



**Scientific and technological
achievements collections**





01035 救生舱 / 避难硐室生命保障系统	55
01036 磁场辅助喷射电沉积制备超疏水表面技术	56
01037 金属激光选区熔化增材制造技术	58
01038 喷射电沉积制备防腐耐磨表面技术	60
01039 陶瓷光固化增材制造技术	62
01040 半导体晶体大幅面高定向放电切割方法	63
01041 放电诱导烧蚀加工方法	64
01042 大尺寸焊接结构件高效建模方法	65
01043 激光焊接过程控形控性技术	67
01044 基于 IPC 的机器人控制系统	68
01045 光洁表面产品缺陷在线检测系统	69
01046 汽车座舱主动降噪技术	70
01047 海陆空智能快速核应急辐射监测系列装备	71
02 新能源	73
02001 能馈式轨道交通牵引供电系统	73
02002 非隔离光伏并网逆变器	74
02003 5KVA 独立型光伏发电系统	75
02004 新型混合励磁风力发电机	76
02005 新能源联合供电系统	77
02006 硅基薄膜太阳能电池制备技术	79
02007 透明导电薄膜制备技术	80
02008 非并网风电场监控与数据采集 (SCADA) 系统	81
02009 新型高亮度 LED 驱动器	82
02010 随钻测井系统井下传感器用高比能超级电容器技术	83
02011 LED 高寿命高效率供电电源	84
02012 基于机械蒸汽再压缩的低温蒸发器	85
02013 半导体温差发电机	86
02014 1kV 输入高压高功率密度 SiC 直流电源	87
02015 多方向振动发电机	89
02016 Halbach 磁阵多浮体直接式波浪能发电装置	90
02017 大型风力机设计技术	91
03 新能源汽车	92
03001 新型混合励磁电机	92
03002 动力型锂离子电池正极材料	93
03003 低成本、长寿命水系钠离子电池	94
03004 力与位移耦合控制的新型汽车动力转向系统	95
03005 电动汽车电力电子动力总成	96
03006 基于新型复合材料的新能源汽车轻量化技术	97
03007 基于微惯性器件的自平衡电动车控制器及装置	98
03008 一种基于视觉的辅助驾驶装置及其工作方法	100
03009 汽车悬架馈能减振技术	101

07026 超高分辨率光矢量分析仪	199
08 高端医疗器械及生物技术	201
08001 面向牙齿建模的专用三维测量系统	201
08002 肿瘤前期诊断分子探针的合成及其分子影像活体诊断系统	202
08003 外科血管搭桥手术设备	203
08004 广域数字眼底成像关键技术	204
08005 肿瘤多点适形微波热消融针	206
08006 牙种植体亲水 SLA 表面处理技术	209
08007 牙种植体用高强韧 α 型 Ti-Zr 合金	211
08008 高强度改性 MTA 牙科材料的研发	212
08009 可注射高强度整合型骨水泥	214
08010 齿科、骨科用高生物活性牛骨骨粉	216
08011 可穿戴康复训练智能机器人	217
09 高技术服务	219
09001 工业工程咨询服务	219
09002 多品种小批量情景下面向核电装配制造领域的管理研究	220
09003 工业产品创新设计	221
09004 视觉艺术设计	222
10 航空航天类	224
10001 小型总线式飞行自动驾驶仪的开发	224
10002 轻舟一号轻型飞行模拟器	225
10003 “鸿雁” HY30 系列全地形通用小型长航时无人机	226
10004 NH40 轻型通用飞机	228
10005 微小型无人飞行器系统	229
10006 卫星导航系统天线的研发与产业化	231
10007 动态系统故障诊断与可靠容错控制	232
10008 面向新一代飞行器的多传感器组合导航技术	233
10009 空中交通先期流量管理系统	235
10010 MEMS 微惯性姿态测量与组合导航技术	236
10011 新型多功能气动推力矢量喷管	238
10012 复杂异形焊接结构件精准求解技术	240

南京航空航天大学简介

南京航空航天大学创建于1952年10月,是新中国自己创办的第一批航空高等院校之一。1978年被国务院确定为全国重点大学;1981年经国务院批准成为全国首批具有博士学位授予权的高校;1996年进入国家“211工程”建设;2000年经教育部批准设立研究生院;2011年,成为“985工程优势学科创新平台”重点建设高校;2017年,进入国家“双一流”建设序列。学校现隶属于工业和信息化部。2012年12月,工业和信息化部、中国民航局签署协议共建南京航空航天大学。2018年12月,工业和信息化部、教育部、江苏省共建南京航空航天大学。

在60余年的办学历程中,南航人秉承“航空报国”的办学传统,遵循“团结、俭朴、唯实、创新”的优良校风,践行“智周万物,道济天下”的校训,栉风沐雨,砥砺奋进,不断推动了学校的快速发展。目前,学校已成为一所以工为主,理工结合,工、理、经、管、文等多学科协调发展,具有航空航天民航特色的研究型大学。学校现设有16个学院和174个科研机构,建有国家级重点实验室3个、省部共建协同创新中心1个、国家地方联合工程实验室1个、国防科技工业技术研究应用中心1个、国家文化产业研究中心1个、国家工科基础课程教学基地2个、国家级实验教学示范中心4个。有本科专业55个、硕士一级学科授权点33个、博士一级学科授权点17个、博士后流动站16个。有航空宇航科学与技术、力学等一级学科国家重点学科2个,二级学科国家重点学科9个,国家重点(培育)学科2个,国防特色学科10个。

学校建有明故宫、将军路 and 天目湖三个校区,占地面积3000余亩,图书馆收藏278万余件印刷型文献、1120万余册各类电子型及数字型文献信息资源。现有教职工3131人,其中专任教师1845人。专任教师中,高级职称1260人,博士生导师516人,院士及双聘院士11人,“千人计划”24人,“长江学者”20人,杰出青年基金获得者8人,全国教学名师4人,国家级、省部级有突出贡献的中青年专家26人,入选国家和省部级各类人才计划600余人次,享受国务院政府特殊津贴专家147人。现有全日制在校生29000余人,其中本科生18000余人,研究生10000余人,学位留学生1000余人,成人教育学生近5000人。

学校已成为高层次人才培养的重要基地。建校以来,学校已为国家培养了16万余名各类高级专门人才,校友中涌现出了14位两院院士,数十位省部级党政领导干部和将军,以及一大批著名的科技专家和管理专家。学校致力于培养具有责任意识、创新精神、国际视野、人文情怀的社会栋梁和工程英才,不断推进教育教学改革,逐步建立起具有南航特色的创新人才培养体系,取得了一批高水平教学成果。共获国家级教学成果奖18项;全国优秀博士学位论文6篇,全国优秀博士学位论文提名15篇;国家级精品课程11门,国家精品视频公开课建设项目6个。国家级优秀教学团队5个,国家级特色专业(建设点)6个,工信部重点专业8个,国防重点专业和紧缺专业(方向)7个。南航学子在各级各类竞赛中取得了一批令人瞩目的成绩:获得2011年空客全球大学生航空创意竞赛总冠军;在全国“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛中,我校连续八次蝉联“优胜杯”,共获特等奖9项、一等奖17项。在“创青春”全国大学生创业大赛中屡创新高,连续荣获“优胜杯”;在“周培源杯”全国大学生力学竞赛、“中国软件杯”全国大学生软件设计大赛、数学建模竞赛、电子设计竞赛等竞赛中,南航学生屡屡折桂。

学校科学研究能力持续增强。建校以来,学校获部省级以上科技成果奖1556项,其中国家奖78项,建有机械结构力学及控制国家重点实验室等5个国家级科研平台、71个部省级科研平台,为共和国贡献了若干个第一,包括我国第一架无人驾驶大型靶机、第一架无人驾驶核试验取样机、第一架高原无人驾驶机、第一架无人驾驶直升机、第一架微型飞行器等。在基础研究领域,学校取得了“直升机广义涡流理论”、“振动控制系统的非线性动力学理论”、“飞机制造协调准确度与容差分配理论”等一批在国内外具有重要影响的理论成果。在国防科技领域,学校参与了我国几乎所有航空重要型号的预研、技术攻关、试验研究,有多项技术在“嫦娥三号”等航天工程中得到了成功应用,为我国航空航天事业发展做出了重要贡献。在国民经济领域,学校积极推进政产学研合作,促进科技成果转化,为经济社会发展提供了有力支撑。

学校大力推进开放办学,积极开展协同创新,先后建立了一批产学研合作研究基地;开展广泛的国际交流与合作,已与国外近百所著名高校及知名研究机构建立了长期稳定的合作关系,形成了“服务航空航天民航、服务江苏,面向全国、面向世界”的开放型办学新格局。

效法羲和驭天马,志在长空牧群星。进入新时代,南航将全面贯彻党的十九大精神,以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,在工信部党组、江苏省委省政府的领导下,坚持走强化特色之路、人才强校之路、创新驱动之路、深度开放之路、文化引领之路,锐意进取,砥砺前行,坚定不移地朝着航空航天民航特色鲜明的世界一流大学目标努力奋进,为实现中华民族伟大复兴中国梦做出新的更大的贡献!



院系设置

学院名称	系名称	学院名称	系名称
航空学院	直升机系	民航学院 / 飞行学院	空中交通系
	飞行器系		交通运输系
	结构工程与力学系		民航工程系
	基础力学与测试系		飞行技术系
	人机与环境工程系		土木工程系
	空气动力学系	理学院	数学系
	航空航天交叉研究院		应用物理系
能源与动力学院	内流与叶轮机械系	经济与管理学院	管理科学与工程系
	强度与振动工程系		工商管理系
	控制工程系		经济系
	燃烧传热与热能系	人文与社会科学学院	法律系
	车辆工程系		政治学系
自动化学院	自动控制工程系		公共管理系
	电气工程系	艺术学院	新闻传播学系
	测试工程系		音乐系
	生物医学工程系		美术系
电子信息工程学院	电子科学与技术系	外国语学院	英语系
	信息与通信工程系		日语系
机电学院	设计工程系		大学外语教学部
	机械制造及其自动化系	航天学院	航天系统工程系
	机械电子工程系		航天控制系
	航空宇航制造工程系		光电信息系
材料科学与技术学院	材料科学与工程系	计算机科学与技术学院 / 人工智能学院	计算机科学与技术系
	应用化学系		软件工程系
	核科学与工程系		网络空间安全系
马克思主义学院	-	金城学院	-
长空学院	-	正德学院	-
国际教育学院	-	无人机研究院	-

南京航空航天大学技术转移中心简介

■中心简介

南京航空航天大学技术转移中心（简称“中心”），原系南京航空航天大学科技成果转化服务中心，成立于2008年10月，是学校为进一步推进产学研合作，加速学校科技成果转移转化，提升服务经济社会发展能力的重要举措。2012年中心获批为国家技术转移示范机构，2014年获得国家火炬中心产业化环境建设项目资助。

中心自成立以来致力于整合校内外科技资源，并不断加强与地方政府、科研院所和企业的合作，形成了以重大项目推进平台、产学研合作促进平台、技术成果转移转化平台、知识产权管理运营平台及技术转移产业联盟为主体的“4+1”技术转移工作体系。在大众创业、万众创新的新常态下，中心将不断进行市场化探索，主动融入到地方以及企业技术创新体系建设中，力争为地方经济转型升级和企业科技进步提供专业的全方位、一站式服务。

■中心理念

南京航空航天大学技术转移中心一直秉持“自主创新、重点跨越、扎实推进、放眼未来”十六字建设理念，“自主创新”即坚持引进吸收再创新的技术转移策略，充分增强中心在创新价值链多个环节的作用；“重点跨越”坚持有所为、有所不为，依托学校特色和区位优势，在航空、航天、民航和地方重点发展的智能制造、新能源、新材料、节能环保、智能电网、新一代电子信息技术等战略性新兴产业领域，集中力量、重点跨越，实现可持续发展；“扎实推进”即坚持点面结合布局，分段实施，平稳推进，目标明确，不分散、不冒进；“放眼未来”重视技术转移本身的基础性、战略性和前瞻性探索。通过不断提升服务能力、拓展辐射能力、增强造血能力、构建集聚能力，加强中心对行业和地方产业的技术引领、技术聚集和技术服务，走出一条具有自身特色的技术转移创新之路。

■服务内容

重大项目推进服务

依托学校科技人才资源，为各级政府和企业提供重大项目的政策咨询、战略规划、技术分析、联合申报、管理监理等服务。

产学研合作促进服务

促进学校与各级政府和企业的产学研合作，联合共建技术转移分中心、校地研究院、校企联合研究机构、学生实训基地（研究生工作站）等各类产学研合作平台。

技术成果转移转化服务

开展技术资源信息的开发与整合、技术成果评估、技术成果推广与转让、技术经纪、技术服务与咨询、资本与品牌引入等服务。

知识产权管理运营服务

引进知名知识产权代理服务机构，共同开展知识产权战略咨询、知识产权定制、知识产权维权、知识产权评估、专利代理、专利检索、专利分析、专利转让等服务。

技术转移产业联盟

组织参加相关技术转移联盟、产业技术创新联盟服务工作。

联系电话：025-84892757

传真：025-84891488

邮箱：nuaakfb@nuaa.edu.cn

地址：江苏省南京市御道街29号

邮编：210016



01

高端装备制造

01001 用于物料自动化搬运的视觉导引 AGV

成果名称	用于物料自动化搬运的视觉导引 AGV																														
所属领域	☒ 高端装备制造 ☒ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他																														
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他 (*备注)																														
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☒ 其他																														
成果介绍	一、成果简介 在物流系统中三类典型的自动化传输设备：1. 固定路径传输设备，如传输带；2. 限定区域传输设备，如有轨小车；3. 可变路径传输设备，如自动导引车 AGV。AGV 是一种具有自动导引装置，能够沿规定的导引路径行驶和停靠在指定的站点，并通过各种移载装置完成相关物料搬运任务的自动化运输车辆。在自动化程度、智能化水平、路径柔性设置及系统可重构性方面，AGV 都要明显优于前两种传输设备，且易与计算机控制的全自动化生产系统有机结合。 二、创新点 电磁感应导引和磁导引是 AGV 的传统导引技术，需要在运行路径地表埋设电缆或铺设磁带；激光导引是一种较先进的导引技术，然而其价格昂贵，且需在工作空间安装大量位置精确的反射板；视觉导引是一种新的基于图像处理技术的导引方法，通过 CCD 摄像机跟踪运行路径地表铺设的有色胶带。相对于其他导引技术，视觉导引具有以下优势： <table border="1"> <thead> <tr> <th>技术指标</th><th>电磁感应导引</th><th>磁导引</th><th>激光导引</th><th>视觉导引</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>导引标识设置</td><td>复杂、更改困难</td><td>简单、更改方便</td><td>反射板位置严格</td><td>简单、更改方便</td></tr> <tr> <td>应用环境要求</td><td>地面平整，无电磁干扰</td><td>地面平整，无电磁干扰</td><td>地面平整，空间无障碍</td><td>地面平整、清洁</td></tr> <tr> <td>导引信息容量</td><td>无特殊标识</td><td>无特殊标识</td><td>无特殊标识</td><td>多种特殊标识</td></tr> <tr> <td>导引识别精度</td><td>±3mm</td><td>±3mm</td><td>±2mm</td><td>±1mm</td></tr> <tr> <td>技术应用成本</td><td>低</td><td>较低</td><td>高</td><td>较低</td></tr> </tbody> </table> 三、主要技术指标 本项目产品采用具有完全自主知识产权的视觉导引和智能控制技术，核心功能部件基于嵌入式计算机系统开发，导引功能强、控制精度高、性价比好、承载能力强、扩展升级方便，相对于现有 AGV 产品具有明显的价格优势。	技术指标	电磁感应导引	磁导引	激光导引	视觉导引	导引标识设置	复杂、更改困难	简单、更改方便	反射板位置严格	简单、更改方便	应用环境要求	地面平整，无电磁干扰	地面平整，无电磁干扰	地面平整，空间无障碍	地面平整、清洁	导引信息容量	无特殊标识	无特殊标识	无特殊标识	多种特殊标识	导引识别精度	±3mm	±3mm	±2mm	±1mm	技术应用成本	低	较低	高	较低
技术指标	电磁感应导引	磁导引	激光导引	视觉导引																											
导引标识设置	复杂、更改困难	简单、更改方便	反射板位置严格	简单、更改方便																											
应用环境要求	地面平整，无电磁干扰	地面平整，无电磁干扰	地面平整，空间无障碍	地面平整、清洁																											
导引信息容量	无特殊标识	无特殊标识	无特殊标识	多种特殊标识																											
导引识别精度	±3mm	±3mm	±2mm	±1mm																											
技术应用成本	低	较低	高	较低																											



