附件4:

高性能电机与高档数控机床专项

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“高性能电机与高档数控机床”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：聚焦电机创新设计、制造、测试和应用技术，面向宁波市电机及其数控技术提升与产业高端引领发展，以高性能磁性材料为基础，以航空航天、高端装备制造和机器人及新能源汽车等产业的重大需求为导向，突破高精伺服直驱电机、高功率密度永磁电机及其驱控系统、以及超高效电机产业化应用瓶颈，着力攻克一批产业发展关键核心技术、应用技术以及前瞻性技术，补足现有电机和数控机床技术短板，构建、强化“材料—电机—高端装备”产业链。

本专项围绕电机创新设计、制造、测试及数控机床应用示范联动发展，力争到2025年实现电机及数控机床产业核心关键技术与产业规模全国领跑，形成完备的电机至数控机床的产业链、产业集群和产品体系，并构建完善的创新体系，技术创新能力达到全国先进水平。2018年度拟发布6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、基于高精度伺服直驱电机的多轴联动精密加工中心**

**课题1：永磁同步电机及其伺服控制系统研发及产业化**

**研究内容：**研究基于转子结构优化的低齿槽转矩和低转矩波动电机设计技术，基于电磁、热、结构等多物理场耦合分析的低温升、高效率、高转矩密度和高过载电机设计；研究高性能永磁同步电机的精益化批量生产关键工艺。研究伺服驱动器的力矩波动补偿、电机电感及转动惯量的在线辨识与自适应控制参数调整、高速弱磁区动态优化控制、干扰环境下高精度编码器自动纠错、无线物联网远程调试与监控技术。

**考核指标：**齿槽转矩<±0.5%，转矩波动<±1%，能效1级，过载3倍10s，峰值转矩密度＞11Nm/kg，弱磁运行时的力矩响应频宽>1kHz，高精度编码自动纠错能力达到1位/每采样周期，无线物联网远程连接：支持PC、Android和iOS三大平台。实现在数控冲压机床、数控折弯机床和注塑机等数控设备产业的批量化应用，年产值5亿元。申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件；发表文章2-3篇；制定企业标准2项；培养工程技术人员10名，研究生3名。

**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：贺东升、张何、张驰）

**课题2：基于直驱力矩电机的多轴联动加工中心**

**研究内容：**研究数控转台用高性能永磁直驱电机设计、拓扑结构优化、转矩/推力波动抑制方法、热效应分析与管理、多场耦合分析与集成设计、直驱电机动态特性关键测试技术等；研究数控机床整机刚性及模态分析方法，优化结构设计，确保机械精度与可靠度；研制模块化龙门式主轴箱体及其与高速电主轴匹配关系，主轴系统的刚度及振动特性；研发系列化多轴精密数控机床并实现产业化。

**考核指标：**直驱回转电机额定力矩550Nm，转矩波动≤5%，转台重复定位精度B轴≤8弧秒，C轴重复定位精度：≤5弧秒；电主轴转速≥20000rpm；XYZ轴定位精度±0.005mm，重复定位精度±0.003mm，三轴垂直度0.006/300mm。申请发明专利不少于6件，其中PCT专利不少于1件；发表论文2篇；项目执行期内年产值达到2亿元。

**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800万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：陈罡、刘西恒、张驰）

**2、变频调速高效电机及其驱动控制系统**

**课题1：变频超超高效永磁节能电机产业化**

**研究内容：**研究节能智能化驱动控制技术，采用自适应算法实现电机系统在各种负载工况下的最优效率运行；研究高性能无传感器驱动技术，实现零速无抖动2倍额定扭矩平滑起动；研发轻量化、高速总线式、高可靠的电机本体及变流器一体化永磁节能电机系统；研制系列化高效高功率密度永磁同步电机及驱动器；研究超超高效永磁电机规模化生产工艺路线与方案。

**考核指标：**超超高效永磁电机功率覆盖750W-250kW，效率达到IE4能效等级及以上，配套驱动器功率范围覆盖750W-110kW；研制750W-7.5kW高可靠性永磁电机一体化系统，并形成典型应用；超超高效永磁电机及其系统形成规模化生产，项目执行期内年产值达到2亿元；完成论文5篇，申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件。

**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：张驰、屈稳太、张何）

**课题2：高效低噪声永磁无刷直流电机研发及其产业化**

**研究内容：**建立直流无刷电机效率相关性分析模型；对电机的磁路结构进行分析与优化，提出高效低噪音电机磁路的设计方法；研究定子多相绕组与分数槽绕组的优化设计方法；研究旨在减小转矩脉动和提高能量转换效率电子换相器的控制策略；研究高鲁棒性的无位置传感器的电子换相器；研究低成本正弦波驱动的电子换相器；研究电机及其电子换相器规模化生产工艺路线与方案。

**考核指标：**电机额定功率0.1kW-10kW，额定转速100rpm-8000rpm；电机和控制器的系统效率≥92%；满负荷载运行噪音<65dB；具有RS485、CAN、EtherCAT通信功能。项目执行期内年产值达到2亿元；发表6-8篇论文，申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件；培养3-4名研究生，其中博士生1-2名。

