附件3：

**高性能电机与高端数控机床专项申报指南**

电机及其驱动控制系统是高档数控机床、新能源汽车、无人机等高端装备的动力来源和核心部件。近几年宁波市永磁电机和数控机床产业发展迅猛，中低端产品性能快速提升，但超大转矩、超高速、超精密及极端环境应用的高性能电机和高档数控机床仍然与国外差距显著，亟需攻关。本专项以高端制造装备、新能源汽车、航空航天等产业的重大需求为导向，以高性能磁性材料的应用为基础，重点突破“专、精、特、新”高性能电机和高端数控机床产业链关键核心技术与产业化应用瓶颈，开展超高精度和极端环境用电机系统的前沿引领技术研究，补足现有电机和数控机床技术短板，强化“材料—电机—数控装备”产业链。

1. **产业链关键核心技术攻关**

## 1、兆瓦级大转矩永磁直驱电机及其驱控系统研发与产业化

**研究内容：**研究兆瓦级大转矩永磁直驱电机的模块化电磁与拓扑机构设计方法、损耗精确建模和温度场计算方法，设计新型高效冷却结构，降低系统重量和成本，提升电机转矩密度；研究大尺寸电机的加工制造方法与生产装配工艺，提高电机质量与可靠性；研究电机与控制器的系统级联合设计方法，开发基于冗余驱动的高可靠变频控制器，优化系统损耗和功率区间，最大化提升系统的高效工作区域。 **考核指标：**完成低速大转矩直驱电机及其驱控系统设计，直驱电机功率 ≥ 1MW，扭矩 ≥ 400000Nm，电机效率≥ 96%（效率80%以上的高效工作区占95%以上），系统功率因数≥ 0.95，形成示范应用，项目执行期内实现销售收入3000万元以上；申请或授权专利不少于5件，其中发明专利不少于3件，发表学术论文不少于2篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## 2、高速油冷电机关键技术研发及产业化

**研究内容：**研究采用高等级永磁材料、高强度硅钢片、Hair-pin绕线等新材料新工艺下的高速油冷电机电磁设计技术；研究高速油冷电机的冷却系统设计及热性能仿真分析技术，实现电机的高效散热；研究超高速油冷电机NVH仿真分析及优化，实现电机低噪声运行；研究基于高速油冷电机的电-磁-机-热等多物理场协同优化设计与仿真；开发满足高速油冷电机需求的高速轴承技术、高强度转子结构设计技术、高效油冷等关键技术，提升电机效率。

**考核指标：**开发完成高速油冷电机，其中：电机最高转速≥20000 rpm；电机峰值功率≥250 kW; 电机最高效率≥97.5%；电机性能包络线的1米噪声总声压级≤75dB；电机功率密度≥6 kW/kg；项目执行期内实现销售收入3000万元以上；申请或授权发明专利不少于5件，发表学术论文不少于2篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## 3、高精密数控轧辊磨床关键技术研发及产业化

**研究内容：**研究轧辊磨床磨架的机械结构设计和刚度分析，提高刚性和抗振性；研究头架多级传动系统，提高转速和磨削质量；研究砂轮主轴结构及磨头材料设计，提高磨头稳定性及使用寿命；研究全自动无人化操作的数控系统，实现正弦、圆弧、抛物线等任意曲线磨削；研究轧辊几何尺寸、表面质量及精度等在线测量方法，实现误差在线补偿。

**考核指标：**可磨削轧辊直径50-600mm，长度5000mm，最大重量10吨；加工精度：圆度≤0.001mm， 圆柱度±0.001mm，辊形误差±0.0015mm/m；加工轧辊表面：无振纹、进给纹、斜纹、螺旋纹、花印等缺陷；申请或授权发明专利不少于3件，软件著作权不少于2件；项目执行期内实现销售收入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300万元，且不超过项目科技投入的20%。