01002 飞机复杂结构件数控加工动态特征技术及应用

成果名称	飞机复杂结构件数控加工动态特征技术及应用
所属领域	☒ 高端装备制造 ☒ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☒ 其他
成果介绍	一、成果简介 飞机复杂结构件的数控加工能力是衡量一个国家航空制造水平的重要标志。新一代飞机结构件更复杂、精度要求更高、制造周期要求更短，对五轴联动数控加工技术提出了更高的要求。项目组在国家科技重大专项和国家自然科学基金的支持下，提出了以加工动态特征为载体进行加工全过程工艺知识建模的技术思路，攻克了加工动态特征驱动的自动数控编程和加工变形精确控制技术，为复杂结构件从计算机辅助加工到智能数控加工的跨越提供了理论和技术支撑。成果在多家航空航天企业推广应用，完成了多个复杂结构件的研制生产，被工信部、发改委和国防科工局作为航空领域国产高档数控机床应用示范工程三大关键共性技术之一，向全国军工制造行业推广。 二、创新点 1. 揭示了加工过程中间状态几何参数、工艺参数、监测检测量等动态信息的动态迭代规律和传递规律，突破了基于加工动态特征的加工全过程工艺知识建模技术，实现了复杂结构件工艺知识积累由以零件为载体到以加工动态特征为载体的模式转变。 2. 提出了基于特征识别的加工特征自动排序、加工驱动几何自动创建、工艺参数自动迭代方法，构建了加工特征切削参数优化模型，实现了复杂结构件的快速编程和高效加工。 3. 提出加工过程中自适应释放和消除工件变形的加工模式，研制出能监测工件变形的浮动装夹工艺装备，突破了基于加工动态特征的装夹 / 加工 / 监测 / 检测自适应协同控制技术，实现了加工变形精确控制。 三、主要技术指标 1. 特征自动识别率大于 95%； 2. 刀轨自动生成率大于 95%； 3. 数控编程效率提高 3 倍以上； 4. 加工效率提高 30% 以上； 5. 大型复杂结构件加工变形控制在 0.05mm/m 以内。 四、知识产权及获奖 加工动态特征驱动的智能数控编程与加工技术，研究成果 2016 年获“国家技术发明二等奖”、2015 年获“中国机械工业科学技术一等奖”。目前已拥有授权国家发明专利 60 余项。 五、应用领域及市场前景 本成果已在多家航空航天企业推广应用，完成了多个复杂结构件的研制生产，中航工业集团专门举办快速编程技术研修班将本成果向全集团大型航空制造企业进行推广，被工信部、发改委和国防科工局作为航空领域国产高档数控机床应用示范工程三大关键共性技术之一向全国军工制造行业推广。 本成果在民用大型零件数控加工中具有较好的应用前景，航空航天产品数控加工技术一直引领数控加工技术的发展，随着供给侧的改革，用户对产品品质的要求越来越高，对数控加工的效率和质量会提出更高的要求。本成果航空航天制造行业有着成熟的应用，如在民用市场中进行推广应用，有着巨大的应用价值和市场前景。



01024 导波集成主控结构健康监测系统

成果名称	导波集成主控结构健康监测系统
所属领域	☒ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☐ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 基于压电传感器和导波的主动结构健康监测技术具有灵敏度高、监测区域范围大、不依赖于监测对象的力学模型、既适用于复合材料结构也适用于金属材料结构等优点，是众多主动结构健康监测技术中最具应用前景的技术之一，是国内外研究重点。导波主动结构健康监测技术的工作原理是通过辨识结构损伤对导波信号及其特征的改变来实现结构损伤的诊断与评估。 为实现导波主动结构健康监测技术的工程应用，项目组在国家自然科学基金杰出青年基金 / 重点项目 / 面上项目、国家 863 等国家级重要项目的资助下，研制了系列导波集成主控结构健康监测系统并形成产品，包括工控型、便携型、机载小型化型。系统可实现金属结构和复合材料结构的损伤监测及分析评估，是世界上首套全集成式系统。整套系统集成高频大功率导波主动激励、高速低噪声导波信号采集、压电传感器阵列多通道轮询扫描、结构状态信号分析、损伤特征参数提取及评估等多种功能于一体，可配接大规模压电传感器阵列实现大面积、多部位的结构主动健康监测扫描，能够在线或者离线的提供结构健康状态的变化信息，是一款既适合工业现场应用又适合科学研究的高度集成化的结构健康监测系统。 二、创新点 1. 发明了高频电压 - 电流组合放大提升的小型化程控宽带功率放大器设计方法，首创总线插卡式压电小型化宽带功率放大器，实现了任意激励信号功率放大，采用该功率放大方法后，压电驱动器所激励导波的传播距离较常规方法提高了 5-7 倍，监测区域面积增大 10 倍以上。 2. 研制了总线插卡式低噪声高带宽的程控增益电荷放大器，实现了多通道高速导波信号调理的小型化集成，在极大抑制微弱导波信号噪声的情况下，实现了高速导波信号的高增益程控放大。 3. 采用最小回路面积和浮空端子低阻态的组合设计方法，解决了导波激励 - 响应通道串扰大导致前段调理电路饱和问题，使得导波激励功率和导波响应调理放大倍数得到极大提升。 4. 提出了导波主动系统的高稳定性总线集成方法，解决了导波主动系统的小型化和集成化难题，并研制了导波集成主控结构健康监测系统软件，最终实现了整套导波主动结构健康监测系统的集成。 5. 发展了系列结构损伤的导波波动成像方法，包括：概率路径成像、延迟 - 累加成像、时间反转聚焦成像、空间滤波器成像和多重信号分类成像；发展了系列导波损伤因子提取算法。实现了结构损伤的准确诊断与评估。 三、主要技术指标 1. 系统硬件技术指标： (1) 高速导波激励主要性能参数 • 支持任意波形主动激励信号； • 激励信号长度可达 50000 个数据点，垂直精度 14 位； • 最大输出电压可达 $\pm 70V$，激励功率最大可达 24W； • 工作带宽 10kHz~700kHz。 (2) 高速导波响应主要性能参数 • 高速低噪声信号调理，增益程控，放大倍数多级可调； • 采样率 1MHz~60MHz 连续可调，12 位采样精度；

成果介绍

- 信号输入量程最大可达 $\pm 15V$ 。

(3) 导波监测网络通道扫查主要性能参数

- 支持 64~128 个压电传感器；
- 多通道快速扫查，且支持变频扫查；
- 高速低串扰扫查，扫查速率小于 0.5s/ 通道。

2. 系统软件技术指标：

(1) 系统软件基本性能参数

- 传感器网络管理：支持用户自定义的各种传感器网络形式；
- 激励信号产生：输出正弦调制波激励及用户自定义激励；输出激励信号的幅值和频率在硬件功能范围内多级可调；
- 多通道轮询扫查：支持 64~128 个压电传感器组成的激励-传感通道的快速稳定、低串扰扫查；
- 多通道变频扫查：在多通道轮询扫查的同时，支持每个通道的变频扫查；
- 硬件联合自检：提供对系统各硬件控制状态和功能状态的联合检查以及传感器网络自检；
- 数据输出形式：多种标准数据输出形式，包括 matlab, excel, text。

(2) 信号处理性能参数

- 信号处理：支持软件滤波、频谱分析、小波分析、黄氏变换；
- 信号特征参数提取：支持对信号幅值、峰峰值、飞行时间、能量、中心频率的提取。

(3) 损伤诊断性能参数

- 采集信号回放及对比：回放监测信号，对比健康、损伤信号，差信号提取；
- 损伤因子：提供多种损伤因子实时计算工具箱；
- 损伤成像：路径成像和延迟-累加成像等。

四、知识产权及获奖

本项目组一直致力于导波结构健康监测技术的研究工作，已开展了 20 余年的研究。获部级科学技术发明二等奖。目前，项目组已拥有近 20 项与导波主动结构健康监测系统相关的国家发明专利及软件著作权，主要包括：

1. 袁慎芳，邱雷，余振华等，多通道集成压电扫查结构健康监测系统，专利号：ZL 200610161689.1；
2. 袁慎芳，邱雷，张炳良等，嵌入式飞机主被动结构健康监测系统，专利号：ZL 200910184440.6；
3. 邱雷，袁慎芳，董晨华，压电小型化宽带功率放大器，专利号：ZL 200910028347.6；
4. 邱雷，袁慎芳，王昊等，应用于结构健康监测的宽带 Lamb 波激励信号产生器，专利号：ZL 201110075005.7；
5. 袁慎芳，邱雷，基于计算机系统总线的程控增益电荷放大器，专利号：ZL 200610161688.7；
6. 袁慎芳，邱雷，董晨华，基于计算机总线的程控功率放大器，专利号：ZL 200910024567.1，授权日期：2011/3/30。
7. 邱雷，袁慎芳，张炳良，低串扰、快速和主被动兼容型压电通道切换系统及实现方法，专利号：ZL201010214117.1；
8. 邱雷，袁慎芳，刘彬等，基于多维阵列和空间滤波器的损伤无波速成像定位方法，专利号：ZL201310221994.5；
9. 袁慎芳，王强，邱雷等，一种工程结构损伤主动监测中 Lamb 波时间反转聚焦方法，专利号：ZL200710133882.9；
10. 袁慎芳，邱雷，刘沛沛，主被动结构健康监测系统软件，著作权登记号：2011SR012204；
11. 袁慎芳，邱雷，张炳良，集成压电传感阵列多通道扫查系统软件，著作权登记号：2010SR028963；
12. 袁慎芳，邱雷，鲍峤，机载压电结构健康监测集成扫查系统主控软件，著作权登记号：2012SR079772。

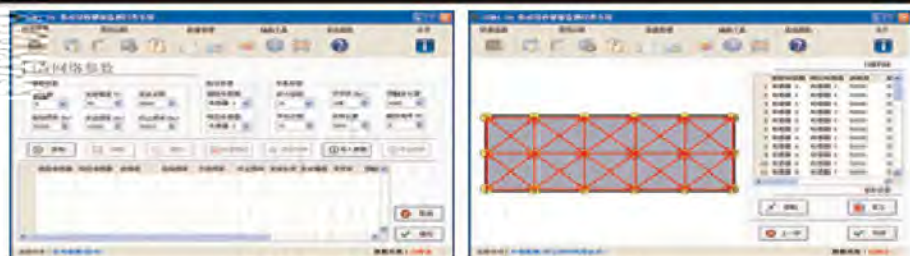


图 2 (d) 传感器网络管理界面

注 4: 支持用户自定义的各种传感器网络形式, 便于构建多激励-传感压电网络, 对结构进行大范围的主动健康监测, 支持传感器自检功能。

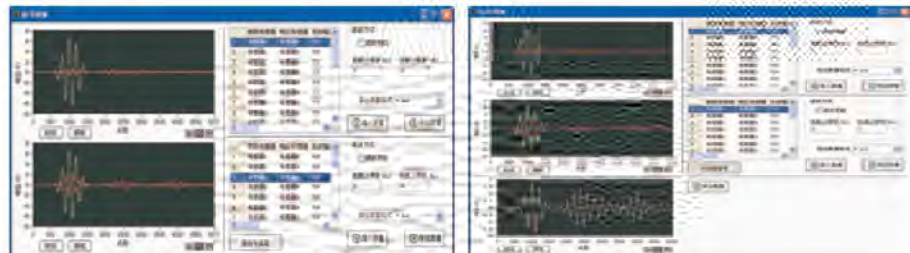


图 2 (e) 采集信号回放及对比界面

注 5: 回放监测信号, 对比健康、损伤信号, 差信号提取。

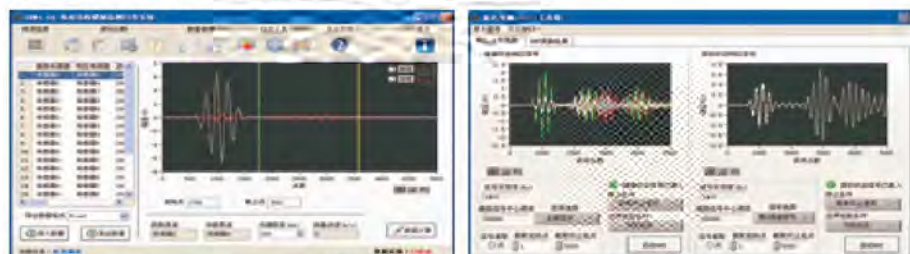


图 2 (f) 信号处理及特征参数提取界面

注 6: 时域信号处理支持信号幅值、峰峰值、飞行时间、能量、信号传播速度等; 频域信号处理支持软件滤波、频谱、中心频率等; 时频域信号处理支持黄氏变换、连续复数小波变换、信号频率成分提取等。



图 2 (g) 主动损伤监测界面

注 7: 在线或离线损伤监测, 提供常规损伤监测工具箱和损伤成像工具箱。



图 2 (h) 文件及数据管理界面

注 8: 通过数据库管理用户所有操作任务及原始数据; 支持多种标准数据输出形式, 包括 matlab, excel, text; 数据可检索, 用于后续分析。

图 2 导波集成主控结构健康监测系统软件

成果图片

01032 空间柔性结构振动抑制实验系统

成果名称	空间柔性结构振动抑制实验系统
所属领域	☒ 高端装备制造 ☒ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 本成果针对柔性空间机械臂运行过程中产生的振动进行主动控制研究。以消除机械臂运动过程中振动对轨迹跟踪和定位控制精度的影响,为提高机械臂运行效率提供有效的解决方法。通过采用压电智能材料作为控制作动装置嵌入机械臂内部,结合各部件材料及力学特性,采用符号建模方法建立空间机械臂刚体运动-弹性振动的刚柔耦合受控模型,结合奇异摄动理论建立机械臂系统的快慢变子系统,经联合求解获得符合实际运动特征的动力学响应。分别考虑系统在无时滞和存在系统时滞两种情况下的振动控制方案,对时滞影响的系统进行特殊处理,以得到不显含时滞的控制系统,从而获得有效的控制效果。研制开发一套用于空间柔性结构动力学及振动抑制的演示系统。 二、创新点 1. 研究开发内嵌式压电智能材料作为控制作动器,提出参数补偿线性化方法,将压电材料本构关系线性化,根据一次刚柔耦合建模理论建立内嵌压电智能材料的柔性空间机械臂动力学控制模型; 2. 研究刚柔耦合动力学模型的解耦方法,建立柔性空间机械臂弯曲和扭转振动的独立控制机制; 3. 研究分析输入时滞对柔性空间机械臂受控模型的影响,提出一种基于刚柔耦合模型的时滞稳定性分析方法,形成最佳时滞控制机制。 三、主要技术指标 1. 建立一套以嵌入式压电智能材料为控制装置的柔性空间机械臂振动主动控制方法,形成机械臂弹性弯曲和扭转振动的控制机制。 根据项目研究内容已形成有效的柔性机械臂振动控制方法,采用奇异摄动有效分离快、慢变系统,获得可独立控制的子系统,建立了有效的柔性刚柔耦合系统振动控制方法。 2. 取得柔性空间机械臂抓取操作中碰撞引起的多模态振动的信号处理和振动控制机制。 分析研究由复杂激励引起的控制器失效问题,引入滤波方法进行信号处理,重点研究由信号处理时滞带来的系统稳定性问题,通过采用建立时滞输入输出方程,以及采用无时滞系统的转换方法,获得这一类时滞系统的有效振动控制方法。 3. 将柔性空间机械臂系统振动幅值消除 80% 以上。 研究结果表明,采用有效的控制方法能够将机械臂系统末端振动幅值衰减 90% 以上,并且在系统受外界干扰,采用滤波处理后的时滞系统控制方面,也能够达到接近 90% 的衰减效果。完全满足预期控制要求。 四、知识产权 1. 邵敏强,滕汉东,嵌入式柔性机械臂振动控制装置,发明专利,专利号: ZL201510809409.2; 2. 邵敏强,滕汉东,黄宇明,一种空间智能柔性机械臂试验装置,发明专利,专利号: 201610169410.8; 3. 邵敏强,陈卫东,滕汉东,刚度可调谐的动力吸振装置,发明专利,申请号: 201710355909.2; 4. 邵敏强,滕汉东,动力吸振器,实用新型,申请号: 201720568422.8。

01042 大尺寸焊接结构件高效建模方法

成果名称	大尺寸焊接结构件高效建模方法
所属领域	☒ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 由于大尺寸焊接结构尺寸较大、结构复杂,所以其有限元建模过程难度较大,利用计算机编程技术对整个建模过程进行参数化设计,将复杂的结构转化为典型的简单结构,使得整个有限元仿真过程更加简单、效率更高;同时有限元分析对网格模型的要求高,需要在保证计算精度的前提下保证计算效率,使用网格过渡技术,保证热源影响大的区域使用精细的网格,热源影响小的区域使用较粗的网格,从而达到相同网格条件下更精确地计算结果与更高的计算效率。例如“大型复合材料工装焊接工艺”研究项目,针对大型复合材料结构件 Invar 合金模具手工电弧焊焊接工艺进行研究,采用高效建模的手段对研究对象进行模拟分析,降低时间与材料等方面的成本。采用实验与仿真并行,理论分析、实验研究、仿真分析相结合的技术路线开展 Invar 合金试板件手工焊接工艺参数探索。 二、创新点及主要技术指标 创新点:参数化建模,缩短建模周期;采用非均匀过渡性网格以控制计算量,在保证计算精度的前提下压缩计算量,采用多 CPU 并行计算以提高计算效率。 技术指标:建模效率提高 30%,计算效率提高 30%。 三、知识产权及获奖 1. 论文 10 余篇,其中典型示例如下: Modeling and simulation of the columnar-to-equiaxed transition during laser melting deposition of Invar alloy Stochastic Modeling Columnar Dendritic Grain Growth in the Weld Pool of Al-Cu alloy 2. 专利: 基于精准能量分配的激光-电弧复合加工的能量分配系数模型的构建方法 一种焊接过程气孔形成与演变的二维计算机模拟方法 四、应用领域及市场前景 大尺寸的结构件难以一次成形,通常采用焊接结构进行生产制造。例如大尺寸的飞机复合材料零件所需的 Invar 合金材料成形模具,对其开展焊接工艺的研究有必要采用高效建模的手段,这能显著提高仿真模拟的效率,缩短计算所需的时间,减少后期焊接工艺实验的次数,节约能源和减轻实验人员的工作量。本技术的研究将填补大尺寸焊接结构件高效建模技术领域的空白,为大型飞机复合材料模具的国产化奠定基础。

