附件4

**高性能电机与高档数控机床专项申报指南**

**一、产业化示范项目**

**1、多工序一体化精密数控车铣加工中心研发及应用**

**研究内容：**研究多工序一体化数控车铣加工中心的整机优化设计，关键部件结构静力、强度、模态的分析与优化，提高动静态刚度与整机固有频率；研究电主轴用高速驱动电机设计与拓扑结构优化、热效应分析与管理，电主轴部件设计，确保电主轴满足高速、高精密切削要求；研究控制系统软件加工功能模块，完成多工序复合加工中心系统集成；成功开发出通过一次装夹即可实现车、铣、钻、攻等多工序加工能力的复合数控机床，实现各种轴件的高效高精度大批量加工生产。

**考核指标：**

（1） X/Y/Z最大移动距离210/160/330mm，最大移动速度24/32/32m/min；主轴/副主轴最高转速：≥12000r/min；各轴重复定位精度：±0.003mm；正副主轴中心线偏差：0.01mm；正副主轴摆动：0.005mm；实现五轴联动。

（2）执行期内实现总产值5000万元；申请发明专利不少于6件；制定企业标准1项以上；培养工程技术人员5名，研究生2名。

**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1000万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：王刚、张驰、李国平）

**2、高效轻量化增程式起动发电机研发及应用**

**研究内容：**研究宽高效区的起动发电机电磁设计，建立场路耦合分析模型；研究损耗的精确计算和高效散热技术，提高发电功率；研究电机轻量化结构拓扑优化设计，提高比功率；研究结构强度和振动模态分析与优化方法，转动惯量与机械时间常数优化设计；研究起动发电机的精益化批量生产关键工艺和制造技术，保证电机质量可靠性和一致性，达到汽车电机的质量保证要求。

**考核指标：**

（1）连续发电功率≥60kW@30min；峰值发电功率≥84kW@10s；效率大于90%高效发电区≥80%；峰值效率≥94.5%；总重量≤40kg。

（2）年产1万台套以上，销售额1亿元以上；申请发明专利5项，实用新型专利5项；发表论文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600万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：仇一鸣、王刚、李国平）

**3、高性能水下推进电机及推进系统的研发及产业化**

**研究内容：**研究高效、高功率密度、低转矩脉动永磁同步电机设计方法；低振动、低噪音永磁同步电机优化设计及有轴推进器实现技术；低成本高性能有轴推进电机控制器设计与开发；研究无轴推进电机及推进器的高效设计及无传感控制策略，研发驱动控制器；研究水下电机的动静态密封技术；研究高功率密度船用推进器产业化制造工艺，建立示范线。

**考核指标：**

（1）有轴推进电机及推进器功率覆盖0.4kW~10kW，至少三个规格，电机和控制器的系统效率≥92%，密封性能达到IPX8水平，MTBF为2000小时；无轴推进电机及推进器功率15kW，电机和控制器的系统效率≥90%，推力≥2000N。

（2）年产值达到1亿元；申请专利10项，其中发明专利5项；发表论文2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600万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：屈稳太、张驰、仇一鸣）

**4、高功率/力矩密度低噪声家用电器电机研发及产业化**

**研究内容：**研究家用电器用直驱电机或无刷直流电机的电磁与拓扑结构优化设计，提高电机功率密度，减小转矩脉动；研究无刷永磁电机径向电磁力、转矩脉动等对电机振动与噪声的影响；研究高稳定性、低成本的家用电器电机驱动控制系统设计方法，实现转速的精确控制，提高转矩输出平稳性，抑制电机的振动和噪声；研究家用电器电机的产业化制造工艺和生产线，实现大批量生产。

**考核指标：**

(1) 直驱电机输出功率300W，转速运行范围30rpm-1200rpm，峰值扭矩18N.m（持续时间10s），最大效率＞83%，电机峰值力矩密度≥4.5 N.m/kg；无刷直流电机功率＜1kW，额定转速＜5000rpm，额定功率密度≥0.8kW/kg；电机运行噪声45分贝以下。

(2) 实现销售3亿元，利税6000万元；申请发明专利5项，实用新型5项，软件著作权1项。

**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400万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：王刚、李国平、仇一鸣）

**5、高精度伺服电机及控制系统**

**研究内容：**研究高功率密度、高精度的永磁伺服电机的结构设计以及制造、材料工艺和技术；研究高精度的永磁伺服电机先进的矢量控制算法、高动态响应的电流环算法、高精度的转速环和位置环算法与能适应多种传感器的接口技术；研究电机参数的在线动态辨识技术及其自适应控制技术，提高电机对环境的适应能力；研究通用的网络通信接口技术，构建伺服电机的在线调试软件平台，解决伺服电机现场运行调试的复杂性。

