附件5

**机器人与高端装备专项申报指南**

**一、产业化示范项目**

**1、高压RTM智能成型装备研发及产业化**

**研究内容：**研究复材制件高压RTM成型工艺，分析成型质量与工艺参数的关联；研究高压高速状态下具有多组份树脂精确配比、混合、计量、注射和自动清洗等多功能注胶及智能控制技术；研究底置短行程复材压机大惯量上滑块的精准导向与定位以及重力势能快速转化的大吨位、大流量、高频响液压技术，满足快速无冲击、平滑柔顺的工艺要求；研究滑块动态四角调平技术，应用智能控制算法，搭建实现压力与位置双闭环控制的液压系统；研究大惯量移动台车的加减速及高速精准定位的液压技术。

**考核指标：**最大速度不低于900mm/s，调平精度达±0.04mm，注胶压力10-20MPa，注胶流量大于75g/s，移动工作台定位精度达±0.04mm，生产节拍3.5分钟；发表论文5篇，申请发明专利不少于5件。项目执行期内累计销售收入3000万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：崔玉国、倪培君、陈罡）

**2、大型桥梁防船撞智能防护关键技术与装备**

**研究内容：**开展大型桥梁船舶碰撞风险分析方法、航道桥墩抗冲击防护理论及非通航桥孔智能船舶拦阻方法研究，开发智能监控与碰撞预警关键技术，研制大型桥梁防船撞关键结构组件装备和智能船舶拦阻组件装备，并实现产业化工程应用。

**考核指标：（1）**大型桥梁船舶防碰监控预警范围2 km以上，水平定位精度1 m以内，高程定位精度0.5m以内，航速监测精度0.5 m/s以内；（2）航道桥墩防船撞海洋工程装备可抵抗5万吨船舶撞击，降低船撞力50%以上；（3）非通航桥防船撞船舶拦阻海洋工程装备可有效拦阻5千吨级船舶。（4）申请发明专利不少于5件，发表论文不少于6篇；（5）项目执行期内完成2项大型桥梁防船撞重大工程应用示范，直接经济效益2000万元以上。

**有关说明：**鼓励高校、科研院及企业联合申报。财政补助原则上不超过400万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：杨灿军、杨桂林、肖勇）

**3、智能服装缝制成套装备研发及产业化**

**研究内容：**研究柔性面料吸附、裁片分层、视觉识别与定位、高速移动轨迹优化、口袋自动翻卷等关键技术；开发柔性材料抓取、裁片顶边自动烫衬条、多层裁片视觉定位、多层裁片自动叠放、口袋周边隐藏式线迹自动缝纫等通用化模块与机构；开发基于以上核心技术的智能服装缝制成套装备，并实现规模化推广应用。

**考核指标：**斜边对齐误差小于0.2mm，缝纫速度大于10mm/s，抓取对位响应时间低于4s，压线间距精度小于0.2mm、对折精度小于0.2mm。申报发明专利不少于4项，其中PCT专利不少于1项；发表高水平论文2篇。项目执行期内新增销售收入5000万元以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：肖勇、杨桂林、孙煦）

**4、高精度激光纹理加工关键技术与装备**

**研究内容：**开展飞秒激光器、光学扫描系统、五轴系统和机器视觉等系统核心器件及关键技术的攻关研究；开展飞秒激光高精度加工过程机理与工艺优化研究；开展飞秒[激光](http://laser.newmaker.com/)高精度五轴加工成套装备研发及示范应用。

**考核指标：**高精度飞秒激光系统输出功率50W，振镜扫描速度7m/s，工作8h漂移小于60μrad；焦距可调范围100～400mm；加工精度达10μm，能加工皮纹、木纹、布纹、雨花纹、橘皮纹、立体纹等多种常见的表面处理花纹和个性化图案；五轴激光加工装备X/Y/Z轴行程600/400/250（mm）。发表SCI论文不少于3篇，申请发明专利不少于4项。项目执行期产值4000万元，实现利税800万元。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过400万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：崔玉国、孙煦、倪培君）