01043 激光焊接过程控形控性技术

成果名称	激光焊接过程控形控性技术
所属领域	☒ 高端装备制造 ☒ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 成形精度与组织性能是衡量焊接制造技术总体水平的重要指标。焊接为急冷急热非稳态凝固过程，影响因素众多，热力场分布的主动精确控制难度较大，因而引发一系列问题，例如：长期非稳态热力耦合循环下，成形零件中存在较大的焊接热应力和残余应力，易引起板材翘曲变形与成形件开裂；成形件非均匀受热以及不同位置散热条件的差异导致组织不均匀长大，加大了成形件性能的控制难度。 在既有研究基础上深入探索焊接应力应变及内部缺陷形成机理，并通过合理规划焊接路径和焊接顺序从而实现焊接过程控形控性，打破成形零件尺寸精度不高、变形较大、性能不易控制的难点，是该技术的核心问题。例如“激光焊接中厚钢板结构件的控形控性”研究项目针对典型船舶碳钢牌号，针对中厚板对接结构、搭接结构、T型结构，深入研究典型碳钢材料结构激光-复合焊接过程的冶金机理和熔池行为，重点考察激光功率、电弧电流、焊接速度等工艺参数对焊缝形貌和力学性能的影响，获得较优的中厚板激光-电弧复合焊接工艺。根据实验研究基础开展中厚板碳钢典型结构热-力耦合仿真研究，获取关键区域的温度场结果，应力应变场结果，并结合典型件的服役状况，分析服役过程中外力与焊接残余应力的叠加效应，提出控制焊后变形与应力的策略及方法。 二、创新点及主要技术指标 创新点：基于激光焊接过程冶金机理及熔池流动特性，开展适用于激光焊接过程的热-力耦合仿真研究，考虑典型件服役过程中外力与焊接残余应力的叠加效应，进行焊后变形及残余应力的准确预测，并提出控制变形及应力的策略及方法。 技术指标：2m×2m 级实物件焊接，焊后最大变形小于 5mm；4m×4m 级典型件焊后的最大残余应力值小于 240MPa，焊接变形的最大值小于 2.1mm。 三、知识产权及获奖 1. 论文 20 余篇，其中典型示例如下： Temperature field simulation and grain morphology on laser welding brazing between Ti-6Al-4V and 1050 aluminum alloy Research on X-ray image processing technology for laser welded joints of aluminum alloy 2. 专利： 一种面向精确变形控制的 2.5mm 厚度铝锂合金 T 型接头焊接结构集成模拟方法 一种用于 5A90 铝锂合金 T 型结构双激光束双侧同步焊接的焊前反变形装置及方法 四、应用领域及市场前景 本技术针对航空航天、船舶行业等领域中常见的焊接结构，探索传统焊接工艺改进为激光焊接、激光-电弧复合焊接工艺的可行性。相比于传统多层多道电弧焊接，新型的激光焊接、激光-电弧复合焊接可以极大地提高焊接效率，改善焊缝形貌及性能，提升制造的效率。 基于焊接过程冶金机理及熔池流动特性，开展适用于激光-电弧复合焊接过程的热-力耦合建模与仿真，准确预测焊后变形及残余应力。模拟手段的应用极大地缩短了焊接工艺探索的周期，有效减少后期焊接工艺实验的次数和实验人员的工作量，降低了焊接结构件制造的时间及工艺优化成本，在航空航天、船舶等行业有广阔的应用前景。



01044 基于 IPC 的机器人控制系统

图 基于 IPC 的机器人控制系统



01046 汽车座舱主动降噪技术

成果名称	汽车座舱主动降噪技术
所属领域	☒ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☒ 其他
技术成熟度	☒ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 近年来随着汽车设计越来越注重高效节能及轻量化,应用高压缩比小型发动机成为汽车行业发展的趋势。轻质结构在汽车中的应用增加了结构振动,不可避免的增加了汽车的低频噪声。但是与此相对的是,随着生活品质的提高,消费者对汽车的舒适性特别是车内噪声水平提出了更高的要求。但传统的密闭隔音措施已经越来越难以满足人们日益高涨的对汽车乘坐舒适性的要求,因此有必要开发基于主动控制技术的噪声抑制技术,来显著提升车内降噪效果。 系统的基本原理是,在车内优化布置声学传感器,用来测量发动机的噪声信号和车外噪声信号,车载控制器将测量的信号进行处理,通过主动控制算法输出控制信号,推动车内分布式扬声器发出声波去对消噪声源产生的车内噪声,达到消除噪声的目的。 二、创新点 1. 根据具体场景的声学传感器和驱动器的优化布置方案; 2. 线性声学传感器和驱动器; 3. 嵌入式多路实时自适应控制算法。 三、应用领域及市场前景 车内噪声作为汽车舒适性重要指标之一,正受到用户严格的挑选,降低车内噪声水平,已经是各国政府和车辆生产厂家共同关注的问题。可广泛用于汽车制造行业。



成果介绍

四、应用领域及市场前景

系留无人机通过高压电缆连接机载电源与地面供电设备，与传统的使用电池动力系统的无人机(UAVS)相比，具有高载荷，长滞空时间等优点。目前常见的线缆直流母线电压为 380 V，这种直流母线电压较低，增大了线缆重量，降低了无人机有效载荷。通过提高直流母线电压 (1 kV)，可以实现在相同功率等级条件下，更小的电流，更轻的线缆重量，因而提高无人机有效载荷。因此，高压直流母线成为高功率密度系留无人机发展的必然趋势。与此类似的是，电动汽车和船舶的母线电压也有从 400 V 提高到 800 V 或 1 kV 的技术趋势，通过提高电压降低损耗和系统重量。

成果图片

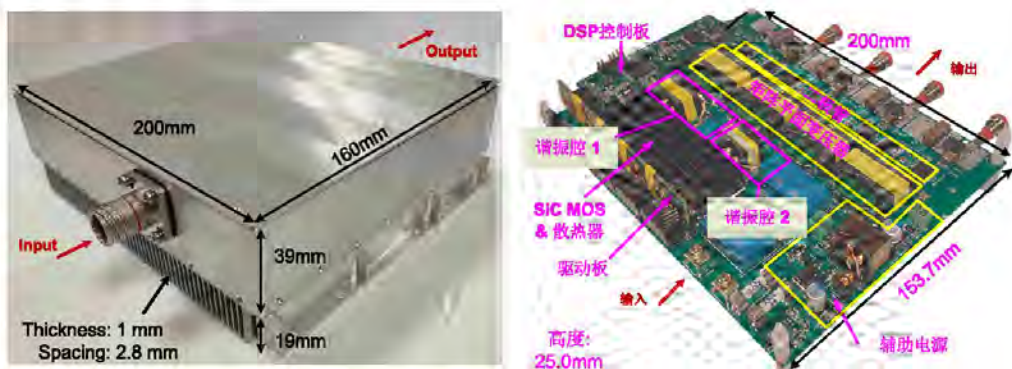


图 1kV 输入高压高功率密度 SiC 直流电源

03002 动力型锂离子电池正极材料

成果名称	动力型锂离子电池正极材料
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☒ 新能源 ☒ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 锂离子电池正极材料包括锂钴氧 (LiCoO_2)、锂锰氧 (LiMn_2O_4)、磷酸铁锂 (LiFePO_4) 及其二元三元或导电聚合物复合电极材料等, 具有电压高、比能量高、自放电率小、循环寿命长、无记忆效应等特性。 二、创新点 1. 方法简单, 能够保证合成锰酸锂为尖晶石结构, 适合规模化工业生产; 2. 先将醋酸锂与醋酸铝溶解后再与电解二氧化锰混合, 克服了固相混合不均的缺点; 3. 选用低熔点醋酸锂为锂源, 保证了低温保温过程中熔融态醋酸锂与电解二氧化锰接触更充分; 4. 少量非活性 Al^{3+} 取代了部分 Mn^{3+}, 抑制了晶格收缩和膨胀带来的结构破坏, 增大了尖晶石骨架的稳定性。 三、知识产权及获奖 获得 5 项国家自然科学基金资助和 5 项专利授权。 四、应用领域及市场前景 应用前景非常广阔, 一方面可以制成大型锂离子电池组以取代传统的矿物燃料作为电动汽车的动力源; 另一方面可制成小型轻量、超薄、高能、高可靠性的二次电池满足微电子工业的发展。
成果图片	图 锂离子电池正极材料测试

03006 基于新型复合材料的新能源汽车轻量化技术

成果名称	基于新型复合材料的新能源汽车轻量化技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☒ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 南京航空航天大学是国内最早开展复合材料自动铺放研究的单位之一，在自动铺放领域居国际先进、国内领先。目前，该技术已成功应用于国防军事、航空航天等重大型号生产，先后交付主机所成套设备 12 套、在研 6 套，目前已形成卧式、龙门式、机器人高柔性等三大系列 4 代产品。技术成熟度达到了 9 级。 二、创新点及主要技术指标 轻量化是提高电动汽车续航里程关键技术，同时轻量化结构、材料将对传统的整车开发系统提出挑战轻质材料应用是车身轻量化最为直接有效手段。碳纤维复合材料以其质量轻、高强度、高刚度、吸能性好、耐高温、耐腐蚀等独特性能，在汽车上的应用日益广泛，主要应用在汽车车身、底盘及传动系统等部件。使用碳纤维复合材料制造的车身和底盘可以减重 40-60%，其抗拉强度却是同等截面积钢材的 7-10 倍，减重效果十分明显。 碳纤维复合材料通过预浸料铺叠、热压固化（真空热压罐和热压机）成型，可以通过铺层设计确保碳纤维复合材料各向异性性能充分发挥，实现材料性能的最大效率，是目前航空航天应用的主要工艺。然而该工艺制造周期长、成本高（成型周期超过 10 小时、造价超过 1 万元 / 公斤），不能满足适应通用航空和汽车等低成本需求。 采用自动化技术是提高复合材料构件效率、降低制造成本的关键。如 BMW i3 二维织物作为预制体的碳纤维复合材料车身实现豪华车量产。南京航空航天大学在复合材料自动化技术领域居国际先进、国内领先，利用南京航空航天大学自主开发的自动铺放技术实现低成本复合材料车身构件自动快速成形，实现单件预制体铺放时间 10 分钟以内，提高复合材料车身构件整体成形效率 200% 以上。 三、知识产权及获奖 1. 南京航空航天大学在自动铺放领域获授权发明专利 19 项，占国内自动铺放技术领域专利的 19% 以上，拥有完全自主知识产权。 2. 先后承担国家 973 技术、国家 863 计划、国家民机专项、国家高档数控机床专项、国家民用航天专项等国家重大科研项目及重大型号技改项目等。 四、应用领域及市场前景 轻量化是提高电动汽车续航里程关键，大量应用复合材料已成为共识；发达国家汽车复合材料用量约占全国复合材料总用量的 33% 左右，目前宝马汽车、麦卡伦、兰博基尼、日本东丽等均采用复合材料车身；南京航空航天大学复合材料自动铺放技术已成功应用航天航空重点型号生产技术成熟度高；采用复合材料生产机器人自动铺放新型三维织物并结合高压 RTM 技术可以组成一条全自动化高效的复合材料构件生产线，提高复合材料生产效率数倍，降低生产成本 70% 以上。



03007 基于微惯性器件的自平衡电动车控制器及装置

成果名称	基于微惯性器件的自平衡电动车控制器及装置
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☒ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 两轮自平衡电动车是一种电力驱动,具有自我平衡能力的交通工具。系统选用的是 STM32 芯片作为控制核心,利用 MEMS 加速度计和陀螺仪采集到的数据进行数据融合,从而准确的计算车体姿态,通过驱动直流电机保持载人车体的动态平衡。在保准车体平衡稳定的情况下,采用多数据融合算法,能保证两轮速度均衡,有效的解决了车体动态扭动的控制难题。 二、创新点 1. 利用 STM32 作为主控 CPU, 32 位系统资源丰富,可以实现更加复杂的算法;姿态检测使用 MEMS 加速度计、陀螺仪作为姿态检测传感器核心,性能可靠、安全; 2. 基于 STM32 使用卡尔曼滤波算法,融合加速度计和陀螺仪数据作为姿态信息,从而能保证安全的动态平衡; 3. 具有多功能显示区,电量显示区,方向显示区,行驶状况显示区,待机显示区; 4. 本车电池具有充电时间多,续航时间长的优点。当电池已经没有足够的能量正常驾驶时。系统会自动减速,并且报警,并在速度降下来(速度接近 0) 7 秒钟之后自动关机; 5. 电池具有安全预警功能,当驾驶中电池的温度过高或者过低,系统会触发安全警告; 6. 本车运动灵活,具有左右 360 度转弯效果以及 0 转弯半径,在车辆行驶中会依据速度大小限制转弯的灵活度,避免不平衡,保证车辆行驶中的安全性; 7. 具有较好的限速功能,当驾驶者接近最大允许速度时,车把手将会主动向驾驶者倾斜,提示驾驶者停止继续加速。当驾驶者后退过快达到后退限制速度时,蜂鸣器会发出报警声,同时车会振动,提示减速或向前行驶; 8. 车身具有很好安全预警与解决措施。当车内部的监控系统检测到车体出现异常时(电量过低、温度过高等),系统会产生一个安全停车信息,错误指示灯将亮起,并通过调整自身姿态主动减速停车。在减速后,驾驶者应下车,并作相应处理,同时车身会产生高频震动,这时车会自动减速到停止。当使用者下车后,车会维持自平衡 1 秒钟; 9. 单脚踏上脚垫的良好安全措施。根据车身倾斜姿态不同,会出现两种不同情况:一方面车身倾斜较大,车身会抖动,提示驾驶者倾角过大,不能上车;另一方面车身倾斜较小,车身会迅速地自动平衡至垂直的姿态。蜂鸣器发出“滴”的响声。表示已启动,踏上另一只脚。 三、主要技术指标 1. 整车尺寸 (cm) : 70*50*150 2. 速度 (km/h) : 15 3. 续航里程 (km) : 20 4. 电池充电时间 (h) : 3 5. 净重 (kg) : 25 6. 载重 (kg) : 35~100 7. 最大爬坡角度 (度) : 15 8. 最小转弯半径 (m) : 0 9. 整车寿命 (km) : 15000



03010 旋转机械非接触电能和信号传输

成果名称	旋转机械非接触电能和信号传输
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☒ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☐ 技术许可 ☐ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 对于直升机、风力发电机等旋转机械进行参数测量或者控制时，需要在旋转侧与固定侧之间传输数据与电能。采用非接触电能传输的技术，可解决接触式产生带来的导轨、拖曳电缆和集流环带来的一系列问题，使电能传输的安全性和可靠性大大提高。 系统的基本原理是，在旋转机械系统中对置有耦合磁路和线圈，它们一个固定在旋转轴上跟随转轴一起旋转，另一个固在基座上。若在其中一个线圈中通以交变电流，其产生的交变磁场将通过另一线圈，从而产生交变感应电势，电能便由一边的线圈传输到另一边中，不需要通过连线就可实现电能的传输。当然该装置需要有相应的电源变换、阻抗匹配、信号调制和复用等电路支撑。 二、创新点 1. 不受旋转影响的非接触电能传输结构； 2. 采用信号复用技术可在一个物理通道上实现多路信号的稳定传输； 3. 电能与信号双向同步传输技术。 三、知识产权 国家发明专利。 四、应用领域及市场前景 可应用于旋转导向钻井平台或风力发电的叶片的健康监测、直升机智能旋翼等，还可扩展应用于电动汽车的无线充电等。



