附件5

机器人与高端装备专项

2018年度项目申报指南

根据《中共宁波市委、宁波市人民政府关于进一步强化科技创新推进国家创新型城市建设的意见》（甬党发〔2017〕3号）、《宁波市人民政府关于宁波市推进“中国制造2025”试点示范城市建设的若干意见》（甬政发〔2017〕12号）等文件精神，为深入实施创新驱动发展战略，加快推进“中国制造2025”试点示范城市建设，全面实施“科技争投”三年攻坚行动计划，为全市经济高质量发展提供强大科技支撑，宁波市科技局组织相关专家制定了“机器人与高端装备”重大专项实施方案。根据专项实施方案安排，现提出2018年度项目申报指南。

本专项总体目标：以宁波市传统制造业急需转型升级的发展需求及海洋战略重大需求为导向，突破核心零部件技术、特种加工工艺与装备技术、海洋工程装备技术、下一代机器人技术等前沿核心和共性基础技术，实现核心部件国产化、自主品牌智能制造装备产业化，形成具有宁波特色的特种和柔性制造装备及智能协作机器人两大高端装备系列，带动产业规模效益不断提升，实现高端装备制造业跨越式发展。

本专项围绕“共性关键技术-前沿高新技术-先进适用技术”创新链条，以“强基础、促转型、争高端”为发展战略，在机器人和高端装备两个领域部署实施，为宁波市汽车制造、绿色石化、时尚纺织服装、智能家电、清洁能源五大传统优势产业提供先进的智能制造技术与装备。2018年度拟发布8个任务方向（9项课题），执行期一般不超过3年，特殊情况可放宽至5年。

一、产业化示范项目

**1、协作式智能移动双臂作业机器人**

**课题1：机器人关节用力矩电机及驱动控制**

**研究内容：**高转矩密度、高过载能力的永磁力矩电机电磁设计，永磁力矩电机齿槽转矩及转矩脉动最优化设计，永磁力矩电机体积、重量、转矩密度等的优化设计；研究基于多物理场耦合的力矩电机温度场分析及冷却系统设计；研究基于多极磁环转子充磁及制造技术；研究高可靠性高动态响应控制算法及伺服驱动器设计。

**考核指标：**研发系列化机器人关节用力矩电机，额定输出转矩范围0.25Nm-5Nm的永磁力矩电机转矩密度达到3.0-3.5Nm/kg，过载能力≥3倍，转矩波动＜3%。发表论文10篇，申请发明专利不少于5件，其中PCT专利不少于1件；引进/培养副高级人才2人，引进/培养省部级人才1至2人。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过600万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：甘中学、李正刚、张何）

**课题2：机器人用高性能谐波减速器**

**研究内容：**开展谐波传动啮合齿形设计、啮合过程动态仿真模拟与优化等关键技术研究，形成完善的谐波减速器设计体系；突破谐波减速器制造工艺技术，提高批量生产过程中产品的一致性和可靠性；与直线电机及驱动器有软硬件接口；研究检测工艺，完善产品质量检验手段；开展工程化开发和规模化推广应用。

**考核指标：**开发出不少于5种高精度谐波减速器产品并实现产业化，性能指标达到国内领先。谐波减速器背隙初始值小于10弧秒，双向传动精度优于2弧分，重复定位精度优于20弧秒，额定寿命超过8000小时，满负荷条件下噪声小于60dB，效率大于70%。发表论文3篇，申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于2件；项目执行期内实现2万台年产能。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过800万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：甘中学、杨桂林、李正刚）

**2、智能环保大功率船用发动机**

**研究内容：**研究预燃室、缸套、活塞环、高温气阀等关键件的新材料、新工艺，建立大功率发动机关键零部件抗疲劳及其耐久性设计方法；突破电控高压燃油喷射、燃气大流量喷射技术，研制高压喷射燃油泵、高速大流量燃气喷射阀及其控制系统；研究大功率发动机多燃料高效燃烧机制，突破微引燃、纯气体发动机燃烧及其控制技术；研究大功率发动机尾气污染物过滤及催化技术，实现尾气清洁排放；开发大功率发动机智能控制系统集成，满足远程监测与控制要求，实现发动机智能化。

**考核指标：**完成大功率多燃料发动机产品开发与应用，性能指标达到：综合热效率≥45%，柴油模式实现最低燃油消耗率≤185g/kWh，双燃料模式实现燃油替代率≥98%，尾气排放达到国际海事组织IMO Tier III法规，机油消耗率≤0.7g/kWh，发动机实现智能运行，可以进行数据互联，远程监控及故障诊断与修复。发表论文3篇，申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件；项目执行期内累计销售收入不少于1亿元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过1000万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：王立平、顾建民、唐军务）

二、共性技术攻关项目

**1、无轨导航重载AGV**

**研究内容：**研究高精度、重载无轨自主移动AGV设计与优化技术；研究复杂环境地图构建与更新技术、高动态变化环境自主定位技术、无轨安全导航技术；研究AGV高效规划、调度、管理与监控技术。

**考核指标：**开发无轨导航重载AGV产品，基于自主导航(无需磁条、导轨)，具有动态避障及在线实时规划路径等功能，实现室内、室外两种场景的应用。单车最大直线行走速度≥20公里/小时，续航时间不少于6小时，重复定位精度优于50毫米，载重能力≥40吨；研究双车联动技术，实现同步行进，载重能力≥80吨。发表论文4篇，申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于2件。培养中级工程师8人，高级工程师2人。项目执行期内部署运行无轨AGV不少于30台，销售收入5000万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过1000万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：杨桂林、张何、陈罡）

