}$ 以上等系列; 工作温度:	方续东

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					≥600℃; 响应频率: ≥50kHz; 精度优于 0.5%FS。	
251	智能制造	智能加工工艺及装备团队	刀具状态参数在机检/监测系统	刀具、种类、几何参数、磨损、破损、在机测量、在线监测	针对数控加工前刀具的种类与安装参数, 提出了基于机器视觉的刀具种类和几何参数检测方法, 实现加工中心上各类刀具类型、直径、悬长、刀尖圆角半径、齿数、螺旋角等参数的快速测量, 开发了在机检测装置和软件系统, 并与数控程序中设定的刀具进行匹配判断, 实现刀具是否安装正确的报警提示。同时针对刀具的磨破损状态, 研发了基于电流和振动信号的刀具状态监测系统 MachiningPro V2.0, 可实现刀具的磨损、破损、断刀等突发现象监测。技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	张俊
252	智能制造	智能加工工艺及装备团队	复杂零件的余量精准分配与快速定位	零件、余量、定位、数控加工	针对复杂零件数控加工前的找正定位问题, 研究了通过在机测头与机外三维扫描两种方法构建零件三维模型的方法, 开发余量分配与定位计算软件, 解决余量精准分配和快速定位问题。 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	张俊
253	智能制造	智能加工工艺及装备团队	机床动态性能分析与正向设计	机床动力学、正向设计	围绕数控机床的动态性能开展了载荷谱构建、结合部参数辨识、功能部件和整机动态性能建模分析方面的研究, 搭建了一系列结合部、功能部件和整机动态性能测试分析装置, 形成了机床结构布局优化、移动部件轻量化、动态性能匹配设计、振动抑制等关键技术, 开发了整机动态性能预测软件平台, 适用于数控车床、立式/卧式加工中心、齿轮磨床、五轴机床等多型数控机床, 为数控机床动态性能分析、正向设计和零件加工误差溯源提供了重要方法和工具。 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	位文明
254	智能制造	智能加工工艺及装备团队	机床基础铸件材料性能分析与优化	机床、基础铸件、材料性能、阻尼特性、优化	针对数控机床基础铸件, 分析了不同材料配方对铸件动态性能的影响规律, 对比分析了国外机床铸件配方下的基础部件动态性能, 形成了材料配方的优选方案。 技术成熟度: 4 级, 实验室验证。	张会杰
255	智能制造	智能加工工艺及装备团队	机床结构静动特性有限元分析与测试	机床、结合部参数、有限元分析、动态特	针对数控机床, 掌握有限元及其实验模态分析的整套操作流程, 包含并不局限于前处理、边界条件施加、后处理等环节; 熟悉机床常见结合部设计方法, 动力学性能分析方法, 可以开展机床动态性能优化分析。	张会杰

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
				性测试、模态分析、参数优化、结构优化	技术成熟度：5级，实验室验证，并在现场示范应用。	
256	智能制造	智能加工工艺及装备团队	激光辅助铣削加工中心	数控机床、激光辅助、专机、难加工材料	<p>面向空天武器装备高材料去除率、复杂型面加工需求，研发集结构、技术及数控系统于一体的激光辅助铣削加工中心，具备激光扫略、连续加工、光刀联控等功能，初代样机已在智能制造装备与系统公共平台完成测试和部署。</p> <p>关键技术指标：(1) 主轴转速<math>\geq 10000</math> rpm、进给速度最高 48 m/min，激光功率<math>\geq 8000</math> W；(2) 激光辅助连续加工，加工表面粗糙度<math>\leq 0.8</math> <math>\mu\text{m}</math>；(3) 激光与刀具联动控制，刀具-激光位置控制精度<math>\leq \pm 0.2</math>mm；(4) 复杂路径激光扫略功能，预热范围<math>\geq 150</math> mm<math>\times</math>150 mm、扫描速度<math>\geq 2000</math> mm/s。</p> <p>技术成熟程度：4级，样机部件在实验室环境验证。</p>	刘弘光