04002 一种功率加权的逆变器并联相位同步控制方法

成果名称	一种功率加权的逆变器并联相位同步控制方法
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☒ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 逆变器并联方案分为有互联线和无互联线两种。无互联线方案目前难以大规模产业化；有互联线并联逆变器相位同步的方案主要是采用中断同步的方法，每一路正弦波都跟踪晶振频率最高的那一路，当晶振频率最高的那一路出现误动作时，将可能导致整个逆变电路失控。 二、创新点 本成果为一种功率加权的逆变器并联相位同步的简单多数有效的控制方法。该控制方法适用于多个逆变器并联相位同步控制，尤其适用于多个不全相等功率模块并联逆变器相位同步控制。本成果在中断同步的相位同步方法基础上进行了改进，用一种简单多数有效的控制方法实现。该控制方法能够有效地改善由于每一路正弦波都跟踪晶振频率最高的一路带来的并联逆变电路不稳定问题，同时提高了功率较高的逆变器模块中断同步信号的优先级，保证了基准电压高精度锁相同步，改善了系统的输出特性。 该控制方法的运用能够取得良好的同步效果，提高了并联系统的可靠性；同时电路结构改动小、没有明显增加其复杂程度。 三、知识产权 国家发明专利。 四、应用领域及市场前景 逆变器并联的控制。



04014 具有谐振抑制的中高压大容量智能化 STATCOM 装置

成果名称	具有谐振抑制的中高压大容量智能化 STATCOM 装置
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☒ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 为了克服能源短缺问题与保护生态环境,越来越多的绿色能源(如风能、太阳能、生物能等)以分布式电源的形式接入电网,使得电网结构变得更加复杂,对电网的安全可靠运行提出了严峻的挑战。本项目产品是面向中高压配电系统的,具有谐振抑制和稳定配电网的大容量智能化配电 STATCOM 装置,该装置集谐振抑制、静止无功补偿器、有源电力滤波器、电压稳定动态补偿等功能于一体,不但能解决现有配电系存在谐波、无功功率、电压波动暂降等电能质量问题,更重要的是能抑制电网谐振,保证在配电网中的大规模运用的安全、高效与节能。 二、创新点及主要技术指标 1. 电网故障下的运行与控制技术 在保持三相调制电压平衡的前提下,偏离三相直流电压,将三相直流电压调节到不同的值应对电网不平衡电压,从而获得平衡的三相调制电压和最大的调制比。采用该创新技术,本项目产品可以在电网电压 60% 的不平衡度下长期稳定运行。 2. 谐波提取与补偿技术 在传统迭代 DFT 的基础上,提出两种通过交换数学运算次序的方法来简化 DFT 的实现方式并减小存储资源,可实现 2-51 谐波分次补偿,51 次谐波补偿率达到 80%,该指标大大优于同类产品水平。不仅如此,通过揭示广义迭代 DFT 和旋转 dq 谐波提取算法的内在联系,提出了 DFT 的更通用算法,所提算法相比延时对消算法具有更高的稳态谐波提取精度和更好的谐波滤除能力。采用该技术,本项目产品中谐波提取时间比现有产品方法减少 2/3 时间,使得系统动态响应从目前市面产品 20ms 显著提升到 7.0ms。 3. 模块直流电压均衡技术 利用直流电压的偏差通过 PI 调节器直接调节所需要的控制量(即负序电压或零序电压),由此得到更加简单的相间直流电压控制策略,具有计算量小、无静差、闭环调节、调节速度快等显著优点。采用该技术,本项目产品可以在三相有功功率不均衡达到 80% 下持续运行。 三、知识产权 一种级联型星形连接 STATCOM 直流母线相间均压控制方法,发明专利,专利号: ZL201610167747.5; 一种模块化有源电力滤波器,实用新型,专利号: ZL201821600762.5; 一种三相有源整流电路启动冲击电流的抑制方法,发明专利,申请号: 201811590311.2; 一种星形连接级联 STATCOM 相间直流电压均衡控制方法,发明专利,申请号: 201910518625.X; 一种比例谐振调节器设计方法及装置、存储介质,发明专利,申请号: 201811148142.7; 一种滑动窗 DFT 谐波电流检测方法及装置、存储介质,发明专利,申请号: 201811147483.2。 10KV_SVG_DSP1_Flash 软件 V1.0, 2019SR0073960; 10kV 级联 STATCOM 功率模块信号处理系统 V1.0, 2019SR0286395; 10kV STATCOM 监控系统软件 V1.0, 2019SR0324364; 10kV 级联 STATCOM DSP 通讯软件 V1.0, 2019SR0324881。

05002 碳纤维铝合金超混杂层板制造技术

成果名称	碳纤维铝合金超混杂层板制造技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 碳纤维铝合金超混杂层板（简称层板）是由 0.3 ~ 0.5mm 的铝合金薄板与预浸碳纤维带 (0.2 ~ 0.3mm) 交替层压而成的，我国称之为超混杂复合材料。该层板综合了铝合金和纤维复合材料的优点，具有单一铝合金材料和纤维复合材料所不具备的很多优点，使层板具有优良的抗拉-压疲劳性能，同时大大提高了它的缺口断裂性能，并且能降低综合成本，减轻结构的重量，提高结构的安全性，是飞机结构和先进交通工具的理想材料。 二、创新点 自从上世纪 90 年代问世以来，金属超混杂层板在国外已经实现了商业化生产，目前已成功用于 B777 和 A380 的装配，达到了减重 30% 的目的。在国内，该层板的商业化生产尚属空白。本项目研究的“设计—材料—工艺”一体化的层板制备、成形、加工技术，旨在突破层板的设计和工艺，为层板的大规模商业生产和应用提供技术支持。 三、应用领域及市场前景 可应用于先进交通工具中要求承受大的拉伸和疲劳载荷的结构件。



05003 金属表面功能涂层技术

成果名称	金属表面功能涂层技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 运用辉光等离子体扩散技术及后处理在金属基体表面制备梯度功能涂层。该技术主要是通过辉光放电激发等离子体轰击靶材，使靶材元素均匀沉积并扩散到金属基体内，形成结合良好，内应力小的梯度渗层，再经过后续热处理过程，可以制得表面覆盖一层致密得陶瓷层，三氧化二铝，三氧化二铬，碳化硅等，然后是梯度过渡层梯度功能涂层。 二、创新点 该涂层结构致密，结合力优于一般的喷涂层，具有优异的耐磨性，耐蚀性，特别是阻氢和氢同位素扩散渗透的能力。而且涂层的制备工艺简单、成本低廉，适合于各种形状的工件，又具备相当成熟的工业化大规模生产的背景。 三、知识产权及获奖 1. 获国家自然科学基金项目等 10 多个项目的资助； 2. 国家专利 6 项。 四、应用领域及市场前景 该类功能涂层主要可以应用于耐高温，耐腐蚀，装饰，特别是阻氢或氢同位素扩散渗透壁垒层领域。



05005 钛 / 铝，不锈钢 / 铝复合管冷加工成型管件技术

成果名称	钛 / 铝，不锈钢 / 铝复合管冷加工成型管件技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 钛、不锈钢管材在石油、化工、核电、造船、机械具有很大的应用市场，但在储氢及其同位素，耐腐蚀等特殊使用环境下，需要在其表面制备铝涂层以提高其使用性能。对于这种钛 / 铝，不锈钢 / 铝复杂形状管材的制备目前较好的方法是利用直管进行冷加工成型。 二、创新点 1. 可以使零部件在保持优良的力学性能； 2. 在实际的工业应用中需要很多中空零部件，这些零部件的传统加工工艺复杂，成本高，最终制件性能较差，满足不了特殊场合的应用。故研究钛 / 铝，不锈钢 / 铝复合管冷加工成型管件技术非常有必要，也非常有意义。 三、应用领域及市场前景 应用于石油、化工、核电、造船、机械、食品、卫生、造纸、建筑、核工业及军工等各个行业。



05009 白光 LED 荧光发光材料的制备和产业化

成果名称	白光 LED 荧光发光材料的制备和产业化
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 稀土离子激活的正硅酸盐基荧光粉和硅基氮氧化物稀土荧光粉在近几年来备受关注，但都仅将其作为蓝光激发的黄色荧光粉来研究。而研究表明这类荧光粉在近紫外区具有最理想的激发强度。 二、创新点 1. 本成果根据已有的对硅酸盐材料的研究基础，计划利用 Eu^{2+}, Ce^{3+} 等离子对正硅酸盐进行掺杂，利用发光中心在基体中不同的晶格格位上的发光来实现单一白色全谱发光荧光粉。 2. 利用晶体场理论对荧光粉的荧光性能进行调制，研究其制备工艺、物相结构和荧光性能以及相互之间的关系等内容，尝试将所获得的荧光粉在白光 LED 中应用。 三、应用领域及市场前景 白光发光二极管 (white-LEDs) 被称为下一代绿色环保的固体照明光源，具有高效、节能、长寿命、无污染等特点被广泛应用于照明显示等领域。



05011 凸点银电极脉冲无氰电镀制造技术

成果名称	凸点银电极脉冲无氰电镀制造技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 银具有优秀的导电性能，同时具有良好的装饰效果，在电子元器件工业和集成电路制造领域，银镀层常用于微引线、微触点等的加工，在产品制造过程中占有重要地位。例如，凸点银电极的制备是二极管、三极管、集成电路管芯和芯片制造的关键工艺之一。 二、创新点以及主要技术指标 这种凸点银电极面积很小，基体是半导体硅，表面只有一薄层金或钛银合金（蒸发或溅射获得），电镀后的银电极高出周围表面 $30 \sim 50\mu\text{m}$，并维持原有间距，表面光洁、平整、结合牢固、结构致密。传统的电镀银工艺无法满足其制造要求。本项目较好地解决了这一问题。相对于传统的氰化直流电镀工艺而言，不仅银层质量提高（晶粒更细、致密、结合力好），而且沉积速度提高，使工效提高 2 倍以上，并且排除了氰化物的污染。 三、知识产权及获奖 获部级科技进步三等奖。 四、应用领域及市场前景 可用于 IT 行业中集成电路、电路板、晶体管等的制造，例如半导体芯片表面导电微凸点的制造，也可用于高档装饰品表面镀银，改换镀液后还可用于金等其他贵金属电镀，镀层有良好的抗蚀性及装饰效果。已应用于多家半导体芯片制造企业并获得小试成功。

05012 超轻泡沫混凝土保温板的发明技术

成果名称	超轻泡沫混凝土保温板的发明技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 本成果提供一种成本低廉、保温效果好的高性能超轻泡沫水泥混凝土及其制备方法，所制造的高性能超轻泡沫水泥混凝土具有轻质高强、保温隔热、体积稳定、生产成本低、节约能源、对环境无污染等优点。可以作为楼面屋面地面保温工程、墙体保温工程、地暖工程，尤其适用于外墙保温系统、复合保温砌块和复合墙体填充层等。 二、创新点 本成果利用轻烧氧化镁—硫酸镁—水的三元体系胶凝材料（硫氧镁水泥）的快硬早强特性，与重烧氧化镁—磷酸盐—水（磷酸盐水泥）进行复合，形成一种新型胶凝材料—硫磷酸盐水泥，以该水泥为胶结料，提供一种适用于建筑保温的高性能超轻泡沫水泥混凝土，具有良好的保温效果。 三、主要技术指标 导热系数为 $0.045-0.076\text{W/m}\cdot\text{k}$，属于 A 级防火保温材料，其干表观密度、导热系数、抗压强度和燃烧性能方面均优于现有技术。 四、知识产权 一种超轻泡沫水泥混凝土及其制备方法，专利号 ZL201110389083.4，发明专利。 五、应用领域及市场前景 A 级防火泡沫混凝土是新建节能建筑和既有建筑节能改造中可供选择的一种重要的建筑保温材料，其制造方法是无机胶凝材料、矿物掺合料、发泡剂或者泡沫剂、稳泡剂和水均匀混合发泡之后、经过养护制成的多孔材料，具有轻质、防火、保温、隔热等功能，是一种既能实现节能保温、又避免出现火灾事故的好方法，而且采用砂浆粘贴与铆钉固定的简易方法施工，在既有建筑的节能改造中，优势更加明显。因此，建筑物外墙、地板和屋面采用泡沫混凝土以实现建筑物节能的方法，越来越多地应用实际工程。



06005 煤粉低尘洁净燃烧技术 - 高效低污染多通道固体燃料燃烧器

成果名称	煤粉低尘洁净燃烧技术 - 高效低污染多通道固体燃料燃烧器								
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☒ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他								
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他								
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他								
成果介绍	一、成果简介 多通道多燃料燃烧器是一种新型高效低污染煤粉燃烧器。其采用的直流-旋流复合风道结构增强了空气与燃料的掺混，各风道可以根据燃烧特性和火焰形状灵活调整配风量。对燃料适应度更高，可以掺入生物质燃料与煤粉混燃，对不同煤质煤粉的适应性更好。精确组织的燃料-空气流场使得燃烧效率更高，性能调节更方便，节电、节煤，进一步延长寿命，可以广泛用于各种工业炉窑系统。 二、创新点 1. 燃烧适用性和灵活性好 根据燃料特性，精确匹配空气-燃料燃烧场，实现高效洁净燃烧。可以燃用贫煤与无烟煤，或掺入生物质燃烧混燃。 2. 火焰形状可调性好 通过改变直流-旋流相对强度，结合新型扰焰罩结构，实现对火焰形状的准确控制。 3. 高效低污染 通过对风道风量精准控制，实现高效燃烧。避免峰值高温区域，结合局部欠氧技术进一步降低NO_x。 4. 使用寿命更长 优化设计的流场降低了颗粒冲蚀效应，对关键部位喷涂耐磨耐热层，提高使用寿命。 三、主要技术指标 <table border="0"> <tr> <td>直流风速：140 ~ 250 m/s</td> <td>风压：大于等于 0.014 MPa</td> </tr> <tr> <td>旋流风速：110 ~ 240 m/s</td> <td>风压：大于等于 0.014 MPa</td> </tr> <tr> <td>煤粉风速：20 ~ 35 m/s</td> <td></td> </tr> <tr> <td>一次空气总量：5% ~ 7%</td> <td></td> </tr> </table> 四、知识产权及获奖 1. 2011 年获教育部留学基金与澳洲阿德莱大学联合研究。 2. 2013 年获校企联合研发项目。 3. 国家发明专利。 五、应用领域及市场前景 该成果性能指标国内领先，技术具有专利性，在同类产品中性能优越，可替换同类燃烧器在水泥转炉燃烧器、电石炉尾气燃烧器、以及石化冶金炉窑燃烧器的节能应用。 可根据客户需求，设计制造燃油、气、煤及各种混合燃料的各型燃烧器，满足不同行业各类工业炉窑对燃烧器的性能需求。	直流风速：140 ~ 250 m/s	风压：大于等于 0.014 MPa	旋流风速：110 ~ 240 m/s	风压：大于等于 0.014 MPa	煤粉风速：20 ~ 35 m/s		一次空气总量：5% ~ 7%	
直流风速：140 ~ 250 m/s	风压：大于等于 0.014 MPa								
旋流风速：110 ~ 240 m/s	风压：大于等于 0.014 MPa								
煤粉风速：20 ~ 35 m/s									
一次空气总量：5% ~ 7%									



06007 特种户外空调服装微型制冷技术与产品

成果名称	特种户外空调服装微型制冷技术与产品
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☒ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 产品基于某战车机舱乘员近体调温技术的开发成果,研发了一种民用产品的近体/贴体主动调温系统——特种户外空调服装微型制冷技术,应用热电效应原理制冷空调,是近年来国外节能环保制冷研究应用于高端民用产品领域的热点。根据不同应用环境,设计开发了一种多用途的个性化近体/贴体调温系统,是一项新型无污染的绿色能源产品,可应用于近体调温如户外服装/头盔贴体调温、床垫坐垫、微小型制冷制热系统等。 二、创新点 总体结构采用模块化、流程化、微型化、扁平化设计方案,优化设计方案在强度结构上避免了易损易坏,提高了系统可靠性,热流结构上避免了冷热流短路,提高了系统热效率性能。 冷端快速传送与热端快速散热系统一体化方案设计,结构布置上又能满足系统的流程化,提高了系统的总体结构性能又能满足系统的总体热效率性能。 三、主要技术指标 额定电压: DC12V, DC24V 额定功率: 制冷: 50 ~ 100W; 加热: 50 ~ 100W 额定电流: 2A—6A 温度范围: 制冷: 座椅表面与环境温度 $\geq 7^{\circ}\text{C}$; 制热: 座椅表面温度范围 $30 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 温度控制: 5°C (下限) $\sim 48^{\circ}\text{C}$ (上限) 冷热三档手动自由控制 噪音: 20 ~ 30 分贝 四、知识产权及获奖 1. 2012 年某机舱乘员近体调温系统技术预研方案。 2. 获国家专利 2 项。 五、应用领域及市场前景 近体调温系统是基于热电原理的半导体制冷制热装置 (TED), 利用半导体的帕耳帖效应, 是一项新型无污染的绿色环保能源产品, 被广泛应用于军事、航空航天、电子、医疗及民用等领域。近体调温系统特别适合应用于户外执勤空调服、野外作业空调服、雪地战斗服等低温环境下的特种工作服的配套。 团队研发的近体调温系统技术先进, 拥有技术专利, 样机技术方案已经成熟, 能小批量生产。国内市场需求量高, 市场发展空间巨大, 产品应用广泛, 其他应用如特种服装、头盔、野外帐篷、便携超薄保温箱等。