**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：陈阿三、张驰、张何）

**3、新能源汽车新型高效电机及其驱动控制系统**

**课题1：轻型电动汽车轮毂电机及控制系统开发**

**研究内容：**研究轮毂电机的电磁设计与仿真分析，电机的冷却系统设计以及温度场分析，电机结构与轻量化设计及机械强度和振动噪声分析，电机样机的制造以及性能检测；双电机控制器的产品开发；自适应扭矩分配控制器的产品开发。

**考核指标：**开发出具有自主知识产权的电动汽车轮毂电机及控制系统；额定电压115VDC，额定功率7.5kW，额定转矩110Nm，最高工作转速1100rpm，输出转矩70Nm@1100rpm，峰值功率15kW（30s），最高效率≥93%；并实现在新能源汽车等领域的系列化开发与产业化应用，产品至少为2家以上整车企业配套；年生产能力≥8万台；年产值3亿元以上，申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件；发表文章2-3篇；培养工程技术人员30名以上。

**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：屈稳太、张驰、张何）

**课题2：新能源汽车用高能效高功率密度永磁电机研发及应用**

**研究内容：**研究高功率密度驱动电机多场耦合的创新设计技术；永磁电机温度场与热管理技术；多场耦合模型建立与分析计算；各类损耗与高效散热机理研究；研究振动、噪声、电磁兼容、可靠性与耐久性等性能优化技术；研制出国内领先国际先进的新能源汽车驱动电机，并实现产业化应用。

**考核指标：**突破高功率密度永磁电机设计、制造及驱动控制等关键技术，功率密度指标达到国内领先国际先进指标，乘用车电机峰值功率密度≥4kW/kg，连续功率密度≥2.5kW/kg，电机最高效率≥96%，并实现在新能源汽车等领域的产业化应用，产品至少为2家以上整车企业配套；项目执行期内形成年生产能力10万台以上，实现销售8亿元以上。申请发明专利不少于10件，其中PCT专利不少于2件；发表文章2-3篇。

**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：张何、张驰、贺东升）

二、技术攻关项目

**1、专用多轴加工数控系统关键技术研究及开发**

**研究内容：**开发集数控机床控制系统平台、运动控制器、多轴伺服驱动器和加工工艺于一体的专用数控操作系统，满足机床加工对高速高精度、实时性及稳定性的需求。研究专用多轴机床的标定、刀具长度补偿、运动补偿、工件坐标系偏移补偿、沿刀具轴线方向进退刀功能、斜面加工、多轴非线性误差等技术，实现高动态响应、高精度的速度及位置控制；研究多轴仿真辅助软件，可进行代码的检验功能。

**考核指标：**加工进给速度（mm/min）：1～10000；快移进给速度（mm/min）：60000；定位精度（mm）：±0.005；控制周期（ms）：0.25；控制轴数：五轴联动。项目执行期内销售5000万元以上；申请发明专利不少于8件，其中PCT专利不少于2件；发表文章2-3篇，培养高级职称人员2名以上。

**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：刘西恒、吴杰锋、张驰）

**2、智能直线驱动关键技术研究及产业化**

**研究内容：**研究直线电机，管状电机和直线电动推杆的高推力密度设计方法；研究不同拓扑结构不同应用领域的直线电机驱动的结构、热、电的集成和优化设计；研究高性能低成本驱动器的软硬件设计，开关电源、电机和驱动器的电磁兼容性优化；开发基于CAN总线、LIN通讯、蓝牙和物联网等技术的智能化网络化远程监控系统；研究集机械传动、电控和工业设计的全新智能控制产品。

**考核指标：**高性能直线电机产品的推杆负载4000-6000N；系统噪声≤48dB；自锁力4000-6000N，多推杆位置同步控制精度≤±0.5mm，防护等级IP66，使用寿命升降5万次，电磁兼容符合EN55014标准；智能化电动推杆系统形成规模化生产，项目执行期内实现年产值3亿元以上；申请发明专利不少于8件，其中PCT专利不少于2件；制定行业标准1项；培养高级工程师2名。

**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：贺东升、张何、屈稳太）

三、前沿攻关项目

**1、国产大飞机航空起动发电机系统**

**研究内容：**研究电机系统轻量化设计关键技术，极端压力和环境温度下高效热管理技术，提高电机的功率密度；研究电机和控制器联合设计与优化技术，实现效率区间最大化；开展高速电机可靠性和容错性的设计和验证，实现关键电机组部件的本地化制造技术与产业化。

**考核指标：**在航空条件下，电机额定功率300kW，峰值≥500kW，功率密度≥12kW/kg，速度≥25000rpm；电机和控制器的系统效率≥92%；实现样机的研发和测试，符合航空铜鸟测试标准要求。发表8-10篇论文，申请发明专利不少于8件，其中PCT专利不少于2件；培养4名博士生。

**有关说明：**企业、科研院所均可牵头申报，财政补助原则上不超过600万元，且不超过项目科技投入的50%。（指南编写专家：张驰、屈稳太、贺东升）