

## 附件 3

# 2019-2020 年度广东省重点领域研发计划“智能机器人和装备制造”重大专项申报指南

为贯彻省委、省政府关于推进制造强省建设的工作部署，广东省启动实施“智能机器人和装备制造重大专项”，现发布 2019-2020 年度项目指南。

本专项实施目标是：一是突破智能机器人感知、人机协作、智能控制系统等核心技术，提高机器人及装备制造核心零部件等关键零部件的技术水平，提升国产机器人的竞争力；二是攻克高精度数控机床、智能型五轴精密小龙门数控加工中心等智能制造设备，提升国产工业母机的竞争力，推进国产智能装备的产业化及创新应用。本专项实施期 3 年。

2019-2020 年，本专项按照“围绕产业链部署创新链”的要求，从补短板、突破卡脖子技术方面对智能机器人与装备制造核心关键技术、关键核心零部件、高端数控机床/数控加工中心、海洋及爬行焊接机器人系统等启动 10 个项目。除特别说明外，每个项目原则上支持一项；技术路线明显不同而又在评审中排前两位时，可都纳入并行支持；评审专家经评议认为项目申报质量都未达指南研发内容和指标要求时，可都不支持。

专项统一以项目为单位申报，项目实施一般为 3 年，研究内容除特别说明外须涵盖该项目下所列的全部内容，项目完

成时应完成该项目下所列所有考核指标。每个项目参研单位总数不超过 6 个。为充分调动社会资源投入相关研发工作，鼓励企业与高校、科研院所以产学研合作形式联合申报。

### **专题一：智能机器人核心、关键技术（20190925）**

#### **项目1：人机协作机器人的研发及产业化**

**研究内容：**开发集谐波减速器、伺服电机、编码器、传感器及伺服驱动于一体的一体化关节单元；研发动态轨迹规划、动力学智能控制、无力矩传感器碰撞感知、自主学习编程等协作机器人核心算法，开发协作机器人专用控制器；开发 3D 智能视觉系统，兼顾速度、精度及测量范围，完成作业空间快速三维重建，将眼脑智能引入协作机器人安全、自主作业；建立协作机器人整机评价实验室及评价体系，制定协作机器人相关技术标准；开发典型协作机器人系列产品、柔性软件平台以及工艺软件包，并在典型行业实现示范应用。

**考核指标：**研制出具有自主知识产权的一体化关节单元、控制器、3D智能视觉系统以及系列化的人机协作机器人产品，人机协作机器人不少于6自由度、重量 $\leq 25\text{kg}$ 、工作半径 $\geq 800\text{mm}$ 、负载 $\geq 5\text{kg}$ 、关节速度 $\geq 180^\circ/\text{s}$ 、重复定位精度 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 、碰撞检测精度 $\leq 20\text{N}$ ，建立人机协作机器人整机评价实验室，制定技术标准3项以上，申请发明专利5件以上，开发柔性软件平台，并实现2种以上示范应用。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**企业牵头产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

## **项目2：应用于工业机器人的智能协作化驱控一体控制系统研发及产业化**

**研究内容：**研究单芯异构 SoC 的驱控一体协作机器人控制架构及控制算法，开展底层驱动数据交互、共享、多任务并行等技术研究，研制支持 EtherCAT 及 NCUC-bus 总线标准接口的高响应驱控一体控制装置；研究协作化驱控一体工业机器人控制系统，提高系统的动态响应特性；研究高实时性的路径轨迹规划、精准姿态控制算法，提高系统的轨迹精度；研究人机协作技术，研究力感知和安全碰撞感知技术，实现工业机器人的柔性拖动示教。

**考核指标：**

**驱控一体控制系统性能指标：**支持6轴及以上轴的联动控制；支持 $\geq 1500\text{W}$ /轴的AC电机驱动；电流环响应频率 $\geq 20\text{KHz}$ ；支持国际标准总线协议 EtherCAT，国家标准总线协议 NCUC-bus。