257	智能制造	智能加工工艺及装备团队	零件高速高效加工工艺优化与切削参数库	复杂零件、高速加工、高效加工、切削参数库	<p>针对大型薄壁复杂零件，提出基于工艺系统动力学特性演变的全过程工艺设计方法，包括了加工阶段划分，加工顺序选择，加工参数选取。实现了切削加工过程与工艺系统性能的匹配，保证了切削过程的稳定高效，开发了薄壁零件铣削加工全过程工艺优化参数库软件，建立了支撑全过程工艺设计理论和方法应用的技术软件，进行了功能现场验证。技术适用于航空航天、工程机械、能源装备等零件加工过程。</p> <p>技术成熟度：5级，实验室验证，并在现场示范应用。</p>	唐宇阳
258	智能制造	智能加工工艺及装备团队	零件加工误差与机床动态误差溯源方法	数控机床，动态误差，零件误差，零件振纹，零件刀纹，零件视觉缺陷，误差溯源	<p>对零件过切、欠切、振纹、切痕等局部缺陷，明暗条纹、橘皮特征等视觉缺陷，机床的动态误差等进行溯源，分析数控系统、伺服控制及机械振动等问题环节所在，为企业发现零件加工质量问题成因，寻找解决方案提供参考。</p> <p>技术成熟度：5级，实验室验证，并在现场示范应用。</p>	吕盾
259	智能制造	智能加工工	零件特征参数在	零件、数控加	针对诸多零件在加工过程需在机测量问题，研究了各种尺寸、形状和位	张俊

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		艺及装备团队	机测量技术	工、在机测量、精度分析	置精度特征的计算方法，开发了在机测量宏程序生成软件和测量精度分析系统，在航空、工程机械等领域的零件加工过程进行了示范应用。 技术成熟度：6级，在现场规模应用。	
260	智能制造	智能加工工艺及装备团队	切削加工表面的仿真分析与测试	数控机床、切削加工、仿真分析、表面完整性	针对切削加工过程，开发了材料已加工表面微观组织演化模型，通过温度、应力应变等参数的输入以及本构曲线的应用，结合力学性能测试实验，可以预测零件切削加工表面的显微硬度、残余应力等性能指标，最后评价材料切削的工艺-组织-性能协同影响机制。 技术成熟度：4级（试验：技术已经进入试验阶段，产品经过一定程度的测试和验证。）	刘弘光
261	智能制造	智能加工工艺及装备团队	数控机床加工过程在线实时监控系统	数控机床、切削加工、在线监控、刀具磨损、加工颤振、电流和振动	面向数控机床加工过程动态感知和实时分析的需要，研发了数控机床加工过程在线实时监控软硬件系统，具备加工参数、切削负载、加工颤振、刀具磨损、刀具失效、加工质量等6项监控功能。 技术成熟程度：4级（试验：技术已经进入试验阶段，产品经过一定程度的测试和验证。）	张星
262	智能制造	智能加工工艺及装备团队	数控机床热误差分析、测试、建模、控制与补偿	热误差测试、热误差建模、热变形控制、热误差补偿	针对三轴高速、高精数控机床开展热特性分析，确定其温度场分布与热变形规律，开展典型工况下数控机床热误差测试，建立热误差分析与补偿模型，通过对机床大件结构、对冷却系统参数进行优化控制机床热变形，开发热误差补偿功能，实现典型加工工艺下数控机床主轴、进给系统热误差补偿，减小加工误差。 技术成熟度：5级，实验室验证，并在现场示范应用。	李旻
263	智能制造	智能加工工艺及装备团队	数控机床运动控制系统调试、控制功能开发	数控机床，运动系统，动态测试，伺服参数整定，抑振功能	针对数控机床控制系统，研究了柔性、非同位、多入多出特征对系统的影响规律，掌握机械结构特征与机械特性关系机理、机械特性与控制性能关系机理。明确反馈、滤波、前馈、干扰观测、迭代学习等控制算法的作用机理、应用场景与调试方法。具备机械特性测试、分析，动态误差测试、分析，控制参数整定优化等所需的软、硬件条件与技术能力。 技术成熟度：5级，实验室验证，并在现场示范应用。	刘辉