**2、大型重载机器人平台技术**

**研究内容：**针对大中型数控加工中心车间自动化，开发基于EtherCAT总线的大型工业机械人。采用集成EtherCAT总线主站方案，自主设计开发嵌入式控制器，控制具有大负载、高惯量、运行快速的大型重载工业机器人。研究长行程及抓取大负载条件下长臂梁的结构拓扑优化设计和精密制造技术；研究大型重载工业机器人在水平及垂直运行状态快速停止下的整机失效分析，建立失效分析模型；研究末端大负载的长悬臂动态特性，建立误差补偿模型。

**考核指标：**建立大型重载工业机器人数字化样机，融合虚拟现实、仿真技术，对数字化虚拟产品原型进行结构优化，并组织生产制造；实现物联网数据提取及数据分析，针对以大中型数控加工中心辅助自动开发车间MES系统，现实离散型生产转变到各自动化岛之间相互连接、相互协作，到达流程型自动化生产，建立柔性制造示范线。机器抓取负载500-1000Kg；机器速度1.2m/s，加速度700m/s2，重复定位精度0.5mm；X轴有效行程24m，Z轴有效行程3m；终端稳定时间2s以内。发表论文3篇，申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于2件。项目执行期内累计销售收入超过5000万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过900万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：甘中学、杨桂林、李正刚）

**3、大型电液混合动力注塑成型技术与装备**

**研究内容：**研究四电机驱动丝杠传动结构及同步控制技术、基于成型制品轻量化的锁模机构微开技术；研究注塑机专用数字运动集成控制技术、智能注塑装备工艺自适应控制技术。

**考核指标：**四电机驱动丝杠传动结构的位置同步偏差小于±0.05毫米，电机扭矩同步偏差小于10%；模具微开位移定位偏差小于±0.05毫米；成型制品重量重复精度≤1‰；能耗指标＜1级（比能耗≤0.35kWh/kg）。发表论文5篇，申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件，软件著作权登记5件，培养高级工程师2人。项目执行期内累计销售收入超过5000万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过900万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：陈罡、张文武、刘西恒）

**4、智能装备操作系统和智能引擎研发**

**研究内容：**智能设备通讯协议实时性和模块化、基于工业以太网与5G通讯的工业大数据平台、人工智能算法与平台技术。实现互联网、大数据、人工智能技术在智能制造中的应用，形成一个自下而上的包含智能装备、工业互联网、工业大数据、人工智能，适用于柔性制造单元、柔性制造生产线、智能工厂的智能装备操作系统和智能引擎，构建工业数据全面感知、动态传输、实时分析、自主决策、智能控制的智能装备操作系统和智能引擎，实现“感知—分析—决策—执行—反馈”的智能进化闭环，实现设备级分布式自主智能、车间级网络智能、企业级群智智能。

**考核指标：**开发基于实时Linux、ROS系统和DNN中间件的嵌入式分布式智能终端操作系统，内嵌人工智能进化算法，技术水平国际领先；构建包括5G通讯、分布式数据传输神经网络和虚拟现实混合智能引擎的HCPS生态系统，以即插即用的方式快速实现设备物理系统到虚拟信息系统的映射，并以开放接口方式进行扩展，技术水平达到国际领先；开发包括分布式大数据平台、群智智能引擎和人机交互智能APP的分布式智能云平台。发表论文5篇，申请发明专利不少于8件，其中PCT专利不少于3件；项目执行期内累计销售收入5000万元。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励企业与科研院所联合申报。财政补助原则上不超过1000万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：陈罡、张文武、张何）

三、前沿攻关项目

**1、模块化变刚度柔顺机器人关键技术**

**研究内容：**研究一体化驱动关节模块的集成设计方法及模块化变刚度柔顺机械臂构型设计与结构优化技术；研究模块化机械臂运动学与动力学自动建模方法、柔顺运动控制方法以及振动抑制技术。

**考核指标：**开发模块化机械臂样机，自重-载荷比小于3，重复定位精度高于0.1mm，实现变刚度柔性控制，并面向典型应用开展试验验证。发表论文10篇，申请发明专利不少于5件，其中PCT专利不少于2件。引进/培养副高级人才2人，引进/培养省部级人才1至2人。

**有关说明：**优先鼓励企业联合科研院所共同申报。财政补助原则上不超过1000万元，且不超过项目总投入的50%。（指南编写专家：甘中学、李正刚、张何）

**2、特种表面处理工艺与装备技术**

**研究内容：**研究基于超声、激光等高能冲击效应的金属表面处理技术及装备，根据不同工况需求实现：局部残余拉应力的消除和残余压应力的引入；金属零件表面硬度提升；复杂形状工件的成形和校形。开发机器人化表面强化工艺系统，实现复杂、大型工件的机器人化高效自动处理，并对处理过程数据收集、分析、挖掘和优化，实现应用验证。

**研究目标：**开发多类表面处理专用装备，在典型部件上开展应用验证。降低焊接件焊缝处的拉应力，改善焊接接头的疲劳性能，残余拉应力去除率90%以上，可处理复杂机构焊接件如管件等；铝合金表面强化后表面硬度提高20%以上、最大残余压应力层大于1.5mm、表面粗糙度低于传统喷丸，可实现20mm壁厚铝合金板材的成形和校形。发表论文5篇，申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于2件。

**有关说明：**优先鼓励企业联合科研院所共同申报。财政补助原则上不超过1000万元，且不超过项目总投入的50%。（指南编写专家：陈罡、刘西恒、张何）