**应用于6轴协作化工业机器人性能指标：**重复定位精度： $\pm 0.01\text{mm}$ ；拖动示教拖动响应力： $\leq 10\text{N}$ ；安全停止，响应减速时间： $\leq 10\text{ms}$ ；5种典型应用场景，实现技术验证与功能演示。申请发明专利5件以上，登记软件著作权2项，制定技术标

准1项，实现批量销售。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

## **专题二：智能机器人及装备制造核心零部件研发和产业化（20190926）**

### **项目 3：高精度环面蜗轮蜗杆减速器的研发和产业化**

**研究内容：**开发以平面包络环面蜗轮蜗杆为核心的精度可达 3 级的高精度蜗轮蜗杆减速器；研究不同核心形式的减速器在精度和寿命等方向的瓶颈点；建立完善的环面蜗轮蜗杆研发、生产、装备、调试体系，完成产业化的落地；优化升级产业化加工环面蜗轮蜗杆的专用数控机床。

**考核指标：**蜗轮齿距累积公差  $FP \leq 10 \mu m$ 、蜗轮齿圈径向跳动公差  $Fr \leq 10 \mu m$ 、蜗杆副的切向综合误差  $Fic \leq 15 \mu m$ 、蜗杆副的圆周侧隙  $j_t \leq 4''$ 、重复定位误差  $\leq 20''$ 、使用寿命  $\geq 15000$  小时、传动效率  $\geq 70\%$ ；节减速器定位精度小于 25 弧秒、反向间隙小于 4 弧秒、使用寿命大于 15000 小时、传动效率高于 70%；较 RV、谐波等减速器等市场同类产品减重 10%以上，降低减速器生产成本 20%以上；推出成熟的自主知识产权高精度环面蜗轮蜗杆专用数控机床，建成关键部件生产和减速

器装配示范生产线各 1 条；申请发明专利不少于 5 件。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 1500 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

#### **项目 4：精密机器人用行星摆线减速器研究与产业化**

**研究内容：**开展齿轮摆线针轮和渐开线齿轮传动理论研究，摆线针轮传动数学模型计算机仿真；摆线针轮传动齿形修型方法研究，最佳传动尺寸链设计；核心构件材料及热处理选型和工艺试验；核心构件制造工艺、检测方法研究和设备选型，制造加工过程控制及装配方法研究；减速器正向设计。开展减速器容差设计，开发具备高定位精度、高重复精度、低背隙、高刚性、高效率、高可靠性的精密机器人用行星摆线减速器并实现量产。

**考核指标：**齿隙小于 0.8 弧分，回差精度小于 0.8 弧分，传动误差小于 0.8 弧分，额定工况下的传动效率不低于 81%；额定寿命不低于 8000h；申请发明专利不少于 8 项，实现国家标准和行业标准的制定不低于 3 项；逐步实现大公斤级机器人用行星摆线减速器的研发和工程化，项目实施期间完成 800kg 以内的所有减速器的研发和工程化。形成批量生产和销售。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 1500 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

### **项目 5：高性能、高精度、长寿命齿轮零件研发及应用**

**研究内容：**开展汽车用齿轮精密零件制造技术研发，攻克高性能、高精度、长寿命齿轮零件制造难题；通过高速减速箱齿轮等关键零件的模态分析和受力分析，建立多因素影响系统，并进行高速齿轮、齿轮轴及电机轴等零件的齿轮参数设计及齿形修形设计；开展高性能、高精度、长寿命齿轮零件的锻造技术、热处理技术及高精度加工制造技术研究；开展汽车高速齿轮精密零件测试平台设计研究，并通过高速减速箱试验台架，开展所试制样机的电机和减速箱总成匹配研究，进行减速箱总成承载及噪音控制系统研究。

**考核指标：**齿轮精度达到 ISO 1328 标准的 6 级精度，且保证齿轮齿面三截面精度的一致性；输入级高速齿轮在标准工况下循环次数达到  $2.7 \times 10^9$  次，保证整车正常运行 50 万公里以上；发表高水平论文 4 篇；申请发明专利 3 件；形成 2 个以上应用案例并形成批量生产。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 1000 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