264	智能制造	智能加工工	数控加工 G 代码	数控机床，	通过 G 代码几何特征及数控系统插补指令的频率特征，识别三轴和五轴	吕盾

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		艺及装备团队	缺陷刀位点识别修正算法	CAM, G 代码, G 代码缺陷识别, G 代码缺陷修正	数控 G 代码中的密集、突起、折返、刀轴矢量突变等 G 代码缺陷点, 并进行修正, 支撑企业进行零件加工误差溯源及优化 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	
265	智能制造	智能加工工艺及装备团队	数控系统插补指令测评方法	数控系统, 插补, 测评	在时频域对数控系统插补生成的指令进行评测, 辅助主机企业选择数控系统, 辅助数控系统企业评估算法优劣。 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	吕盾
266	智能制造	智能加工工艺及装备团队	五轴机床静动态精度测量仪器与辨识算法	五轴机床, 几何误差, 动态误差, 误差测量, 误差补偿, R-test	五轴机床旋转轴几何误差及动态误差测量仪器与辨识软件, 可测量辨识两旋转轴 20 项几何误差, 刀尖位置俯仰等动态误差, 支撑企业开展误差测量与补偿。 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	吕盾
267	智能制造	智能加工工艺及装备团队	五轴数控机床联动精度数字孪生模型	数控机床, 五轴机床, 几何误差, 跟随误差, 机床联动精度预测, 零件加工误差预测, 机床联动误差调整	针对摇篮、双摆、一摆一转等结构形式五轴机床, 建立包括五轴机床 41 项几何误差和各轴跟随误差的数字孪生模型, 通过离线或在线实时采集指令数据, 预测机床联动轨迹误差, 并对轨迹误差进行在线调整, 支撑五轴机床联动精度的智能预测与调整。 技术成熟度: 5 级, 实验室验证, 并在现场示范应用。	吕盾
268	智能制造	智能系统团队	大容量自然通风直接空冷机组排汽管道设计技术	自然通风直接空冷; 流量分配; 结构优化; 均流减阻; 结构强度分析; 应力状态评估	本技术适用于 600MW 及以上自然通风直接空冷 (NDC) 机组主排汽管道的设计, 主排汽管道是自然通风直接空冷机组中的关键核心部件, 通过对其流场进行优化, 显著改善了排汽管道 72 路支管流量分配的不均匀问题, 最大流量偏差不超过 15%; 通过对其进行结构力学分析, 提出了一套自然通风直接空冷系统排汽管道的力学评判准则, 能够有效地对同类型管道进行载荷确定和分析评价。该技术成熟度较高, 部分研究成果已经应用于全球首例自然通风直接空冷(NDC)660MW 燃煤机组——榆能杨伙盘煤电一体化电厂项目。该技术是大型燃煤机组空冷技术的重大突破,	王海涛

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					对于推动火电行业绿色低碳高质量发展具有引领和示范作用，技术应用前景广阔。	
269	新能源	智能系统团队	电池快速分容	电池检测、电池分容、状态估计、电池管理	电池分容需求贯穿电池整个生命周期，随着电动汽车、储能等领域的蓬勃发展，分容具有千万级的市场规模。然而，当前分容技术需要对电池进行 5-8 个小时的满充满放，耗时耗电成本高。团队研发的电池储能系统快速分选技术可在满足精度的基础上将其时间最高减少到十几分钟，用电降低 70%以上。以 8GWh 的电池分选计算，可节省成本上千万元。相关成果已在欣旺达（电池产销全球前十厂家）、绿沃（工信部白名单企业）等企业进行了产线现场验证，获得了行业和投资基金等多方的认可。相关成果可有效降低碳排放，可为新能源汽车等国家重大战略的实施提供有力支撑，为碳达峰碳中和“双碳”目标贡献一份力量。	徐俊