**5、基于云计算与集成控制的成型系统研发及产业化**

**研究内容：**研究模块化设计技术，建立定制化产品的柔性设计知识库；研究成型机与周边设备的数据采集和集成技术；开发全套装备集成控制策略和多设备兼容的通讯协议；研究基于云计算的工艺参数自动优化和标准工艺自动生成，建立标准工艺参数模型库，实现不同机台生产工艺参数的自动转换；开发成套装备云端管理系统，实现线上管控、远程诊断及云端维护等功能，构建透明化智能闭环管理系统。

**考核指标：**网关与集成控制系统之间的通讯周期低于1ms，成套装备的制品良品率≥99 %；开发数据管理与工艺优化云平台1个，一体化控制控制系统1套，实现全套设备的互联互通。申请发明专利不少于5件，发表论文不少于2篇，主导/参与制定国标1项。项目执行期内完成成套装备及一体化集成控制系统销售5000万元以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：肖勇、杨桂林、孙煦）

**6、半导体晶圆高速高精切片装备研发及产业化**

**研究内容：**开发12英寸半导体晶圆高速高精多线切片机，优化三主辊切片机床的结构设计；研究多电机协调控制技术使系统高速运行时张力恒定和排线平顺性；开发模拟晶圆切片系统，优化切片工艺参数。

**考核指标：**最大加工料坯尺寸φ300mm×500mm，主辊数3根，最大切片钢丝速度1500m/min，升降行程≥500mm，快速进给速度50-500mm/min，切割线最大张力24N，线加速度2.5m/s2。申请发明专利不少于3项，其中PCT专利1项；发表相关论文1篇。项目执行期内生产销售200台，新增产值2亿元人民币，实现利税2000万元以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：陈罡、孙煦、倪培君）

**7、复杂截面汽车密封条冲切与接角智能成型装备研发及产业化**

**研究内容：**研究作为超弹性体的橡胶密封条非线性应力、应变及回弹机制，揭示橡胶密封条在定位、夹持、插入模具过程中的变形机理；研究复杂截面密封条插入型腔的精确到位及自动化集成冲切技术；研究复杂截面密封条转角对接精密成型模具及无褶皱自动脱模技术；研究复杂截面密封条冲切与接角过程关键参数的精密检测以及闭环反馈控制技术；开发复杂截面密封条成型智能成套装备。

**考核指标：**研发复杂截面密封条智能集成冲切及接角成套设备，满足6种复杂截面密封条的冲切及接角作业；复杂截面密封条全自动插入模具，插入精度优于0.2mm；智能夹具2种，智能生产线1条，生产节拍达到到500套/天；申请发明专利不少于4项；项目执行期内新增销售1亿元，利润2000万元，税收700万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：杨桂林、倪培君、陈罡）

**8、智能化全地形无人航空磁法探测技术及设备**

**研究内容：**针对不同地形地貌特征及磁法探测要求，开展相应的智能化无人机航磁探测方法研究，突破智能化无人机航磁探测系统优化设计、软硬件集成、目标特征信息获取及识别表征等关键技术，研制适用于平缓地区及大面积复杂高山地区等多种地貌特征条件下使用的无人航磁探测设备，为我国城市地质探测、大规模地质矿产普查等提供快速可靠的探测技术及设备。

**考核指标：**针对不同地形和探测目标，研发出3套航空磁探测系统，技术指标为：（1）旋翼无人机航磁系统：实现超低空自主起飞、降落和随地形起伏自主巡航。定位精度达到厘米级，磁测精度达到±1nT，浅表目标体探测准确率达到95%；（2）直升机无人航磁测量系统：实现飞机自主飞行和悬停，定位精度达到厘米级，磁测精度到达±2nT，对地下目标体发现率达到90%；（3）固定翼航磁测量系统：实现短距离自主起飞和降落，并随地形起伏自主巡航，定位精度达到厘米级，磁测精度到达±2nT，对地下目标体发现率达到90%。和人工探测相比，智能化无人机航磁探测作业效率提高10倍，成本节约50%以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与高校、科研院所联合申报。财政补助原则上不超过400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：倪培君、杨灿军、孙煦）

**二、技术攻关项目**

**9、汽车外覆盖件面品缺陷精密智能在线检测技术及装备**

**研究内容：**研究适用于复杂曲面与微缺陷的汽车外覆盖件面品缺陷精密光学成像系统；研究汽车外覆盖件面品缺陷特征的表达与提取方法，建立面品缺陷的样本数据库；研究基于机器视觉的面品缺陷智能快速检测与识别方法；研究面向面品缺陷在线检测的机器人位姿精确控制与最优轨迹规划方法；研制汽车外覆盖件面品缺陷的精密智能在线检测装备，实现应用验证。