06010 空气污染物高速采样超声装置

成果名称	空气污染物高速采样超声装置
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☐ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 利用简易设备对空气中的污染物尤其是低浓度污染物进行高速采样是气体分析和环保行业面临的一个技术难题。本团队提出并研发了一种基于超声原理的空气污染物高速采样装置，可以实现对 $PM_{2.5}$、更大颗粒物以及气体分子的有效捕捉，其捕捉能力已高于 $120 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{min}$（烟雾的浓度为 20 mg/L）。 原理：利用共振驻波声场产生的声辐射力和声学流场，把声场中的 $PM_{2.5}$、更大的颗粒物以及气体分子聚集到采样板的表面。 技术途径：将低频超声换能器（已商业化）设置在反射板的上方；调节超声换能器辐射面与反射板之间的距离，以获得共振驻波声场；用开关电源驱动换能器，在辐射面和反射板之间形成共振驻波声场，产生所需的声辐射力和声学流场，捕捉声场中的 $PM_{2.5}$ 以及更大的颗粒物并把它们聚集到反射板的表面，反射板同时也作为采样板使用；在采样板表面设置功能涂层，借助超声场中的声辐射力，可有选择性地捕捉空气中的气体分子。 在 2015 年首次提出了该空气污染物高速采样装置的工作原理并实验验证了其有效性（已获中国发明专利授权）。样机测试表明：利用该装置，可实现 $PM_{2.5}$ 以及更大颗粒物的有效捕捉，其捕捉能力已高于 $120 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{min}$（烟雾的浓度为 20 mg/L）。 二、主要技术指标 1. 捕捉能力已高于 $120 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{min}$（烟雾的浓度为 20 mg/L）。 2. 不使用马达和空气泵。 3. 超声装置的功耗小于 10 W。 4. 采样板是可循环使用的基板材料，也可以是一次性的可降解材料。 5. 产品集成过程不产生有毒有害物质，绿色环保。 三、知识产权 1. 胡俊辉、王燕俊，细微颗粒捕捉装置，中国发明专利，专利号：201310125342.1； 2. 胡俊辉、王燕俊，夹心式物理杀菌装置，中国发明专利，专利号：201410537610.5。 四、应用领域及市场前景 环保领域的低浓度空气污染物检测、微量气体的分析等。

成果图片

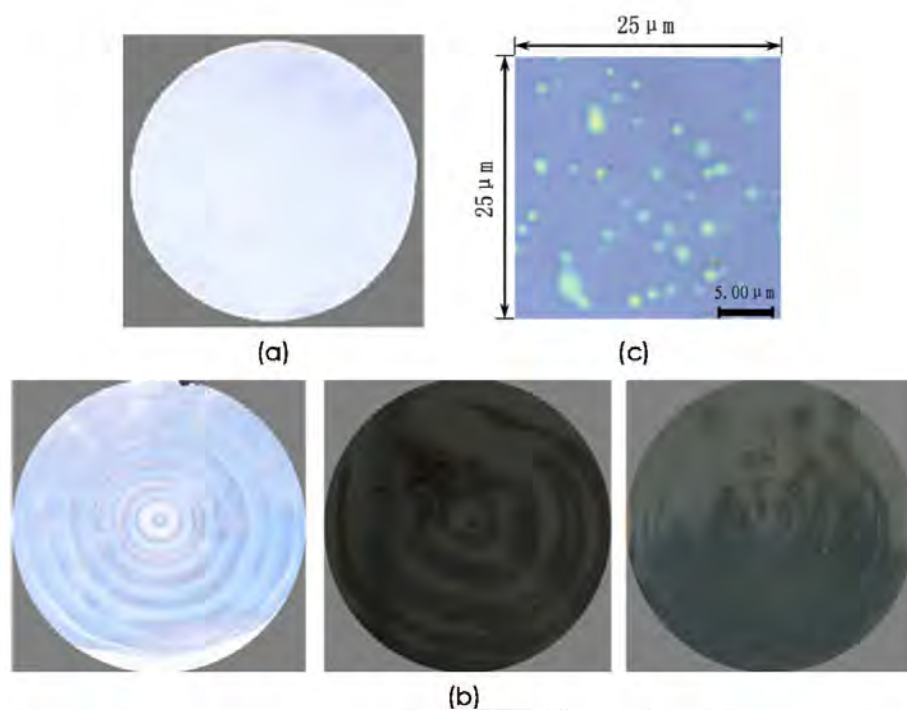


图 1 施加超声前后的采样板。(a) 施加超声前。(b) 施加超声后。(c) 被采样污染物的放大图。
实验中使用香烟燃烧产生的烟雾作为目标气体，驻波超声场的工作频率为 56.9kHz。

07005 嵌入式数据库、实时数据库

成果名称	嵌入式数据库、实时数据库
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☒ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 嵌入式数据库管理系统 NHMini, 该系统是一个适合于嵌入式应用环境的数据库管理系统。具有体积小(执行代码为 200K)特点, 具有 SQL 查询语言、事务、并发、自主访问控制、嵌入 C 接口等。 二、创新点以及主要技术指标 实时数据库管理系统 NHRTDB, 系统采用关系数据模型。基于主存的存储机制、SQL 查询语言、索引、基于主存数据库技术的嵌入式查询语言(HOST 语言为 C 语言)、访问控制机制等, 其查询时间为 10 万级记录为微秒级。 三、知识产权及获奖 受资助情况: 1. 国家自然科学基金项目: 基于 Realms 和主存、可扩充数据库的空间分析 DBMS 研究; 2. 国家自然科学基金项目: 时空数据库中移动对象的数据类型及分析操作算法的研究; 3. 江苏省自然科学基金: 三维空间分析数据库管理系统的关键技术研究; 4. 航空科学基金: 基于 C/S 的具有主动性能的实时安全数据库研究; 5. 江苏省高技术计划项目: 具有入侵可生存能力的安全数据库管理系统研究; 6. 国家自然科学基金, 具有可生存能力的安全 DBMS 关键技术研究; 7. 国家高技术研究发展计划(863 计划), 基于网格的数据可靠存储与容侵关键技术。 获奖情况: 1. 空间数据库管理系统及应用技术, 部级科学技术二等奖; 2. 二 / 三维空间信息分析处理技术, 部级科学技术二等奖; 3. 嵌入式主存数据库管理系统及技术, 部级科学技术三等奖; 4. 安全数据库管理系统及技术, 江苏省科技进步三等奖; 5. NERO 工程数据库管理系统, 航空工业总公司科技进步二等奖; 6. NHDB 数据库系统, 航空工业总公司科技进步三等奖。 四、应用领域及市场前景 1. 可应用物联网等嵌入式设备和环境中的数据管理; 2. 可应用于物联网、智能电网、海量数据管理等需要进行实时数据库管理的领域。

07008 超高精度光器件全参数测量技术

成果名称	超高精度光器件全参数测量技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 该成果可将光器件频谱响应的测量精度提高的数十 kHz 量级，既能测试幅度响应，也能测试相位和偏振响应。利用这三种响应，可以推算出光器件的全部参数。 二、主要技术指标 为当前国际上报道的最高测试精度。 分辨率小于 100 kHz; 测量范围大于 40 nm; 动态范围大于 40 dB; 可测量幅度、相位、偏振响应; 可测器件长度 >10km。 三、知识产权及获奖 1. 获航空基金、江苏省“六大人才高峰”项目资助。 2. 一种光单边带调制方法及装置，发明专利，专利号：201210583523.4; 3. 基于光单边带调制的光器件测量方法、测量装置，发明专利，专利号：201210570157.9; 4. 一种光器件测量方法及测量装置，发明专利，专利号：201210566580.1; 5. 光单边带调制方法、调制器及光器件测量装置、测量方法，发明专利，专利号：201210557111.3; 6. 一种基于光单边带调制的光器件测量方法、测量装置，发明专利，专利号：201210086930.4; 7. 一种基于偏振偏转干涉法的光器件测量方法及装置，发明专利，专利号：201310036449.9; 8. 一种光纤传感方法、光纤传感装置及其使用方法，发明专利，专利号：201210039186.2。 四、应用领域及市场前景 主要面向高精度光纤传感、光器件研制和测试以及相关前沿科学研究。本实验室可提供样品测量的技术服务。



07010 惯导组合导航系统动态模拟仿真技术

成果名称	惯导组合导航系统动态模拟仿真技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 该成果是一种低成本的能真实地模拟导航系统动态过程的仿真试验系统技术。它采用惯性加速度计模拟器、惯性陀螺仪模拟器、GNSS（含北斗、GPS等）星座导航信息模拟器，实现对惯性导航系统动态信息、卫星接收机动态信息的集成模拟和仿真，能将动态仿真数据通过各硬件接口输出给惯性组合导航计算机，是一套能进行导航系统动态性能综合模拟和测试的系统，能实现对导航系统动态性能的评估和验证。 二、创新点 1. 惯导系统模拟仿真试验系统主要技术特点有： 能够根据设定的运动轨迹（车载、机载、舰载等）生成各种运动轨迹信息； 能够在仿真系统中对基准惯导、卫星接收机、惯性器件的参数和误差模型进行设置； 模拟产生真实加速度计和陀螺的模拟信号、基准惯导系统信息、卫星接收机信息； 能够对仿真数据进行实时保存，并通过硬件接口按照对应的时序提供给导航计算机； 能够接收导航计算机发送控制指令，接收并存储导航计算机数据，同时与基准信息进行综合对比显示； 2. 惯导系统模拟仿真试验系统主要应用特点有： 通过采用软硬件集成的方式，构建惯性导航系统动态性能仿真试验系统，可以模拟真实的导航系统工作环境，完成对导航系统动态性能的综合测试，提高惯性组合导航系统开发效率，降低系统开发成本。 三、知识产权及获奖 1. 获国家自然科学基金项目资助。 2. 获国家科技进步二等奖、中国航空学会科学技术二等奖。 3. 获得4项发明专利。 四、应用领域及市场前景 该成果主要面向涉及捷联惯导系统动态试验及系统性能评估的领域，如捷联惯性导航系统开发、惯性/卫星组合导航系统开发，以及导航系统软件的动态测试等领域。本技术已经在多家航空航天企业得到应用并取得成效，多家航空航天的重要企业和研究所已经成为该成果的推广应用单位。

07012 精密钢球表面缺陷检测技术及装置

成果名称	精密钢球表面缺陷检测技术及装置
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 精密钢球表面缺陷检测仪能自动检测钢球的各种缺陷，能显著提高钢球检测效率和后续轴承的质量。该产品由工控机和一系列的驱动与机械执行机构配合构成自动化检测装置，利用 CCD 相机采集钢球图像，采用 VC 软件和 OpenCV 计算机视觉函数库实现识别算法，能准确的识别并分拣出缺陷钢球。该设备实现了钢球的入料、传输、展开、识别和分拣自动化，能完成钢球表面群点、长条、圆点和擦伤等缺陷检测，同时在检测速度和检测精度也具有市场竞争力。 二、创新点 1. 利用工控机通讯口、采集卡实现机电设备的控制，减少了硬件开发成本和后期维护成本，能实现系统时序的精确延时与控制，使得电机运行更为平稳。 2. 设计了专用的控制电路和机械执行机构，实现钢球的自动进料、钢球表面信息的完整展开和钢球分类分拣。钢球表面信息展开完整，无拍照死区，分拣机构能根据识别分类，准确无误分拣缺陷钢球。 3. 设备使用较为灵活，可通过更换钢球展开盘和系统设置，从而实现多种规格的钢球检测。从股市实现了做种规格钢球的检测。 4. 提出了一种基于最小外接矩形法来检测钢球表面缺陷图像中钢球的中心孔轮廓和外轮廓，以此来快速的圈定检测范围。与 Hough 变换圆形轮廓检测相比，外接矩形逼近法计算速度快，从而提高检测效率。 5. 提出了一种基于中心区域辐射法提取钢球缺陷图像中缺陷区域。该方法提取精度高，且速率快，适用于不同类型的缺陷，实用性强。 6. 研究了钢球表面图像缺陷区域的提取方法。基于 VC++ 编程平台，采用 OpenCV 计算机视觉函数库，结合 CCD 相机开发源程序包，采集原始图像。通过去除噪声、对比度增强、图像分割和缺陷提取等技术手段定性区分钢球的好坏。 7. CCD 相机能更加光线强弱和拍照距离，实现相机参数自动调整 and 自适应对焦，从而为获取清晰图像提供基础。 8. 开发界面友好的钢球表面缺陷检测系统的应用软件，对钢球表面检测仪的整体性能进行评估。针对检测速度和检测精度这两个关键指标，设计具有友好交互性的软件界面和自动化程度高的检测系统。 三、应用领域及市场前景 轴承制造检测。

07013 基于管制员工作负荷的容量评估系统

成果名称	基于管制员工作负荷的容量评估系统
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 样机级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 基于管制员工作负荷的容量评估系统针对工作负荷与扇区容量之间的关系问题，不仅建立工作负荷模型，从主观和客观两个方面来评估管制员工作负荷；而且使管制员工作负荷和扇区容量相结合，提出扇区容量评估的新方法。研究结果给出管制员工作负荷和容量评估结果，同时对影响容量的人为多种因素进行了详尽的分析，提出了提高扇区容量的新途径。 二、创新点 1. 评估结果的稳定性：评估结果在较小的范围内波动； 2. 系统可靠性：系统具有容错性和纠错性； 3. 界面友好性：用户操作方便。 三、应用领域及市场前景 适用于为空管局合理安排区域内航班流量和管制员的工作时间提供科学依据。
成果图片	 图 容量评估系统



07018 面向物联网智慧城市的基于视觉的目标感知、跟踪和高清晰特征获取技术

成果名称	面向物联网智慧城市的基于视觉的目标感知、跟踪和高清晰特征获取技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☒ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 该成果是面向物联网智慧城市的智能交通与安防应用领域，一种基于高速高精度云台、电动三可变镜头和高清视觉机芯及其高性能计算机构成主动智能感知系统。采用基于摄像机参数、运动目标信息、高速云台状态参数和模糊控制策略的主动感知测控模型，利用一种基于皇后模板抽样算法的视频快速解读技术和简化光流与帧间差相互互补的动平台运动目标快捷检测技术，又采用高鲁棒的 Camshift 和 Kalman 滤波相结合的运动目标高可靠快捷智能识别与跟踪方法，以达到具有主动感知、感知范围大、智能化、跟踪速度可变、高精度定位、高可靠跟踪、高清晰信息获取、感知盲区小、数据丢失量小和一定的节能与减排优势。 二、创新点以及主要技术指标 1. 跟踪系统可实现跟踪过程中可变速高可靠跟踪目标。 2. 具有主动感知、智能化、感知范围大和能够主动获取目标高清晰信息，与现有技术相比，其特点：①通过定时主动扫描增大感知区域；②采用高清晰摄像机芯，使感知范围进一步扩大；③调焦获取目标高清晰信息，降低了建设成本和节能减排。（比如，与南京中山东路基于视觉的车辆压线感知系统相比，本项目感知距离由其 40 米提高到 200 米，降低建设成本不低于 50%，节能减排不低于 50%。） 3. 提出了主动智能化快速高清晰信息获取测控模型，与现有技术相比，其特点是鲁棒性好，实时性高，跟踪成功率高。 三、知识产权及获奖 1. 获国家自然科学基金、江苏省科技计划重点项目等科研项目资助。 2. 国家发明专利 2 项。 四、应用领域及市场前景 该成果是面向物联网智慧城市的智能交通与安防应用领域，如车辆违法其车道的感知与跟踪抓拍、车辆违法停车检测跟踪与抓拍、道路车流量检测与告警、高速公路车辆匝道逆行、高速公路车辆违法上下客、特定区域运动人体目标检测与跟踪抓拍、铁路道岔监管系统等应用，在物联网智慧城市建设中应用潜力巨大，市场前景广阔。



07019 焊接数字化与智能化软件

成果名称	焊接数字化与智能化软件
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 针对航空、航天、军事电子、船舶、锅炉、压力容器等行业的需求，设计焊接专用基础数据库和智能化焊接专家系统平台。将 30 多年积累的焊接基础数据和知识融入其中，可以完成钢材 / 铝合金 / 钛合金 / 镁合金 / 铜合金 / 高温合金等焊接基础数据查询、材料焊接性分析、焊接工艺智能化设计、焊接工艺准备；将焊接标准及各种载体的工艺文件（图片、word 文档和 PDF 文档等实现统一管理，使焊接数据、焊接知识、焊接工艺和共享。可以按照 ASME、JB4708、AWS、API、TB10212098、CCS、DNV、BV、LR 等标准设计焊接工艺评定系统，可以判断是否有可替代的焊接工艺评定，高效高质量完成焊接工艺指导书、焊接工艺评定书（PQR）、焊接工艺规程（WPS）的编制、查询、打印、浏览和会签等工作。可以按照行业标准进行焊工基本信息管理、焊工考试记录管理、焊工技能评定管理、持证焊工查询、过期焊工查询和焊工证书管理。 二、创新点 1. 柔性化渐进式焊接共享数据技术； 2. 智能化焊接全过程知识框架构建技术； 3. 基于多层次知识源的焊接知识管理体系； 4. 焊接知识挖掘体系构建技术； 5. 焊接工艺自动推理模型； 6. 全方位数据库与知识推送体系构建技术； 7. 焊接接头力学性能网络模型构建技术； 8. 行业共享的开放性数据库与知识扩展平台构建技术。 三、主要技术指标 1. 柔性化渐进式焊接共享数据技术； 2. 双曲正切隐含层神经网络模型构建技术； 3. 知识扩展平台构建技术； 4. 多级自由结构的焊接工艺推理模型； 5. 嵌入式可调的工艺评定判断模型； 6. 高质量焊接工艺设计与知识共享。 四、知识产权 申请专利 3 项，获得软件著作权 2 项。 五、应用领域及市场前景 已经在航空航天、军事电子、锅炉压力容器、石油化工、铁路桥梁、钢结构、汽轮机和电机等制造业投入使用。主要用户包括，沈阳黎明，沈飞，成飞，青岛四方车辆，铺镇车辆，上海航天 800 等。软件应用范围广，用户群体大，具有重要的推广价值。目前，国有大型企业高度重视数字化和智能化车间建设，焊接数字化和智能化软件是其中重要内容，也是软件推广的方向。