270	新能源	智能系统团队	电池系统多维度设计与管控	电池系统、状态估计、热管理、均衡	电池系统应用与电动汽车、储能电站等领域，获得了越来越多的应用。然而，以锂离子电池为代表的电池系统仍然存在安全性、比能量、成本等多方面的问题。本技术从电池机电热多维度出发研究电池内部特性并建立综合模型，可有效提升电池的状态估计精度。电池安全方面，本技术从电池系统结构与热设计、电池热管理、电池故障诊断等多层面开展电池主/被动管控，提升其安全性，并提高系统的总体比能量。相关技术具较好成熟度，已有相关样机，部分已实现产业应用。相关技术的发展具有很强市场推广应用价值，社会经济效益好。	徐俊
271	机器人	智能系统团队	多机器人复杂任务分配及路径规划方法	移动机器人、任务分配、路径规划	为解决复杂场景下多机器人物流系统多区域实时调度及路径优化问题，研究多种因素影响的机器人调度任务派发模型，研究复杂约束条件下机器人动态任务分配算法，研究建立考虑任务类型和进度的机器人路径规划模型，研究多机器人路径规划与多机并行优化算法；提出基于实时负载均衡的机器人交通管制和多区域协同算法，实现多机器人物流系统多区域实时调度及路径优化，为多机器人物流调度及路径优化管控软件开发提供关键技术支持	姜歌东
272	机器人	智能系统团队	机器人视觉引导、机器人仿真环境	机器人三维视觉，机器人	三维环境目标检测与机器人运动视觉引导，用于动态柔性制造与检测过程中，增加机器人对生产场景的适应性；机器人模型在仿真环境中对快	耿涛

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
			技能训练与现实迁移	仿真训练, 机器人技能迁移	速变化任务进行动作规划学习与训练, 将快速计算训练得到的有效结果迁移运用到真实环境中的机器人生产作业过程, 增强了机器人适应变化任务的能力; 较传统技术, 以上技术提高了机器人新任务部署效率与柔性生产能力 3 倍以上, 技术成熟度 7 级, 在智能制造与未来技术变革中发挥重要作用。	
273	智能制造	智能系统团队	机械零部件可靠性测试及评估技术	零部件、可靠性、测试、评估	针对国产装备关键零部件长期运行中性能退化和可靠性差的问题, 研究机械关键零部件可靠性测试、评估方法, 复杂应力模式下机械零件加速寿命试验设计及测试方法; 机械零件动态可靠性评估理论和方法。项目成果可应用于国产装备制造企业, 为完善机械零部件可靠性设计方法、提高国产机械零部件运行中的可靠性提供理论和技术保障。	姜歌东
274	智能制造	智能系统团队	基于数字孪生的生产系统智能管控技术	数字孪生、质量预测、故障诊断、动态调度	本技术面向离散加工系统生产状态监测、生产管控技术需求, 以设备内置传感器信息为主要数据, 构建设备信息模型, 结合设备状态监测分析算法、故障诊断算法、产品质量虚拟量测算法、生产计划排程算法等对生产过程进行分析管控, 并结合数字孪生技术, 实现生产过程的数字孪生。根据中国软件测评中心、陕西省软件测评中心等第三方检测机构测试系统最大延迟 0.136s, <1s, 可以支持 5 种以上国内外数控系统, 具有故障诊断、虚拟量测等功能, 本项目所开发系统本技术已在海尔、法士特、中霖等生产现场实际应用。本技术对实现生产过程的智能化具有重要的支撑作用。	赵飞
275	机器人	智能系统团队	基于微服务的云边协同智能制造管控与决策系统	微服务、云边协同、管控、决策	本研究成果提出了基于微服务的云边协同智能制造管控与决策架构, 有效地解决了离散制造过程中的感知、评估、决策和优化问题。建立了数据-模型混合驱动的闭环控制机制, 实现了离散制造过程中的异常感知、动态评估、智能决策和实时优化。面向大规模定制化生产, 开发了微服务架构下管控软件构件, 形成了一套完整的云边协同管控软件, 并在离散制造行业成功进行了应用验证。关键技术指标: 异常机理模型 $\geq 5$ 项, 决策模型库 $\geq 5$ 项, 微服务软件构件 $\geq 6$ 套, 检测准确率 $\geq 90\%$ 。技术成熟程度: 本技术已在离散制造行业进行应用验证, 技术成熟度高。技术发展潜力展望: 预计本技术将进一步优化制造业的生产效率, 降低异常	杨汉博

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