### **专题三：数控加工关键装备研发及应用（20190927）**

#### **项目 6：高速直驱高精度数控机床的研发及应用**

**研究内容：**研究高速全直驱机床结构系统的创新设计及动态特性，开展正向设计和以元动作可靠性为中心的产品性能分析；高速全直驱机床系列产品设计、精密制造与装配工艺技术；机床多轴联动的动态特性研究；高精高效曲面加工技术；机床结构热变形分析与温度控制技术；机床智能化健康诊断技术。

**考核指标：**完成两款 $\geq 500*400\text{mm}$ 的机床的开发；机床的X/Y/Z轴定位精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ，重复定位精度 $\leq 2\mu\text{m}$ ；机床加工的非金属模具尺寸精度控制在 $\pm 0.007\text{mm}$ 以内，轮廓度 $0.01\text{mm}$ 以内；用于加工非金属的机床主轴转速不低于 $40000\text{rpm}$ ；机床加工的金属模具尺寸精度可控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内；用于加工金属的机床主轴转速不低于 $18000\text{rpm}$ ；机床X/Y/Z最大快移速度 $\geq 70\text{m/min}$ ，最大加速度 $\geq 1g$ ；制定企业标准2份，形成非金属/金属模具加工行业示范效应。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过2000万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零

部件及材料的申报项目。

#### **项目 7：智能型五轴精密小龙门数控加工中心研发及应用**

**研究内容：**研究门型封闭轻型加工中心重载机身结构优化设计技术，整机机电耦合优化及机床热变形控制技术，五轴机床的智能自动标定、电子配重、负载动态误差补偿和碰撞预防技术、切削颤振抑制技术、恒力加工技术；机床精度检测及保证技术，五轴精密小龙门智能控制技术。

**考核指标：**设备定位精度 $\pm 3\mu\text{m}$ ，重复定位精度 $\pm 3\mu\text{m}$ ，最高主轴转速 20000rpm，最快换刀时间 3.8 秒；申请发明专利 5 件以上，申请软件著作权 3 项以上，制定技术标准 1 项；实现批量生产和销售。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。

#### **专题四：特种机器人研发及应用（20190928）**

##### **项目 8：新一代潜航器海试保障智能无人跟踪艇研发**

**研究内容：**面向各类型潜水器外场试验安全保障需求，开展无人水面跟踪艇总体设计，形成无人水面跟踪艇平台；开发高功率密度轮缘推进器，形成样机；研究无人艇发动机组、推

进器、管道等噪声源减隔振技术、消声技术，开发无人艇减振降噪设备；研究水下目标自主跟踪技术、水面实时无线交互技术等，开发跟踪与交互系统；开展轮缘推进器、减振降噪设备、跟踪与交互系统与无人水面跟踪艇的系统集成，完成海上试验与示范应用。

**考核指标：**建成中型级别的无人艇，最大航速 15 节以上，续航能力达到 24 小时（12 节）以上，正常工作海况不小于 4 级，生存海况不小于 6 级；具备对水下潜航器通讯与定位能力，在跟踪航速（6 节）时水声通讯距离不小于 6 千米，定位距离不小于 6 千米，相对位置保持精度小于 10 米，具备对 100 公斤级以下水下机器人自主布放能力，申请发明专利 5 项以上。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**优先支持与国家重大专项形成配套或互补的申报项目。

## **项目 9：智能无轨导全位置爬行高效焊接机器人系统**

**研究内容：**针对石化、核电/火电、造船、能源等大型结构中复杂曲面长焊缝的高效化和智能化自动焊接的需求，研发可适应不同金属材质和大曲率曲面的全位置无轨道、无导向爬行机器人爬行机构和控制系统、现场施工环境下爬行机器人路径规划、实时路径调整和姿态控制的智能算法；研究强弧光场景视觉光域图像处理、色调映射、相机比较响应函数（CCRF）

等高动态（HDR）合成算法和基于 FPGA 的智能焊接相机硬件方案，HDR 视觉焊缝自动跟踪和焊接状态远程无线在线监控系统；研究全位置锁孔效应钨极氩弧焊平、横、立位的电弧电磁控制算法、无衬垫单面焊双面成形技术以及厚板坡口内打底焊技术；研究爬行机器人与焊机协同智能控制算法及实时系统；开发适应石化等现场施工环境下智能无轨导全位置爬行机器人高效焊接的工艺专家库等共性关键技术。