创新点 2: 脑网络分析

脑网络是一种基于脑影像或电生理信号信息,经由数学抽象而形成的图结构数据。研究证明脑网络的结构与脑疾病和认知状态存在密切联系,通过分析脑网络可以帮助临床医生理解脑疾病的病理机制,并辅助医生诊断患者。然而最近的研究发现大脑的活动是复杂多样的,受脑疾病影响所带来的脑部结构变化往往存在于多个区域,并在不同尺度及模态中体现。这些结构改变信息相比与传统网络分析所用的低阶信息(例如两个节点的连接权重、聚集系数等)对疾病更敏感,对噪声更鲁棒。然而,如何获取并表示及融合这些信息,并构建高精度的脑网络分类模型是一个极具挑战性的问题。脑影像智能分析及应用研究团队在脑网络研究工作中构建了多脑区连接关系和多源结构信息融合新框架,并提出了基于超图模型的高阶脑网络构建和基于子图模式的脑网络表示方法,为获取和分析高阶脑结构信息提供了算法支持。同时为了融合多尺度、多模态等多源脑网络结构信息,建立了基于多核学习的分类预测模型。

脑影像智能分析及应用研究团队中脑网络相关工作已被本领域权威期刊《Human Brain Mapping》、《Medical Image Analysis》、《IEEE Transactions on Medical Imaging》、《Transactions on Biomedical Engineering》等期刊接收。

创新点 3: 人类脑映射与脑解码

一直以来,“解读”大脑对于神经系统科学领域来说是一个重大的挑战。如何将基于数据驱动的方法应用于多种类型的脑影像数据,从而提高对大脑的理解程度,对神经科学领域来说是一个重大的挑战。为此,学者们提出了一种被称作脑编码和脑解码的算法,脑编码将信息编码为神经活动,而脑解码从神经活动中提取信息。脑影像技术也被广泛应用于脑解码领域。科学家借助功能性磁共振成像技术(fMRI)将大脑划分成不同的体素,并通过不同体素的应答强弱来分析不同的脑活动模式。通过影像学方法对大脑进行解码,感知人对周围环境的脑活动,进而为理解和破译大脑的运作模式带来了便利。

脑影像智能分析及应用研究团队针对脑解码存在的若干基础性关键问题,结合机器学习和神经影像学中最新理论和应用成果,充分挖掘和利用多被试者的脑影像的先验信息。深入研究脑解码相关算法和多被试者功能磁共振影像的功能校准等相关问题,为脑解码工作提供一个完整的理论框架,并将上述理论和方法用于刺激任务的分类以及脑科学相关研究。

在脑解码方面,脑影像智能分析及应用研究团队取得的成果已在 NIPS、AAAI、ICDM、SDM 等国际顶级会议上发表多篇论文,并获 BICS' 16 最佳学生论文奖。

三、知识产权及获奖

共申请国家发明专利 8 项,具体情况如下所示:

1. 基于脑网络的深度脑疾病诊断算法 专利号/申请号: 2018108388893.5;
2. 一种基于频繁稠密模式的图分类方法 专利号/申请号: 2016104788455.3;
3. 一种基于多模态脑影像的基因型分析方法 专利号/申请号: 201710530252.9;
4. 一种基于融合 Kendall Tau 距离度量的谱聚类方法 专利号/申请号: 201610478805.6;
5. 一种基于有序模式的图分类方法 专利号/申请号: 201610478602.7;
6. 一种基于超图的多模态特征选择及分类方法 专利号/申请号: 201610478604.6;
7. 一种基于梯度表征相似性和 Searchlight 的 FMRI 脑影像分析方法 专利号/申请号: 201810867987.5;
8. 一种基于梯度超校准的多被试脑影像预测方法 专利号/申请号: 201810790832.6;

获奖情况如下所示:

1. 国家“万人计划”青年拔尖人才 (2015)
2. 国家优秀青年基金获得者 (2014)
3. 教育部自然科学二等奖 (第一完成人) (2016)
4. 江苏省杰出青年基金获得者 (2013)
5. 江苏省“333 高层次人才培养工程”中青年科学技术带头人 (2013)
6. Elsevier “中国高被引学者” (2014-2017)
7. 霍英东青年教师奖三等奖 (2012)
8. 全国优秀博士学位论文提名 (2006)
9. 中国人工智能学会优秀博士学会论文提名指导教师 (2016)
10. 江苏省优秀硕士学位论文指导教师 (2010-2012)

成果介绍

11. 国际期刊《Pattern Recognition》最佳论文提名 (2010)

12. 国际会议 BICS' 16 最佳学生论文奖 (2016)

13. 国际会议 STMI' 12 最佳论文奖 (2012)

14. 国际会议 PRICAI' 06 最佳论文奖 (2006)

15. 国内会议 JSAI' 16 最佳学生论文奖 (2016)

四、应用领域及市场前景

应用领域:

智能脑影像分析在医疗健康领域中的应用已经非常广泛,从应用领域来看主要分成了医学影像辅助诊断、医学影像辅助生物技术、医学影像精神健康管理、可穿戴设备、风险管理和病理学等。

应用领域一:智能医学影像辅助诊断

通过医学影像和疾病数据联合分析,结合人工智能算法,可实现机器智能诊断疾病。医疗是一个更垂直,专业度更高的领域,有很多专业术语和专业技能需要我们去学习。而这就需要大量的医疗专业词汇库的积累。人工智能诊断疾病可更准确、更快捷、更安全,以及更便宜的实现病患处理。

医学影像与人工智能的结合,是数字医疗领域较新的分支,而且是数字医疗产业的热点。医学影像包含了海量的数据,即使有经验的医生有时也显得无所适从。医学影像的解读需要长时间专业经验的积累,放射科医生的培养周期相对较长,而智能医学影像的检测效率和精度两个方面,都可以做得比专业医生更快,还可以减少人为操作的误判率。

应用领域二:智能医学影像辅助药物研发

智能医学影像虚拟药物筛选阶段,将药物筛选的过程在计算机上模拟,对化合物可能的活性作出预测,进而对比较有可能成为药物的化合物进行有针对性的实体筛选,从而可以极大地减少药物开发成本。在医药领域,最早利用计算机技术和人工智能并且进展较大的就是在药物挖掘上,如研发新药、老药新用、药物筛选、预测药物副作用、药物跟踪研究等,均起到了积极作用。

应用领域三:智能医学影像管理我们的健康

在我国,进入小康社会之后,人们的生活水平大幅度上升,上层中产阶级的数量从2002年的330万上升到2012年的3584万,大众中产阶级从1155万上升到1.38亿。这些人群对食品的营养有更高的要求,不仅仅是为了吃饱,而是为了身体健康能够吃好。合理的膳食搭配以及更安全的有机食品需求成为新的食品产业增长点,急需新技术推动行业变革。

通过智能医学影像技术分析每个个体自身的生理状况并结合标准化饮食结果,研究者发现即便食用同样的食品,不同人的反应依然存在巨大差异。这表明,过去通过经验得出的“推荐营养摄入”从根本上就有“漏洞”。接下来,研究者开发了一套“机器学习”算法,分析学习医学影像、血样、肠道菌群特征与餐后血糖水平之间的关联,并尝试用标准化食品进行血糖预测。葡萄糖是人类细胞最主要的能量来源,血糖异常会导致多项重要疾病。可以说,血糖管理是精准营养的基石。机器学习算法可以给出了更精准的营养学建议。

市场前景:

首先,物联网技术在智能医疗行业得到普及。物联网技术将被广泛用于外科手术设备、加护病房、医院疗养和家庭护理中,智能医疗结合无线网技术、条码RFID、物联网技术、移动计算技术、数据融合技术等,将进一步提升医疗诊疗流程的服务效率和服务质量,提升医院综合管理水平,实现监护工作无线化,全面改变和解决现代化数字医疗模式、智能医疗及健康管理、医院信息系统等的问题和困难,并大幅度地体现医疗资源高度共享,降低公众医疗成本。通过电子医疗和RFID物联网技术能够使大量的医疗监护的工作实施无线化,而远程医疗和自助医疗,信息及时采集和高度共享,可缓解资源短缺、资源分配不均的窘境,降低公众的医疗成本。

其次,医疗保健处于数字化转折点。医疗卫生和保健已进入数字化拐点。医疗行业表现出数据输入量和数据积累量的爆发式增长,有88%的消费者至少使用1项数据健康工具(远程医疗、可穿戴设备)。数据的增长一方面缩短了医学研究的创新周期,加快药物临床实验周期,同时提升了诊断的准确率与治疗的精准化程度。

最后,智能诊断与医学影像识别较为成熟。目前,发展相对成熟的领域包括“智能诊断”和“医学影像识别”领域,两个领域的发展将分别提升“门诊”和“影像科”医疗资源的供给,解决目前医疗行业严峻的供需矛盾。

07026 超高分辨率光矢量分析仪

成果名称	超高分辨率光矢量分析仪																											
所属领域	☒ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☒ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务业 ☐ 航空航天 ☐ 其他																											
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他																											
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☐ 合作开发 ☐ 技术入股 ☒ 其他																											
成果介绍	一、成果简介 光纤通信是信息社会的基石，年产值达数千亿美元。新型光谱响应测量是光纤通信系统和核心光电子器件升级换代的前提，迫切需要高分辨率矢量响应测试仪表来支撑其核心光器件的创新与突破。然而国内缺乏专用仪器设备。全球仅有一款商用产品（美国 LUNA 公司的 OVA5000），技术壁垒极高，而且其测量分辨率仅为 200MHz（1600 飞米），已无法支撑新型光器件的研制、生产和应用。 “超高分辨率光矢量分析仪”基于新型微波光子学原理构建，经“国家光电子一级计量站”的计量认证，具有极高的频率分辨率（1 飞米，比现有唯一光矢量分析仪表高 1600 倍）和极高的延时测量精度（0.01 度，高 10 倍）。 二、主要技术指标 <table border="1"> <thead> <tr> <th>项目</th><th>内容</th><th>对现有水平的提升</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仪器类型</td><td>光器件分析仪</td><td>-</td></tr> <tr> <td>测量原理</td><td>微波光子技术</td><td>新型测量原理</td></tr> <tr> <td rowspan="2">可测量光器件参数</td><td>关键参数</td><td>幅度响应、相位响应、偏振响应</td></tr> <tr> <td>其他参数</td><td>插损、色散、群延时、偏振模色散、布里渊散射、拉曼散射等</td></tr> <tr> <td rowspan="6">特性指标参数</td><td>测量分辨率</td><td>1 fm</td></tr> <tr> <td>测量范围</td><td>C 波段（1530-1565 nm）</td></tr> <tr> <td>动态范围</td><td>60 dB</td></tr> <tr> <td>幅度误差</td><td>±0.1 dB</td></tr> <tr> <td>相位误差</td><td>±0.005 rad</td></tr> <tr> <td>延时误差</td><td>±0.01ps</td></tr> </tbody> </table> 三、知识产权及获奖 具有完整的知识产权，已申请发明专利 50 余项，授权近 30 项（含 3 项美国专利）。产品获第 45 届“日内瓦国际发明展”特别金奖（大会最高奖项）、第十九届中国国际工业博览会银奖（唯一具有国务院批准评奖资格的展会）、第十五届中国江苏创新创业大赛二等奖、第一届中俄（工业）创新大赛总决赛“优秀奖”等奖项。 四、应用领域及市场前景 已应用于国家海底观测网、新型阵列雷达、新型光子芯片等核心光电子器件和系统。已供应于长飞光纤光缆股份有限公司（全球最大光纤厂商，港股 06869.HK）、航天电器（002025.SZ）、中航光电（全国最大光连接器供应商，002179.SZ）、中科院半导体所、东南大学等 30 余所企事业单位，帮助客户累计实现销售额近 9 亿元。	项目	内容	对现有水平的提升	仪器类型	光器件分析仪	-	测量原理	微波光子技术	新型测量原理	可测量光器件参数	关键参数	幅度响应、相位响应、偏振响应	其他参数	插损、色散、群延时、偏振模色散、布里渊散射、拉曼散射等	特性指标参数	测量分辨率	1 fm	测量范围	C 波段（1530-1565 nm）	动态范围	60 dB	幅度误差	±0.1 dB	相位误差	±0.005 rad	延时误差	±0.01ps
项目	内容	对现有水平的提升																										
仪器类型	光器件分析仪	-																										
测量原理	微波光子技术	新型测量原理																										
可测量光器件参数	关键参数	幅度响应、相位响应、偏振响应																										
	其他参数	插损、色散、群延时、偏振模色散、布里渊散射、拉曼散射等																										
特性指标参数	测量分辨率	1 fm																										
	测量范围	C 波段（1530-1565 nm）																										
	动态范围	60 dB																										
	幅度误差	±0.1 dB																										
	相位误差	±0.005 rad																										
	延时误差	±0.01ps																										



08004 广域数字眼底成像关键技术

成果名称	广域数字眼底成像关键技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 广域数字眼底成像系统 (Wide-area fundus imaging system) 通过大视场的眼底成像系统, 采用大视场成像、眼底环形照明、眼底图像采集与处理等关键技术。 二、创新点 1. 广域眼底视网膜视场达到 130°, 实现视网膜周边区域的成像, 实现相关视网膜疾病的早期诊断。 2. 环形照明系统, 满足照明系统的均匀性和亮度可调性。 3. 光学光路设计和彩色带电极耦合器 CCD 等技术组成的光电一体化数码相机, 小巧玲珑的可替换的广角角膜接触镜头结合在一起形成的眼底广视场视网膜图像捕获装置。 4. 图像采集过程中的调焦、光强控制、图像获取都通过脚控电动开关来实现。控制方式稳定可靠, 并且可以保证医生的获取图像的操作不受影响。 5. 网络功能模块采用 B/S (即 Browser/Server) 结构, 包括客户机、应用服务器和数据库服务器, 实现病历资料的网上传输, 远程专家会诊。 三、主要技术指标 1. 成像装置小, 重量轻, 操作简单。静态下, 200 万有效像素, 动态下 30 万有效像素, 30 帧每秒。 2. 冷光源亮度可调, 可根据实际需要而调整光源亮度。 3. 数码相机镜头可分为 70°、120° 度, 可以达到视网膜的锯齿缘区, 满足临床需要。 4. 可根据检查对象的大小, 调节数码相机的焦点, 以获取最清晰的图像。 5. 完成全中文友好界面, 与原有的各种电子门诊病历、医院管理系统友好兼容。可进行视网膜图像的手工拼接或自动拼接, 使多幅不同角度的视网膜图像拼合成一张完全的视网膜图像。 四、应用领域及市场前景 实现早产儿的视网膜疾病 (ROP) 诊断、眼肿瘤 (眼瘤)、视网膜出血、视网膜脱落、青光眼、白内障等眼疾的诊断, 同时也可为治疗后疗效评估提供客观的依据。
成果图片	1. 角膜接触透镜 2. 前部双透镜 3. 原色透镜 4. 会聚透镜 5. 假想平面 6. 缩小透镜 7. 可插入透镜 8. 一组三合透镜 9. 光阑 10. 三合透镜二 11. 三合透镜三 12. CCD 感光芯片 图 1 广域数字眼底成像光学系统示意图