**考核指标：**研制出汽车外覆盖件面品缺陷智能在线检测装备样机。检测面品缺陷种类≥12，检测最小面品缺陷尺度≤0.2 mm × 0.2 mm，检测速度≥130件/小时，检测准确率≥98%，实现汽车外覆盖件复杂曲面与微缺陷的智能在线精密检测。发表论文8篇，申请发明专利不少于5件，实现成果转化不少于2项，制定行业（企业）检测标准1项；示范性应用5套以上。项目执行期内累计销售收入2000万元。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过300万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：杨桂林、倪培君、孙煦）

**10、工业X射线快速智能CT无损检测技术与装备**

**研究内容：**以汽车、航空航天等复杂结构铸件、精密焊接零部件、增材制造复杂部件等为应用对象，研究工业X射线在线三维CT系统结构优化设计、高速信号采集、信号快速传输及处理技术；研究超分辨率数据插值、快速CT扫描伪影校正、海量数据快速处理、三维锥束螺旋投影数据快速重建技术，开发CT算法软件；研制工业X射线快速智能CT无损检测装备；研究缺陷智能识别算法及内部缺陷智能评价方法。

**考核指标：**开发出工业X射线快速智能CT无损检测设备，具备智能缺陷识别、测量及质量评判等功能；典型部件缺陷识别差错率小于5%，尺寸测量精度优于0.1mm，检测穿透能力不少于150mm（铝合金），检测范围不少于500mm；相同检出能力下，检测效率较国外同类CT产品提高15%以上；实现汽车、航空航天等不少于3种典型产品应用；发表论文5篇，申请发明专利不少于5项；制定国家及行业标准不少于3项；项目执行期累计销售收入不少于2000万元。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过300万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：崔玉国、陈罡、杨灿军）

**11、****海洋工程装备清洗机器人技术及装备**

**研究内容：**通过开展海洋工程装备异型曲面自适应清洗机器人结构设计、表面定位捕捉与全景成像、智能导航避障与路径规划控制、自吸附、强附着力海洋生物清洗等技术研究，研发具有海洋工程装备曲面自适应能力的清洗机器人装备，实现对大型船舶、海上风力发电平台、海上石油平台、跨海大桥桥桩等结构物不同曲率表面的有效清洗作业功能，降低海洋工程装备维护安全风险及成本，提高维护效率。

**考核指标：**（1）机器人能适应最小曲率半径不大于300mm的海洋工程结构物表面清洗作业；（2）机器人能够在海洋工程结构物表面完成前进、后退、转弯和障碍物绕行等运动；（3）机器人工作水深不小于100米；（4）机器人清洗作业效率不低于人工效率的1.5倍，运行成本下降不低于60%；（5）项目执行期内发表论文不少于6篇；申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于2件。（6）研制海洋工程装备清洗机器人一套；项目执行期内机器人累计服务海洋工程装备表面清洗作业不少于10次。

**有关说明：**鼓励高校、科研院及企业联合申报。财政补助原则上不超过500万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：陈罡、崔玉国、杨桂林）

**12、海洋牧场智能化装备关键技术**

**研究内容：**通过研究低海况下多种海洋能互补发电技术，将间歇性海洋能转换为持续稳定电能，为海洋牧场智能装备提供能源；研究高海况条件下的抗风浪技术，保障海洋牧场安全；开发智能化的海洋牧场投喂装备，实现对水下海洋生物的智能监控识别与智能投喂；开发海洋牧场设施的智能化维护清洗装备，实现海洋牧场装备设施的水下自动化维护清洗等；开发海洋牧场远程监控装备，实现海洋牧场装备智能化和长效运行；构建集成人工鱼礁、海洋牧场栅栏、外围防波堤、抗风浪网箱等装备组成的微型海洋牧场智能装备示范系统，形成多种鱼类、藻类和贝类共生的零排放增殖型海洋生境。