## 4、双电机无感同步伺服系统关键技术及产业化

**研究内容：**研究无传感器永磁同步电机零速至高速全范围内的转子位置估计方法，高带宽电流环、转速环和位置环驱动控制算法，研制无速度传感器的伺服驱动器；研究双电机的位置、速度误差下的交叉耦合控制技术，双电机同步伺服系统的位置、速度实时协同运行轨迹动态规划方法；研究智能家电/家居用双电机无感同步伺服系统生产工艺和生产线，实现大批量生产。 **考核指标：**研制双电机无感同步伺服系统，双电机额定功率100W@24V，额定转速≥3000r/min，带额定负载扭矩平滑启动，无感伺服双轴输出实时同步误差≤0.1mm；伺服系统运行噪音≤45dBA@50cm；工作环境温度：-40～85℃。申请或授权发明专利不少于5件，发表论文不少于2篇；项目执行期内实现销售收入3000万元以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## 5、高速高精智能伺服压力机研发及产业化

**研究内容：**研究高转矩密度、低转矩脉动永磁力矩电机设计及制造技术，高动态响应、高精度伺服驱动器设计及伺服驱动控制算法，研制伺服压力机用高性能伺服驱动系统；研究高速高精伺服压力机传动结构及关键零部件优化设计，提高系统刚度和结构抗振性能；研究机床床身温度控制及误差补偿技术，研发智能控制系统、智能上下料和智能运维系统，提高伺服压力机智能化水平。

**考核指标：**平面度≤0.01mm，平行度≤0.025mm，垂直度≤0.02mm；速度≥120次/min；申请或授权专利不少于5件，其中发明专利不少于3件；发表高水平论文不少于2篇；项目执行期内实现销售收入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500万元，且不超过项目科技投入的20%。

1. **前沿引领技术攻关项目**

## 6、纳米级精度的长行程大推力音圈电机及其驱动器研究

**研究内容：**研究音圈电机磁场精确建模和拓扑结构优化方法，提高推力密度；研究基于柔性导向机构纳米级驱动系统的机-电-热-控一体化集成和匹配设计方法，提高系统带宽和动态响应；研究音圈电机的高精度线性驱动器和高性能驱动算法，提高电流环带宽；研究大推力音圈电机推力波动补偿、主动振动抑制与高速高精运动控制方法，实现纳米级精度控制。

**考核指标：**音圈电机动子推力重量比达到1000 N/kg；研制出基于高性能EtherCAT实时总线的驱动器和控制器，实现系统开环带宽≥100Hz，电流精度≤0.1 mA；行程≥6mm，电机定位精度分辨力≤20 nm。提供第三方检测报告1份；发表学术论文不少于5篇，申请或授权发明专利不少于4件，培养研究生不少于3名。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

**7、长续航大载重油电混合动力垂直起降无人机发电机系统关键技术研究**

**研究内容：**研究基于高性能磁极阵列的发电机新型拓扑结构，基于新型材料和拓扑结构的多学科仿真优化、温度场分布特性和散热方法，基于新一代宽禁带半导体器件的高性能控制器以及快响应、高功率因素、低纹波的控制方法，提高发电机系统的功率密度和发电效率。研制样机并进行实验验证。

**考核指标：**样机额定发电功率12kW，功率0-100%连续可调，额定转速≥12000 r/min，系统（发电机和控制器）功率密度≥2kW/kg、效率≥93%。提供第三方检测报告1份；发表学术论文不少于5篇；申请或授权发明专利不少于3件。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

**8、高可靠轻量化新能源飞行器推进电机系统关键技术研究**

**研究内容：**研究推进电机系统电磁设计、轻量化定转子设计、损耗精确计算分析及高效散热技术，提高推进电机功率密度和可靠性；研究推进电机控制器高功率密度高动态响应设计和冗余驱动技术，提高系统容错能力；研究驱动控制器宽禁带半导体器件高dv/dt对电机绝缘性能的影响机理，建立非侵入式电机绝缘健康度在线监测模型，提出高可靠轻量化飞行器电推进电机系统可靠性评估方法。

**考核指标：**样机额定功率100kW，峰值功率120 kW，转速0-3500 r/min，电机额定功率密度3kW /kg，驱动控制器额定功率密度10 kW / kg。提供第三方检测报告1份；发表学术论文不少于5篇；申请或授权发明专利不少于3件。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

本领域项目申报指南编制专家组名单：

张 驰 中科院宁波材料所研究员

郭 宏 北京航空航天大学宁波创新研究院教授

高世权 海天塑机集团有限公司高工

仇一鸣 宁波菲仕技术股份有限公司高工

王海兵 极氪汽车（宁波杭州湾新区）有限公司博士