08005 肿瘤多点适形微波热消融针

成果名称	肿瘤多点适形微波热消融针
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☒ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 目前临床医学肿瘤治疗中热疗逐步取代或部分取代手术切除或放、化疗，目前的肿瘤热疗中主要以微创热疗为主，本项目针对目前微波肿瘤消融治疗中难以实现无损、适形和消融期间多参数综合疗效评估的瓶颈问题开展研究。本项目的微创微波肿瘤治疗的特殊优势是采用多点辐射、适形微波消融技术，并同时具备“动态测温反馈、热评估系统、手术定位引导系统以及生物仿真模型”等独特的技术来对肿瘤病灶进行精准化的治疗，是其他技术无法取代的，由于目前没有一家公司生产的设备具有术中实时疗效评估功能，也缺少相关的技术支撑，如微波消融影像治疗计划、术中 MRI 影像引导微波治疗探针精确定位系统、利用功能近红外光谱技术进行术中有效毁损体积和治疗剂量评估，并基于实时毁损体积进行微波强度调节等，加上对使用环境、操作医生的经验等有一定的要求，故目前仅少数产品进入市场应用，且仅限于国内少数几家医院或临床科学研究为多，从科技查新结果显示，目前国内外尚无同类产品面市。 本成果是具有自主知识产权的疗效评估功能的新型治疗系统，该项目处于国际领先水平，有优越的竞争力。同时肿瘤热疗系统目前市场处于起步期，具有快速占有市场的潜力，同时国内万家以上的医院群体，且其它肿瘤治疗治疗技术也没有突破性进展，从国内的医院数量来看，具有很大的市场需求。据测算，国内市场大约 1000 亿左右的市场容量，如果国外市场按照国内市场的 10 倍计算，大约 1 万亿左右的市场容量，所以该产品市场巨大。该产品为国内外创新产品，是医院的常规肿瘤治疗设备的换代及其治疗理念的提升，给医生提供了一个治疗更精确、更安全、更有效的新模式。 二、创新点 针对目前微波肿瘤消融治疗中难以实现无损、适形和消融期间多参数综合疗效评估的瓶颈问题开展研究。主要创新点包括： 1. 术前 MRI 影像微波治疗手术计划研究，本部分研究针对外形不规则肿瘤制定适形治疗计划，解决目前微波治疗无法适形关键问题； 2. 术中 MRI 影像引导微波治疗探针精确定位，利用术中 MRI 影像基于治疗计划精确引导微波治疗探头到达治疗位置； 3. 利用功能近红外光谱技术进行术中有效毁损体积和治疗剂量评估，并基于实时毁损体积进行微波强度调节； 4. 多通道微波治疗与近红外检测综合探头研制，实现多通道微波治疗智能功率调节，同时治疗有效体积术中实时评估，从而实现适形调强治疗目的。 整个项目实现多道微波辐射治疗消融系统与检测评估系统一体化，实现对微波消融治疗剂量智能调节、治疗有效体积术中实时评估、以及智能适形消融治疗的目标。

08006 牙种植体亲水 SLA 表面处理技术

成果名称	牙种植体亲水 SLA 表面处理技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☐ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 纯钛牙种植体采用传统的 SLA (sand-blasting, Large-grit, Acid-etched) 表面处理方法, 即通过大颗粒喷砂加强酸蚀的方式在表面构造出微纳米复合嵌套多级孔洞结构形貌, 通过粗化表面来提高植入体表面的生物活性, 提高植入体与骨界面的结合强度, 从而改善植入体的初期稳定性。士卓曼公司在 SLA 技术基础上, 开发了新一代的 SLActive 超亲水活性表面, 可将牙种植体的早期稳定时间从 SLA 表面的 6-8 周缩短为 3-4 周。但是为了保持种植体表面超亲水性, SLActive 表面牙种植体必须在等渗生理盐水中封存。 本成果采用有机酸代替无机混酸, 在 α-Ti 表面构造出具有微纳复合型孔洞结构的典型 SLA 表面形貌, 且有更丰富的纳米级表面形貌, 表面粗糙度为 $2.21\mu\text{m}$; 在此基础上再经表面修饰, 在表面孔洞结构的基础上附加纳米级的三维网络状多孔钛结构, 使表面获得长效亲水性, 可满足新一代牙种植体的技术要求。 二、创新点 1. 采用有机酸代替无机混酸, 在 α-Ti 表面构造出具有微纳复合型孔洞结构的典型 SLA 表面形貌, 且有更丰富的纳米级表面形貌; 2. 在表面微纳复合孔洞结构的基础上, 附加纳米级的三维网络状多孔钛结构, 使表面获得长效亲水性, 表面的成骨分化能力及 ALP 活性更高, 更能促进细胞在其表面的粘附、增殖及分化; 3. 本成果产品暴露在空气中可维持超亲水状态长达 6 个月, 避免了 SLActive 超亲水活性表面必须在等渗生理盐水中封存的难题。 三、主要技术指标 1. 形成典型的 SLA 表面形貌特征; 2. 表面呈现超亲水性, 接触角达 0° ; 3. 在空气中, 超亲水性保持超过 6 个月; 4. 细胞易于附着生长。 四、知识产权 1. 汪涛, 张兆国, 王晨玥, 陶杰, 陶海军, 一种超憎水表面的制备方法, 中国发明专利, 专利号: ZL201310060305.7; 2. 汪涛, 钱海梅, 汤春波, 张嘉敏, 缪润杰, 一种环保型超亲水牙种植体活化表面的制备方法, 中国发明专利, 申请号: 201611189596.X。 五、应用领域及市场前景 性能优于士卓曼公司的钛种植体 SLActive 超亲水活性表面处理技术, 可满足新一代牙种植体用表面处理的要求, 具有广阔的市场应用前景。



成果图片

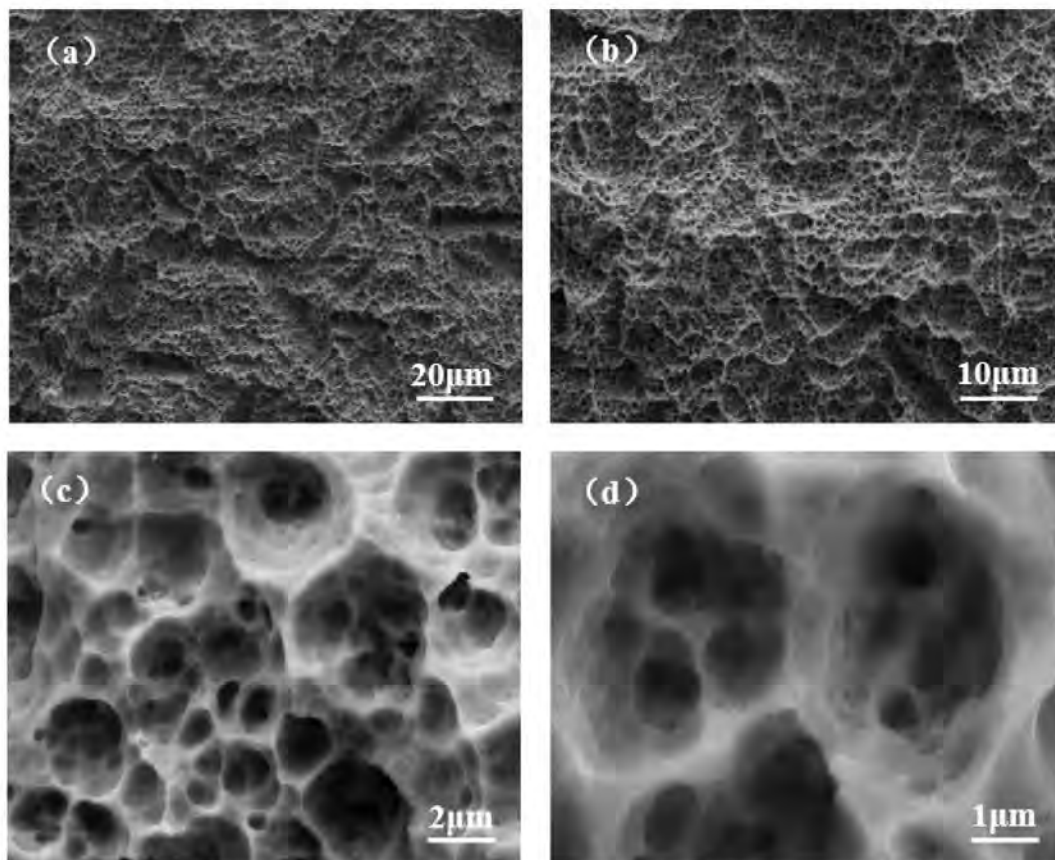


图 1 纯钛表面 SLA 形貌的 SEM 照片

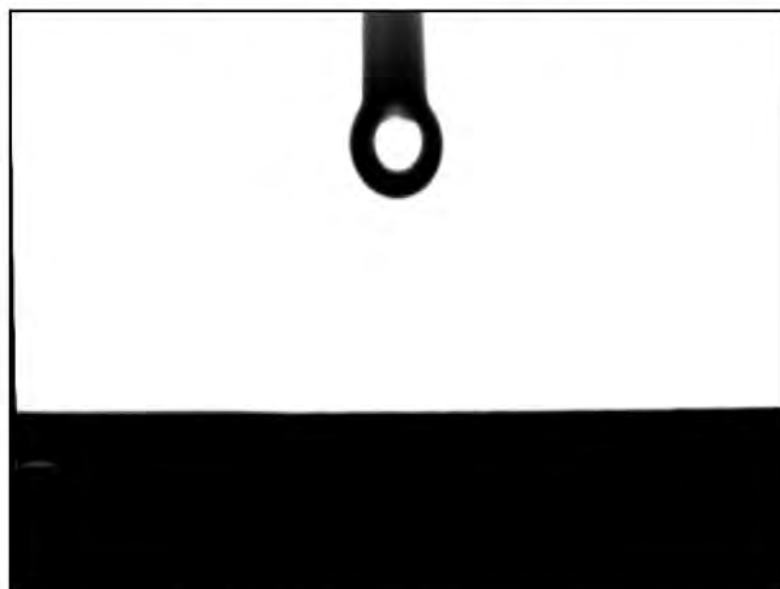
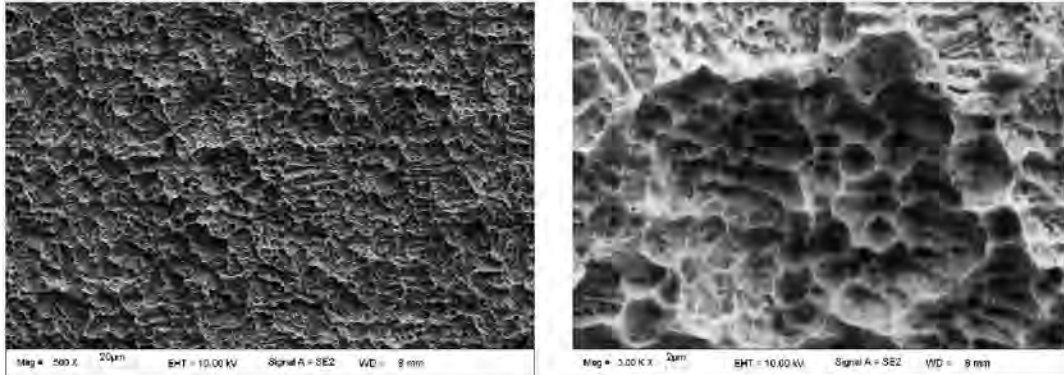


图 2 亲水 SLA 处理纯钛表面接触角测量照片

08007 牙种植体用高强韧 α 型 Ti-Zr 合金

成果名称	牙种植体用高强韧 α 型 Ti-Zr 合金
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☐ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 通过 α 相稳定元素微合金化, 所获得的 α 型 Ti-Zr 合金在同时具有高强度和良好的塑性, 综合力学性能远高于牙种植体用纯钛 TA2, 且与现有的牙种植体用 SLA 表面处理工艺相兼容, 可取代士卓曼公司 Roxolid® 瑞锆种植体用钛锆合金, 可满足新一代牙种植体用高强韧钛合金的要求。 二、创新点 1. 置换互溶和间隙固溶相结合, 降低 Zr 元素的添加量, 突破士卓曼公司 Roxolid® 瑞锆种植体用钛锆合金成分的专利保护范围, 大幅降低合金成本; 2. 基于低成本 Ti-Zr 合金成分配方, 结合热塑性成形, 获得纳米精细结构, 形成与航空钛合金 TC4 相当的综合机械性能, 远优于现有的牙种植体用 TA2 钛合金; 3. 晶体结构为 α 型钛合金, 与现有的牙种植体用 SLA 表面处理工艺相兼容。 三、主要技术指标 1. 抗拉强度达 860MPa, 屈服强度达 720MPa, 断后伸长率达 20%, 力学性能达到航空钛合金 TC4 的水平; 2. 为 α 型 Ti 基合金, 与现有的牙种植体 SLA 表面处理工艺相兼容。 四、知识产权 国家发明专利。 五、应用领域及市场前景 性能优于士卓曼公司的 Roxolid® 瑞锆种植体用钛锆合金, 可满足新一代牙种植体用高强韧钛合金的要求, 具有广阔的市场应用前景。
成果图片	 图 钛锆合金种植体表面 SLA 处理后的 SEM 形貌照片



08009 可注射高强度整合型骨水泥

成果名称	可注射高强度整合型骨水泥
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☒ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☐ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 目前骨水泥作为骨填充、修复材料已经在临床上大量应用。其主要包括以聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥为代表的第一代骨水泥和第二代磷酸钙骨水泥。磷酸钙骨水泥克服了第一代骨水泥生物相容性差、凝固聚合过程中大量放热、单体细胞毒性作用、可操作时间有限等问题。第二代磷酸钙骨水泥的固化是基于磷酸钙盐间的酸碱反应（即水化作用）进行的，固化过程中会造成骨水泥周围体液 pH 值的改变，从而引起骨水泥周围组织产生免疫反应；同时目前磷酸钙骨水泥抗压强度一般仅为 20~40MPa，有的甚至更低，从而使其应用受到很大程度的限制。 第二代骨水泥固化后的最终产物为羟基磷灰石或缺钙型羟基磷灰石，羟基磷灰石具有完美的生物相容性和骨传导性，但由于羟基磷灰石本身不具备水化固化能力，目前羟基磷灰石在第二代骨水泥中还只是作为晶种加入固相粉剂中，用来促进骨水泥的固化。日本学者 Mamoru Aizawa 提出的新一代骨水泥，其最高抗压强度也仅达到了松质骨的水平，不能用于受力部位或骨质薄弱部位。 针对目前骨水泥存在的以上问题，本项目提出了一种高强度的新型羟基磷灰石骨水泥，其具有良好的生物相容性、骨传导性及高的抗压强度，同时由于羟基磷灰石中的磷羟基与柠檬酸中的羧基相互作用使骨水泥呈中性，其优异的综合性能完全满足了临床应用的要求。 二、创新点 1. 以螯合作用提高羟基磷灰石（HA）骨水泥压缩强度为思路。实现了多种螯合剂协同增强 HA 骨水泥力学性能，一天抗压强度可达 78.75MPa； 2. 整合型骨水泥固化过程基本不改变环境 pH 值，不放热，植入后对不会引起炎症和伤害，具有很好的生物安全性。 三、主要技术指标 1. 24 小时抗压强度大于 65MPa； 2. 固化过程放热极低，固化温升小于 3℃； 3. 固化过程不依靠酸碱反应，不会引起周围体液 pH 值的改变。 四、知识产权 1. 汪涛 祁燕 杨心 王阳阳，高强度的新型羟基磷灰石骨水泥的制备方法，中国发明专利，ZL201410809660.4（授权）； 2. 汪涛，杨心，王阳阳，钱海梅，一种高强度葡萄糖酸改性羟基磷灰石骨水泥的制备方法，中国发明专利，申请号：201611052573.4（公开）。 五、应用领域及市场前景 性能优异，可广泛应用于骨缺损修补、关节固定等骨科治疗，具有广阔的市场应用前景。