**考核指标：**（1）低海况下多种海洋能互补发电系统装机功率不低于2kW；高海况下海洋牧场抗风浪等级不小于12级；（2）海洋牧场投喂装备，可实现日常海况下的无人巡航与50kG饵料以上的载重量；（3）海洋牧场设施自动化维护清洗装备水下维护清洗速度不低于10平方米/小时；（4）海洋牧场装备与养殖生境远程实时监测反馈系统平台1套，远程监控参数不少于10种；（5）申请发明专利不少于6件；（6）在宁波开放海域构建由人工鱼礁、海洋牧场栅栏、抗风浪网箱等装备组成的海洋牧场智能装备应用系统，形成示范效应。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过500万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：倪培君、崔玉国、肖勇）

**13、机械臂柔顺运动控制关键技术**

**研究内容：**基于人工智能算法，针对关节摩擦力、减速机传动效率、减速机反向间隙或与环境交互力等不同作业因素的影响，实现机械臂或末端执行器的力/力矩自主补偿，提高机器人与环境交互的柔顺运动性能。通过智能学习算法，实现机械臂或末端执行器的“感知—分析—决策—执行—反馈”智能闭环，提高机器人与外界的交互能力。实现对单台机械臂或末端执行器的个性化补偿，同时针对不同机械臂有良好的泛化能力。

**考核指标：**内置可机器学习的人工智能算法；机械臂或末端执行器的理论力/力矩与实际力/力矩的偏差不超过10%；针对两款不同的机械臂，与实际力矩的偏差不超过10%；补偿力矩的计算时间不大于15毫秒；在抛光、装配或人机交互等应用场景下，能自适应不低于3种不同的作业环境。申请发明专利不少于5件。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过500万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：崔玉国、肖勇、陈罡）

**14、零件复杂内腔水射流精密加工技术及智能装备**

**研究内容：**针对零件复杂内腔细节结构精密加工的共性难题，研究零件复杂内腔宏观结构的完整保形与细节结构微观去除的精准调控技术，零件复杂内腔细节结构的水射流精密加工装备-工艺-工况的约束优化技术，水射流精密加工系统噪声抑制与细节结构区域磨料滞留的干扰协同技术，水射流精密加工装备的直线驱动与零件细节结构精密加工反馈控制技术。

**考核指标：**开发出针对不同工况需求的水射流精密加工工艺2套以上，实现对零件窄槽等细节结构、高陡度凹形结构的精密加工；研制出水射流精密加工装备一套，工作行程300mm/300mm/500mm（X/Y/Z），定位分辨率0.03um，加工零件的表面粗糙度Ra≤0.16；视觉检测软件1套，路径规划与优化软件1套，控制系统软件1套；申请发明专利不少于6件。

**有关说明：**鼓励高校、科研院所及企业联合申报。财政补助原则上不超过300万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的20%。（指南编写专家：崔玉国、孙煦、倪培君）

**三、前沿探索项目**

**15、高性能金属空心构件三维矢量精确成形装备研发**

**研究内容：**针对新能源汽车、航空航天、核能工程对高性能复杂空心构件成形装备的需求，研究复杂构件三维矢量成形装备总体结构设计技术，完成对模具成形系统、送料系统、夹持导向系统、润滑系统、辅热系统优化设计；研究复杂构件三维矢量成形装备模具成形系统，实现复杂构件三维矢量成形运动轨迹精确控制、不同规格的构件的快速加工及零件的成形精度及成形质量；研究复杂构件三维矢量成形装备工艺软件系统，精确建立三维复杂构件几何模型与成形系统运动轨迹的对应关系，实现复杂构件形状和尺寸的精确调控。

**考核指标：**研制三维复杂空心金属构件矢量成形样机；实现自由弯曲成形装备的自由度≥3，装备成形的管材最大规格31.8×2mm，最大推进力≥50000N，最小弯曲半径≤3d (d为管材外径)，最大推进速度≤300mm/s，加工长度≥2000mm，管材截面畸变率≤10%；发表SCI论文3-5篇，申请发明专利3-5项，申请软件著作权2-4项。

**有关说明：**优先鼓励高校、科研院所牵头，联合企业共同申报。财政补助原则上不超过300万元，如企业牵头，财政资助不超过项目总投入的30%。（指南编写专家：崔玉国、倪培君、杨灿军）