**考核指标：**

（1）伺服电机：功率100W~7.5kW，可三倍过载；转矩脉动<0.5%；伺服驱动器稳态速度精度<=0.2%（@负载0~100%）；位置控制精度0.02度；启动转矩2倍过载，转矩响应时间小于1ms，转矩控制精度小于2%；具有CAN或者EtherCAT通信接口。

（2）项目执行期内销售1亿元；申请发明专利6项以上；发表论文2篇以上；培养电机设计工程师2人，驱动器软硬件设计工程师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：屈稳太、仇一鸣、王刚）

**二、技术攻关项目**

**6、高档五轴联动数控机床高速高精度直驱摆头研制**

**研究内容：**研究A/C轴用永磁力矩电机低转矩脉动优化设计方法，摆头拓扑结构优化、流体热及机械热变形分析和不同角度下刚度场分析等技术，确保五轴摆头在多工况下精度稳定可靠；研究高性能电主轴与五轴摆头匹配关系，分析切削及空运转下电主轴与五轴摆头模态及温度场匹配，避免切削共振和热变形；研制具有自主知识产权的五轴数控龙门加工中心用五轴摆头，并实现应用。

**考核指标：**

（1）五轴摆头A/C轴采用力矩电机直驱形式，连续驱动力矩不小于650Nm，A/C轴定位精度≤5弧秒，最高转速60rpm，加速度1g；切削主轴采用电主轴，连续切削扭矩不小于100Nm，连续功率不小于40kw，主轴最高转速大于18000rpm；AC轴任意角度下固有频率不低于400Hz。

（2）项目执行期内总产值不少于5000万；申请发明专利不少于4篇，发表文章5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500万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：李国平、屈稳太、张驰）

**7、高转矩密度高可靠性风电变桨电机驱动一体机**

**研究内容：**研究风电变桨电机驱动一体机（含电机、驱动器、抱闸）的高功率密度设计；研究100VDC-450VDC宽电压范围驱动单元，确保电机正常运转（打开抱闸）；研究系统软硬件冗余设计，保证安全性和可靠性；研究宽温环境（-40 ~ 50℃）下通过软件实现电机与驱动单元功耗的动态优化方法；模拟高低温冲击、高海拔、振动、冲击、碰撞、沙尘、盐雾等运行工况进行测试及优化。

**考核指标：**

（1）额定转矩30Nm，峰值转矩100Nm，峰值转矩密度≥15N.m/kg; 运行电压100VDC~450VDC，-40℃低温启动，-40 ~ 50℃温度范围内稳定运行。

（2）项目执行期销售额3000万元；申请发明专利5项，实用新型专利5项；发表论文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500万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：李国平、王刚、屈稳太）

**8、55-250kw高速高功率密度磁浮永磁电机研制**

**研究内容：** 研究高速高功率密度磁悬浮电机力热优化设计，电机定、转子电磁设计及加工工艺，低功耗永磁偏置混合磁悬浮轴承的结构设计；研究磁悬浮轴承的系统建模、自由度之间的耦合关系；研究电机高速高效的驱动技术，电机及高精度磁轴承稳定控制技术及控制系统；研究高速磁悬浮永磁电机的批量化制造工艺。

**考核指标：**

（1）输出功率55~250kW，至少3个功率等级；峰值转速≥30000r/min；电机及驱动系统平均效率≥92%；功率范围内平均功率密度≥1kW/kg。

（2）项目执行期内实现产值5000万元；发表论文5篇以上，申请发明专利5项。

**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500万元，且不超过项目科技投入的20%。（指南编写专家：屈稳太、李国平、张驰）

**三、前沿探索项目**

**9、快速精密****微型压电粘滑直线电机关键技术**

**研究内容：**研究高频响微型定子（驱动机构）的构型设计、优化及静动态特性分析；定动子间摩擦力的准确建模及精密调节；电机机电耦合动力学建模；快速粘滑驱动机理即电机运动特性随驱动电压幅值与频率、定动子间摩擦预紧力、负载大小变化规律；大带宽高线性高分辨率的电机驱动电路设计及分析；电机快速精密定位控制系统设计与控制策略研究；电机性能测试系统的搭建及电机性能测试。

**考核指标：**

（1） 电机尺寸≤50mm×50mm×20mm，行程≥15mm，速度≥10 mm/s，定位精度≤±0.25μm，重复定位精度≤ ± 20nm，分辨率≤10nm，驱动力≥5N，载荷≥10N；

（2）发表学术论文8篇，其中至少2篇被SCI收录；申请发明专利5项。

**有关说明：**优先鼓励高校、科研院所牵头申报。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：张驰、屈稳太、仇一鸣）