08011 可穿戴康复训练智能机器人

成果名称	可穿戴康复训练智能机器人
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☒ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☒ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 “手脚不灵，运动困难”是老年中风病人与伤残病人遇到的严重问题。我国正面临着社会人口老龄化、中风发病年轻化、交通事故频繁化等日益严重的社会问题。调查显示，2017 年我国 60 岁以上老年人口数约为 2.4 亿，约占人口总数 17.3%，中风患者总数约为 1560 万，致残率高于 75%，年道路交通事故超过 500 万次。运动功能障碍严重威胁着老年人与肢体伤残病人的生命和健康，并且给社会造成了沉重的经济和医疗负担。 本成果产品为用于辅助老年人、中风病人以及伤残病人等运动功能障碍患者进行科学有效、模式多样、舒适安全的康复训练的机器人系统，并针对市场现有康复机器人存在的不足，围绕结构轻量化与拓扑优化设计、人机耦合自适应重力平衡理论分析、多传感信息融合与实时处理、多模式人机协调控制策略、康复进度准确评价方法等难题展开研究，旨在提高运动功能障碍患者的康复训练治疗效果、降低康复治疗成本、缩短康复训练时间周期、减轻医疗人力资源压力，为医院、养老院和患者家庭提供功能先进、价格合理的智能化康复训练系统，促进我国医疗康复行业的现代化建设。 二、创新点及主要技术指标 创新点：1. 基于仿生学设计，提高穿戴的舒适协调性；2. 集成虚拟现实技术，增强训练沉浸感与趣味性；3. 采用重力平衡与拓扑优化设计方法，实现系统的轻量化；4. 设计多模式的自适应训练模式，提高康复效率。 主要技术指标：1. 实现上肢 7 自由度与下肢 3 自由度康复训练；2. 康复训练模式不少于 4 种；3. 整机重量不超过 20 kg（根据功能变化）；4. 机器人工作空间满足人体 ADL 要求；5. 有全驱动、欠驱动、无驱动三种工作方式。 三、知识产权及获奖 授权发明专利 4 项，申请发明专利 12 项。相关研究成果获 2017 年江苏省优秀博士学位论文奖，2018 年江苏省博士后创新创业大赛优秀项目奖。 四、应用领域及市场前景 随着我国的人口老龄化、中风年轻化、交通事故频繁化等问题不断加重，越来越多的人群需要进行科学合理的康复训练来恢复肢体运动能力。传统的康复治疗采用理疗师徒手辅助训练的方法，患者定期到康复科进行训练，费用高昂，而且由于理疗师的人数有限，水平存在差异，患者的训练时间、持续性、效果均得不到保障。2018 年，康复机器人的全球行业市场规模约为 6.6 亿美元，预计到 2021 年将达到 32 亿美元，预期年均复合增长率为 46.6%，欧美企业目前占据了 85% 以上的市场份额。 目前，我国国内的康复机器人产业仍处于起步阶段，现有产品多数是简单仿制或产品代理，功能有限，售价高昂。因此，国内市场对具有独立知识产权、功能完善、价格合理的国产康复机器人的需求量巨大。本产品面向数量庞大的运动功能障碍患者，定位于低、中、高三种不同层次的市场，具有很好的产业化前景。产品采用结构 / 功能模块化设计方法，可以根据使用者的消费能力和应用场合的需求，选配不同硬件配置和功能数目的多种档次 / 型号产品。低端产品的成本可以控制在 1~2 万元，中端产品的成本可以控制在 3~5 万元，高端产品可以根据需要，成本控制在 5~10 万元。本项目具有扎实的前期研究基础、突出的研究成果和优秀的智能机器人研究团队，目标产品市场发展前景广阔，产业化可行性高，而且可以推动我国康复医疗产业的持续发展。

09

高技术服务

09001 工业工程咨询服务

成果名称	工业工程咨询服务
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☒ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☒ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☐ 合作开发 ☐ 技术入股 ☒ 其他
成果介绍	一、成果简介 南京航空航天大学经济与管理学院工业工程专业是江苏省高校品牌专业，具有雄厚的科研实力，多次承担国家级、省部级科研课题。工业工程咨询服务的内容主要包括产能规划与设计、工序设计优化、设施规划与物流、标准工时设计、流水线分析与优化、生产现场管理。 二、创新点 工业工程咨询服务运用工业工程思想和工具，协助企业制定工作标准，改善设施物流规划，改进生产工艺，提高生产效率，减少资源浪费，降低产品的生产成本，增强制造型企业的市场竞争力。 三、应用领域及市场前景 成果主要应用于生产型企业，成功应用的企业有：江苏新华印刷厂、昆山成功模具塑件有限公司、南京爱德印刷有限公司、苏州好得睐食品有限公司、浙江清华环保科技股份有限公司、东风电气有限公司、中材国际股份有限公司、东风科技仪表公司、南京古尔兹制泵有限公司等。



09002 多品种小批量情景下面向核电装备制造领域的管理研究

成果名称	多品种小批量情景下面向核电装备制造领域的管理研究
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☒ 高技术服务 ☐ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☒ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☐ 合作开发 ☐ 技术入股 ☒ 其他
成果介绍	一、成果简介 针对核电设备生产制造中“产品品种多、批量小、基本不重复”、“制造流程要求特别严格”、“工序质检三方或四方见证，过程特别繁多”、“产品生产制造文件要求全面”等特点，通过制造标准、资源管理、合同管理、生产管理、车间管理、采购管理、质检管理、库存管理、模板管理、消息管理等不同管理流程的规范梳理，全面管理核电设备制造全过程，帮助客户实现核电设备制造执行过程透明化、缩短产品制造周期。 二、创新点 核电装备制造企业都是最近5年才开始涉足核电装备制造领域，在小批量小品种的试生产状态下，依靠人工管理能够满足管理需求，随着核电事业的大发展，很多核电装备制造企业遇到了管理瓶颈，靠人工管理不行了。以我们调研的一家企业为例，过去每年生产的品种中不过一千种，完全靠人工管理，管理时效完全能满足管理需求，2009年这家企业的生产品种达到了一万种，靠过去的人工管理不灵了，生产作业会一开就是一天，生产进度仍然不清楚，见证通知是否已经发出，客户见证意见怎样，制造流程是否可以进入到下一个节点，这些管理已经到了不堪，常常是通知客户方来见证，客户代表进厂后才发现制造流程还需要半个月才能进入见证节点，客户很不满意，生产部门面对一万多个品种，不知道哪个可以开工。生产计划没有办法进行，生产交付一再拖延。管理已经严重制约了该企业的发展，企业迫切需要规范核电装备制造管理流程，能够实现从客户合同、文档准备、制造大纲、见证计划、原材料管理、产品生产过程管理、质量保证管理、见证计划执行管理，直至生产结束的制造全过程规范管理。是实现平行作业，保证生产有序进行。 三、应用领域及市场前景 针对核电装备制造企业，规范的管理流程，平行作业法则的应用已经在企业取得了很好的效果。使企业的生产交付能力提升30%以上。此项研究成果还可以与软件公司合作，推广到核电制造的全领域。
成果图片	图 梳理后的管理流程

成果图片



(e) 2008 第三十一屆世界戲劇節平面设计

图 视觉艺术设计



10

航空航天类

10001 小型总线式飞行自动驾驶仪的开发

成果名称	小型总线式飞行自动驾驶仪的开发
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☒ 技术许可 ☒ 合作开发 ☒ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 目前小型飞行自动驾驶仪的已完成了原理、方案设计和系统架构的评估工作，即将进行飞行控制系统软硬件的初样联试工作。课题组已完成了多种无人机飞行控制系统的型号研制工作，具有丰富的飞行控制系统研发经验。本项目结合 MEM 传感器，开发小型飞行自动驾驶仪。 二、创新点 1. 基于 CAN 总线冗余系统架构，满足外部任务设备的扩展需求； 2. 支持自动驾驶仪在环的半物理实时仿真； 3. 系统模块化设计，支持多传感器扩展； 4. 具有自主导航、人工操控和遥控飞行等多种模式； 5. 能够实现全程自主起飞和自主着陆； 6. 基于 Kalman 滤波的多传感器数据融合技术。 三、应用领域及市场前景 小型自动驾驶仪市场潜力巨大，它不但能够满足航空发烧友的需求，而且在战场侦察、边境巡逻、环境监测、石油管道和电力线路检查等军事和民用领域，具有巨大应用前景。

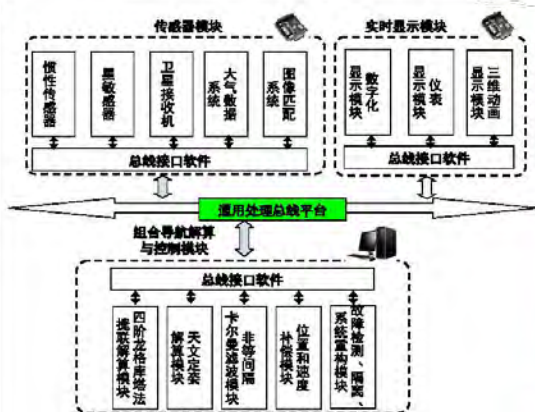


图 1 多传感器组合导航系统结构及仿真 / 导航计算机

成果图片

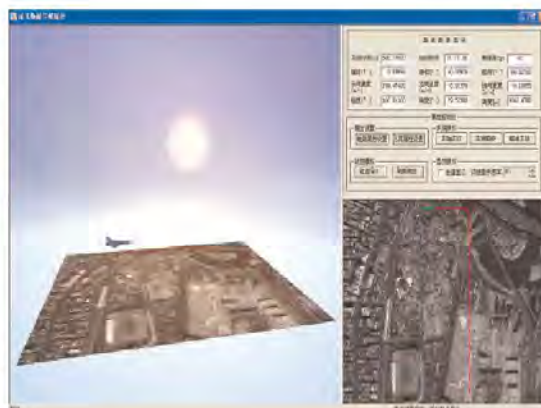
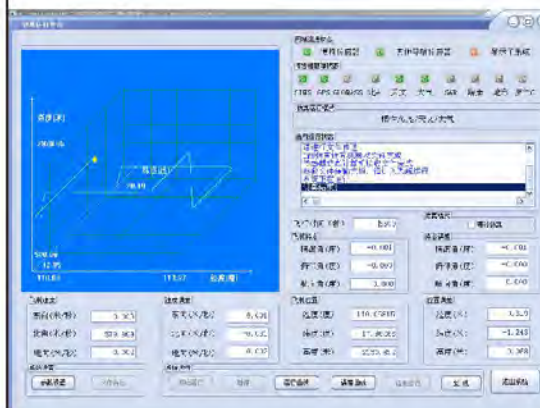


图 2 仿真系统运行界面截图



10010 MEMS 微惯性姿态测量与组合导航技术

成果名称	MEMS 微惯性姿态测量与组合导航技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 该成果是一种模块可配置的 MEMS 微惯性姿态测量与惯性 / 卫星 / 大气组合导航技术, 它基于 MEMS 惯性传感器、卫星导航和大气数据传感器的测量信息, 通过嵌入式处理器内嵌的自主姿态测量和组合导航算法软件, 实现对载体姿态和导航及大气参数的实时解算, 所得到的姿态参数和导航参数可用于对载体的控制和向载体操控人员提供载体姿态和导航参数指示。 根据所需功能的不同, 该技术可衍生出 MEMS 微惯性自主姿态测量系统、MEMS 微惯性 / 卫星组合导航系统、微小型大气数据惯性航姿系统等三大类系统。 二、创新点 MEMS 微惯性 / 卫星组合导航系统的主要技术特点有: 基于自主集成的 MEMS IMU 和低成本卫星导航接收机, 实现载体姿态、速度和位置等多维导航参数的测量, 该系统可拓展集成大气数据传感器, 实现导航参数与大气参数的综合测量。该系统与国内外同类产品中集成度高、体积小、功能丰富, 性能指标先进。 三、主要技术指标 MEMS 微惯性自主姿态测量系统体积小, 很容易集成到机载平台中, 其主要技术指标有: 1. 全金属外壳, 重量不大于 110 克。 2. 姿态精度: 0.5 度 (全温、全测量范围、静态); 2 度 (动态飞行条件)。 3. 功耗: 2 瓦。 MEMS 微惯性自主姿态测量系统已经应用于某型微型飞行器, 基于该系统提供的测量信息, 微型飞行器实现了全自主飞行。 四、知识产权及获奖 1. 获国家自然科学基金等科研项目资助。 2. 获国家科技进步二等奖。 3. 国家发明专利 2 项。 五、应用领域及市场前景 该成果主要面向运载体的参数测量领域, 如有人机的导航参数测量与指示, 无人机的自主控制、地效飞行器的大气数据与姿态测量。本技术已在我国某有人飞机的姿态应急备份、无人机的导航与控制中得到成果应用, 可进一步向其他多型飞行器和运载体中推广应用。



10011 新型多功能气动推力矢量喷管

成果名称	新型多功能气动推力矢量喷管
所属领域	☐ 高端装备制造 ☐ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☒ 初样级 ☐ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 本喷管通过设计气流自适应旁路通道,实现少量次流对于主流的自适应控制,实现了无需外加气源、无需复杂机械结构作动就可以实现高效、稳定的推力矢量;因此,具有结构简单,重量轻的特点,广泛适用于新一代飞行器。 二、创新点及主要技术指标 在喉道偏移式气动矢量喷管的基础上,提出并设计优化了自适应旁路通道,实现了无需外加气源、无需复杂机械结构作动就可以实现高效、稳定的推力矢量。同时,结合本喷管的型面特点,设计了多种功能改型,在推力矢量辅助机动的基础上,实现了短距/垂直起降、反推和多自由度控制等诸多功能。相比现役产品,本喷管可以减少零件数量一半以上,减重超过 20%;使用本喷管的飞行器最大飞行速度有望增加 5%,航程有望增加 7%,制造成本有望降低一半以上。 三、知识产权及获奖 知识产权情况: 1. 基于新型气动矢量喷管的三自由度矢量推力系统,专利号: ZL 201510141776.X; 2. 基于旁路式无源双喉道矢量喷管的反推装置,专利号: ZL 201510140955.1; 3. 具有垂直起降功能的喉道偏移式气动矢量喷管及控制方法,专利号: ZL 201510515978.6; 4. 具有补燃加力功能的喉道偏移式气动矢量喷管及控制方法,专利号: ZL 201510666593.X; 5. 具有流量调节功能的旁路式无源双喉道气动矢量喷管,专利号: ZL 201510843768.X; 6. 带有侧向膨胀的喉道偏移式气动矢量喷管,专利号: ZL 2016112065398; 7. 基于流体振荡器原理的喉道偏移式气动矢量喷管,专利号: ZL 201611206224.3; 8. 高速附壁流动的推力增益装置,专利号: ZL 201310312348.X。 获奖情况: 1. 第 47 届日内瓦国际发明展金奖; 2. 第四届中国“互联网+”大学生创新创业大赛金奖,2018 年; 3. 中国大学生“小平科技创新团队”,2017 年; 4. “航空工业杯”第五届国际无人飞行器创新大奖赛创意大奖,2017 年; 5. 第二届中国研究生未来飞行器创新大赛一等奖,2017 年; 6. 全国大学生课外学术科技作品竞赛二等奖,2017 年; 7. 未来飞行器创新大赛二等奖,2016 年; 8. 挑战杯暨科研类全国航空航天模型锦标赛一等奖,2016 年; 9. 新成果展铜奖,2017 年。 本喷管可以作为发动机的推力矢量控制装置,也可以作为发动机的推力矢量控制装置,未来还可以代替舵,应用于先进飞行器控制。



10012 复杂异形焊接结构件精准求解技术

成果名称	复杂异形焊接结构件精准求解技术
所属领域	☐ 高端装备制造 ☒ 智能制造 ☐ 新能源 ☐ 新能源汽车 ☐ 智能电网 ☐ 新材料 ☐ 节能环保 ☐ 新一代信息技术与软件 ☐ 物联网与云计算 ☐ 医疗器械和生物技术 ☐ 高技术服务 ☒ 航空航天 ☐ 其他
技术成熟度	☐ 方案级 ☐ 初样级 ☒ 正样级 ☐ 产品级 ☐ 商业化 ☐ 其他
合作方式	☐ 整体转让 ☐ 技术许可 ☒ 合作开发 ☐ 技术入股 ☐ 其他
成果介绍	一、成果简介 航空航天等领域，结构件常见复杂异形结构。该类零件往往具有小批量、难加工等特点，特别是焊接变形复杂、残余应力难以调控。如何解决此类零件焊接加工过程中应力与变形的精准求解，是本团队过去多年钻研的领域。 目前，国产大型客机和军机的大型复杂结构件主要采用铆接的方式进行连接。但是铆钉的使用大大增加了飞行器的自身重量。并且，相对于激光焊接而言，铆接工艺的连接效率低、气密性较差。因此，为了满足航空航天领域装备制造轻量化的需求，激光焊接技术被用于实现大型复杂结构件的连接。例如《大型复杂结构机器人激光智能焊接仿真研究》项目，即为开展大型复杂结构机器人的激光智能焊接及系统相关技术研究，采用利用精准求解技术研究分析激光焊接熔池特性及热力学行为，模拟在不同约束条件下三种结构的焊缝残余应力及焊接变形，系统阐述三种结构的焊接质量评定、力学性能以及失效机制。 二、创新点及主要技术指标 创新点：基于微观-宏观耦合模型进行复杂异形结构焊接温度场、应力与变形场、流场仿真研究。 技术指标：仿真求解不同工艺条件下的温度场、焊缝残余应力计算精度达到85%。 三、知识产权及获奖 1. 论文10余篇，其中典型示例如下： Simulated and experimental studies of laser-MIG hybrid welding for plate-pipe dissimilar steel6. Numerical simulation of flow field in the Invar alloy laser-MIG hybrid welding pool based on different heat source models 2. 专利： 一种基于壳-实体耦合单元的T型结构激光焊接模拟方法 一种焊接过程热影响区组织演变的模拟方法 四、应用领域及市场前景 以国产大飞机大型铝锂合金机身壁板结构、某飞行器钛合金网格立筋-蒙皮结构、钛合金异型管-管对接结构等作为研究对象，采用有限元分析软件模拟此类结构在焊接过程中的熔池特性及热力学行为，模拟在不同工艺条件下材料的焊缝残余应力及焊接变形。采用模拟的手段提前对焊接工艺参数进行优化，能有效减少后期焊接工艺实验的次数，节约能源和减轻实验人员的工作量，并为焊接实验提供相应的指导和强有力的理论基础。 并且系统的阐述了对于焊接结构的质量评定、力学性能以及失效机制。为激光焊接结构件在国产大型客机、军用飞机和某飞行器上的应用提供质量保障。以此为国产大型客机、军用飞机和某飞行器的轻量化制造做出贡献，使我国长期保持在高端制造领域的前沿。