					状态下的损失, 具有广阔的市场应用前景和社会经济效益。	
276	机器人	智能系统团队	精密视觉对位与并联机器人技术	并联机器人运动控制、视觉检测、多轴同步运动控制	三自由度共平面并联机器人运动平台定位误差 $\leq 1.5\mu\text{m}$ 。平台轨迹跟随误差均方根 $\leq 1.5\mu\text{m}$ , 多轴同步误差均方根 $\leq 5\mu\text{m}$ , 核心区域内定位误差小于 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ; 技术成熟度 5 级, 已开发相应视觉运动控制软件系统, 本项目开发的视觉对位技术可以应用于 Microled 激光巨量转移、晶圆切割、智能分拣、视觉装配等行业领域。	闵超庆
277	智能制造	智能系统团队	数控机床热误差补偿技术	数控机床, 热特性测试, 热误差建模, 热误差补偿	数控机床的热误差补偿技术, 是决定机床精度的稳定性的最主要的一个方面, 是高档数控机床不可或缺的关键技术, 团队开发了数控机床热补偿模块软硬件, 数控机床热特性测试系统, 可以用于企业的热特性测试、热误差建模、批量产品的热误差补偿, 并在宝鸡机床、海德曼等机床企业进行了小批量的应用, 取得了良好的补偿效果, 具有广泛的应用前景。其限制条件是热误差建模与机床结构密切相关, 各型号机床建模需要的工作量较大, 需要机床企业的投入与配合。	陶涛
278	机器人	智能系统团队	旋转机械回转精度自愈调控技术	动平衡; 精度自愈调控; 在线平衡装置; 激光动平衡装备;	针对旋转机械失衡振动自愈调控关键技术与装备开展技术研究, 深入分析了“测-算-平”的误差分析, 提出了多因素误差分离方法, 有效的提升了失衡特征提取精度; 研究了失衡矢量高精度辨识方法, 解决了高精度辨识和现场实用性之间的矛盾; 突破了高精度在线自愈调控技术, 研制了系列化的在线平衡装置, 平衡精度达到 G0.4, 平衡时间 $\leq 15\text{s}$ , 技术成熟度 8 级; 基于激光高精度去除技术, 攻克了面向微型转子高精度“测-算-平”全流程一体自动化平衡的关键技术, 研制了相关装备, 平衡精度等级达到 G0.4, 最小去重质量 1mg, 技术成熟度 8 级。	运侠伦
279	智能制造	智能系统团队	移动操作机器人	全向移动操作、阻抗控制、移动加工	本技术面向大型工件磨抛、焊接、喷涂等技术需求, 基于视觉导引技术, 实现大型工件的力控操作。本技术基于阻抗控制原理设计全阻抗控制器, 开发全向移动操作机器人, 可执行多种移动加工任务。力控精度 $< 5\text{N}$ , 定位误差 $< 20\text{mm}$ , 移动速度 $> 1.5\text{m/s}$ , 操作范围: 定制。本项目技术处于工程样机阶段, 须根据具体应用场景定制。本项目所开发移动操作机器人可完成多种移动操作任务, 在工业、医疗、生活中均存在应用场景。	赵飞
280	智能制造	智能系统团队	增强现实智能辅	增强现实	技术摘要: 针对厂间多人协同操作、盲区装配与检测、长装配链末端反	杨军

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
		队	助装配原型系统	(AR)、装配、智能制造	<p>复修配等场景，引入增强现实技术，研究动态配准虚实融合、智能决策协同交互、在线检测智能纠错、盖板测修一体等关键技术，开发了增强现实智能辅助装配原型系统，形成了高效高质低人因的智能辅助装配方法；</p> <p>关键技术指标：装配效率提高<math>\geq 50\%</math>，信息引导偏差<math>\leq 0.8\text{mm}</math>，虚实配准偏差<math>\leq 0.8\text{mm}</math>，在线质量误检率<math>\leq 5\%</math>，修配误差<math>\leq 1.2\text{mm}</math>等；</p> <p>技术成熟程度：提出了完整的理论框架，完成了相应的软件开发，设计了配套的硬件系统设备，原型系统在实验模拟现场环境中应用验证，技术成熟度达到六级。</p> <p>技术发展潜力：该系统除了可以提高装配效率外，凭借 AR 引导、多模态交互等功能特点还可以发展应用到运行维护、维修保养、教育培训等领域中，直接提高维保和教培效率。</p>	