**考核指标：**实现智能无轨导全位置爬行高效焊接机器人系统和 HDR 焊接相机的样机各 1 台；爬行机器人的自由度达 6 个，重量 $\leq 30\text{Kg}$ ，负载 $\geq 60\text{Kg}$ ，可实现  $90^\circ$  立向上和横向爬行焊接；焊接相机输出 HDR 视频流帧率 $\geq 60\text{FPS}$ ，动态范围 $\geq 120\text{dB}$ ，像素位宽 $\geq 12\text{bits}$ ，图像分辨率 $\geq 1280 \times 720$  像素，无线监测距离 $\geq 50$  米；HDR 视觉焊缝自动跟踪误差 $\pm 0.1\text{mm}$  以内；锁孔效应钨极氩弧焊机最大输出电流达  $1000\text{A}$ ，可不开坡口一道焊透  $12\text{mm}$  厚不锈钢、无衬垫单面焊双面成形，厚板坡口内一次性打底焊厚度 $\geq 6\text{mm}$ （不锈钢）/ $5\text{mm}$ （碳钢），容错量 $\geq 1\text{mm}$ 。申请发明专利 5 件以上，软件著作权 3 项以上，制定 1 项企业标准，发表高水平论文 3 篇以上。实现石化工程等不少于 2 个不同应用场景。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零

部件及材料的申报项目。

## **项目 10：基于建筑信息模型和人工智能技术的建筑机器人研究与应用示范**

**研究内容：**基于建筑信息模型（Building Information Modeling）和人工智能技术开发多工种建筑机器人，研发内外墙喷涂、内墙板搬运与安装、挂网填浆、墙砖与地砖铺贴等多个应用场景的建筑机器人，通过建筑信息模型（BIM, Building Information Modeling），利用虚拟仿真、信息通信、人工智能技术与建筑机器人互联互通，机器人自动确定自身所处建筑物内的二维位置和楼层位置，实现基于 BIM 的机器人自动场景识别、自动定位导航、自动路径规划、自动智能施工、自主充电等，重点研究非结构高动态环境的自适应场景的多源信息融合感知技术，提升系统对多样化场景的适用能力，结合机器学习、物联网、大数据技术，搭建智能建造运营管理（BMOM）端云一体化平台，实现机器人端与远程云端智能调度管理的有机融合，做到人与机器、机器与机器间的协调统一，实现机械化、信息化到智能化为一体的相互协同、促进的闭环智能管理决策系统，打造机器人计划排程、多机调度、设备互联的施工流水线，实现建筑机器人在施工建设中实际应用，替代部分人力，提高施工安全，节约成本。

**考核指标：**实现不少于 7 款建筑机器人样机生产，完成机器人样机技术与功能验证；完成具有完全自主知识产权的

建筑机器人控制器开发，实现机器人控制器自主；视觉和激光等多传感器融合技术方案，定位精度达到 $\pm 2\text{mm}$ ；能全自动实现 PC 预制内墙板拼接缝处挂网与填浆作业，作业精度可达 $\pm 4\text{mm}$ ，导航精度可达 $\pm 40\text{mm}/\pm 1^\circ$ ，功效核算较人工作业降低 30%以上；能自动导航定位至物料取料地点、叉取物料、自动导航定位至物料放置点、自动完成物料卸放、自主进出施工电梯，防护等级：IP55，定位误差： $\pm 30\text{mm}$ ；能基于调度系统，实现全自动流质体在施工现场自主供应，供料精度可达 $\pm 1\text{L}$ ；搭建完成智能建造运营管理平台，软件著作权不少于 3 件，申请发明专利 6 件以上。

**支持方式与强度：**采用竞争性评审、无偿资助方式，资助不超过 2000 万元。

**有关说明：**由企业牵头，产学研联合申报。鼓励应用近几年国家、省级科研项目成果，优先支持采用自主可控的关键零部件及材料的申报项目。