281	机器人	智能系统团队	智能机器人遥操作	机器人；遥操作；力反馈	<p>基于人体上肢穿戴设备信号感知与肢体动作识别的机器人机械臂遥操作控制技术，包括基于 IMU 测量单元的上肢动作精确识别方法与运动模型重建技术、作业现场真实场景与主操作端可视化虚拟环境的数据交互技术、基于遥操作的仿生机械手人机交互力反馈设备、基于导纳控制的仿生机械手柔性控制算法。研发了距离大于 30m 的机器人遥操作交互软硬件系统 1 套，实现了遥操作远近端时延小于 0.3s，开发了人体上肢动作特征识别算法及系统，人体上肢动作解码准确率大于 90%；集成开发了一套 6 自由度机械臂控制系统，支持远程抓握推拉提等动作，且末端负载可达 50N。技术成熟度 5 级。成果预期能够在手术机器人、特种/极端/危险环境下遥控机器人作业等场景具有潜在应用价值。</p>	施虎
282	智能运维	装备智能诊断团队	大型旋转设备振动、异音故障诊断服务	振动、异音、故障诊断	<p>装备所诊断室是国内最早从事旋转设备振动故障诊断技术研究的专业团队，拥有 40 多年的理论研究和实践经历，发明了以全息谱为代表的旋转设备故障诊断核心技术，在实践中形成了一套数据与机理模型相结合的振动故障诊断分析方法论。运用上述理论，课题组在近十年以技术服务的方式解决了数十起核电旋转设备重大技术难题，为核电领域培养数十名振动故障诊断技术人才，创造数亿元价值。</p>	王琇峰

序号	方向	所在团队	成果名称	关键词	成果简介	联系人
283	智能运维	装备智能诊断团队	动力装备多源数据处理与故障诊断技术	故障诊断	多模态低价值密度数据下复杂装备运行异常高效高分辨识别技术；复杂传递路径下多振源耦合复杂装备部件故障准确隔离技术；强噪声干扰下零部件早期微弱故障高敏感提取技术。	陈景龙
284	智能运维	装备智能诊断团队	复杂装备关键部件退化模式自适应辨识与预测理论及其应用	退化模型、寿命预测	面向机电装备复杂服役环境下的稀疏损伤特征提取及多退化模式下的寿命预测需求，针对周期簇稀疏微弱损伤特征表征机制、内外源不确定动态退化建模和随机退化过程自适应寿命预测三个科学问题开展了系统深入的研究。攻克了强噪声干扰下机械微弱损伤特征的时频域结构自适应表征难题，突破了退化模式或环境工况突变情形下退化过程建模与辨识的瓶颈，建立了自适应数模融合的剩余寿命预测理论，有效地提升了复杂机电装备的健康管理水平。获得中国振动工程学会科学技术奖（二等）和高等学校科学研究优秀成果奖（一等）。技术成熟度：4-5级。研究成果对提高复杂装备的运行安全与任务执行能力具有重要的科学理论价值和社会经济意义。	王宇
285	智能运维	装备智能诊断团队	工业机器人无传感健康监测技术	工业机器人	该项目使用无传感健康监测技术，在不借助外置传感器的情况下，通过多源伺服信息之间的耦合机理建模，结合深度学习、智能决策等理论，实现机器人健康状态的智能化监测，可解决目前工业机器人健康监测的难题。目前技术成熟度 3-4 级。技术原理已经实现，仿真和实验结果能够证明技术的有效性和优越性，需进一步开发原理样机、工程样机，往工程化阶段进行推进。	赵明
286	智能运维	装备智能诊断团队	旋转设备声振温一体监测技术	预测性维护、声振温一体、异音、工业听诊、早期故障诊断	开发了基于声振动一体化感知的旋转设备预测性维护系统，系统包括感知硬件和上位机分析软件两个组成部分。在感知部分，相较于常见的温振一体传感器，声振温一体化传感器可同时采集结构噪声、三轴振动、温度、冲击脉冲信息，实现对旋转设备运行状态的多维度深度感知；上位机软件集成了工业听诊、基于零部件健康因子诊断及寿命预测技术。所开发系统在旋转设备早期故障诊断及低速设备的早、中晚期故障诊断中具有独特优势。上述系统已在核电、港口等行业获得推广运用，在工业设备状态监测、预测性维护领域具有广阔的运用前景。	王琇峰

