高密度电磁动力与系统全国重点实验室
2025年开放基金申请指南

高密度电磁动力与系统全国重点实验室，以中国科学院电工研究所为依托单位，定位于能源与电气工程领域前沿技术研究，着力解决马赫级超高速高密度电磁动力与系统重大共性科技瓶颈问题，完善和发展高密度电磁动力理论和技术体系，在支撑国家战略目标实现中发挥核心关键作用。

实验室拥有齐备的软硬件条件，鼓励开展原创性探索以及前沿交叉研究，为促进高密度电磁动力与系统领域技术的快速发展，加强与国内外高校、科研机构及相关企业的学术交流与合作，实验室现公开发布2025年度开放基金项目申请指南。

**一、实验室本年度开放基金资助类别与要求**

实验室开放基金项目应具备创新性，并与实验室工作紧密相关。申请人可结合自身优势，在研究内容中自主选择申报项目。2025年实验室开放基金项目分为“重点项目”和“面上项目”两类，资助期为2年。

**重点项目1：鞍式次级螺旋线圈串励直线推进主动消弧及能量前馈技术研究**

鞍式次级螺旋线圈串励直线推进具有推力大、效率高、电源适配性广和载荷尺寸形状开放等优点，但电刷换向起弧造成电极烧蚀以及推力波动，除采用耐烧蚀材料和主回路被动器件抑弧措施之外，需要提出新型拓扑结构的直流电源，结合位移传感器，在电刷换向过程中，通过主动控制，诱导回路的电压波动抵消起弧电压，保证主回路推进电流的稳定。

考核指标：

①包含主动消弧初级直流电源的鞍式次级螺旋线圈推进实验样机1套，匀速运行时电流波动幅度≤5%；

②根据位移进行主动抑弧的电源电路拓扑及闭环控制方法；

③以实验室为第一单位发表一区SCI/EI等高水平论文1篇，其他SCI/EI论文1篇；

④申请发明专利1项；

⑤研究报告。

**重点项目2：****超高速电磁推进变频供电技术研究**

马赫级的超高速电磁推进系统所需变频供电系统的功率可超过100MVA以上，输出频率超过1000Hz，现有的电力电子变频供电技术存在诸多短板和问题，无法有效满足上述应用需求。亟需针对超大功率变频供电系统的新原理、新拓扑、新调控方法等开展探索和研究，在实现高效率、高性能宽频电能变换的前提下，显著降低系统的复杂程度、体积重量以及造价，为马赫级超高速电磁推进系统的发展提供理论和技术支撑。

考核指标：

①超高速电磁推进变频供电方案及仿真模型1套；并在实验室提供的原理样机上完成实验验证；

②以实验室为第一单位发表SCI/EI期刊论文至少2篇；

③申请发明专利1项；

④提交研究报告1份。

**重点项目3：超高速直线电机高推力密度绕组拓扑与设计技术研究**

超高速直线电机高推力密度绕组拓扑与设计技术，设计绕组空间排布，使绕组在单位安匝下产生更强的主行波磁动势，削弱或消除与电磁推力无关或起负面作用的其他行波磁动势，实现高效机电能量转换与高推力密度。需要对特定类型超高速直线交/直流电机的绕组拓扑进行深入研究，厘清绕组方案-磁场分布-推力特性映射关系，通过设计各相绕组的线圈与线圈组的自身结构与空间分布，提升绕组基波绕组系数与谐波抑制能力，实现超高速直线电机推力密度提升。

考核指标：

①对比已有成熟绕组方案，直线电机推力密度提升至少5%，提供高推力密度绕组设计程序1套；

②发表SCI/EI等高水平论文至少2篇；

③申请发明专利至少2项；

④研究报告1份。

**重点项目4：高速运动电磁系统的流体及弹性固体多物理场耦合新型非拟合计算方法**

高速运动电磁系统的运行过程涉及电磁场、流体与固体的多物理场耦合效应，深入研究这一耦合问题对于揭示主要影响因素和作用规律，以及提升系统性能和运行可靠性具有重要意义。然而，该问题具有强耦合、强非线性和瞬时变化等特征，导致求解过程面临无法收敛的巨大挑战，需要从非拟合有限元方法的稳定性、离散问题的适定性以及大规模方程组预处理技术等方面进行突破。

考核指标：

①高速运动电磁系统的多物理场强耦合非拟合有限元计算工具原型1套；

②初步给出高速运动条件下非拟合有限元网格特征尺寸对收敛性的影响规律；

③以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文至少1篇，其他SCI/EI论文1篇。

**重点项目5：基于PCB嵌入式封装的高功率密度驱动变流器多物理域集成技术研究**

PCB嵌入式封装技术将变流器系统的功率部分和电子部分进行了更高层级的统一封装，是将驱动变流器功率密度向更高水平推进的重要技术途径，得到了世界范围内各大企业和科研机构的广泛关注。然而，不同耐压等级、通流水平、耐温等级、外形尺寸和表面处理情况均存在较大差异的各类元器件进行统一封装依然存在巨大挑战，需要从封装工艺、变流器构型、多物理域优化设计等多层面进行突破。

考核指标:

①提出基于PCB嵌入式封装的高功率密度变流器多物理域集成优化设计方法，设计并研制一台基于PCB嵌入式封装技术的驱动变流器原理样机，直流母线电压800V，峰值功率400kW，峰值功率密度不低于150kW/L;

②以实验室为第一单位发表一区SCI高水平论文1篇，其他SCI/EI论文1篇;

③研究报告。

**重点项目6：损伤模型在电磁发射过程数值模拟中的应用研究**

电磁发射过程中存在强电磁场、高应变率及极端热力耦合环境，材料损伤行为对发射稳定性、结构可靠性与寿命等具有决定性影响。针对目前电磁轨道发射模型在动力学行为模拟以及损伤现象预测方面的不足，需开展材料损伤模型在电磁发射过程数值模拟中的应用研究，建立基于电磁热力多场耦合和材料非线性的数值仿真模型，实现从电磁加速到材料动态失效的全过程模拟，重点分析极端工况下材料损伤萌生、扩展与结构破坏的机理，量化损伤对发射稳定性和安全阈值的制约规律，形成面向工程应用的损伤预测与优化设计体系，为提升电磁发射装置性能提供理论支撑。

考核指标：

①建立考虑材料非线性的电磁热力多场耦合模型，实现发射单元以及复合身管状态在0～2km/s速度范围内的动态模拟，给出基于损伤模型的安全阈值判定方法；

②以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文至少2篇；

③研究报告。

**面上项目1：大电流有弧电接触过电压特性研究**

电磁轨道发射过程中，在枢轨分离阶段，固体电接触失效会造成百kA级大电流导电路径的突然中断，在轨-轨间产生高电压击穿，形成有弧电接触，此时轨-轨间发生电压突变，由此产生的过电压会向脉冲电源侧反击，极易造成系统绝缘损伤和功率器件损伤。针对这一现象，探索百kA级大电流下不同长度有弧间隙与过电压之间的关系，开展有弧电接触过程过电压特性研究，有助于指导系统绝缘结构设计和功率器件选型设计，从而提高电磁发射系统可靠性。

考核指标：

①轨-轨间距为20mm~100mm下100kA有弧电接触过程中的电压变化规律；

②以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文至少1篇；

③研究报告。

**面上项目2：高功率密度电池系统温度时空分布规律与电热耦合管控技术研究**

高密度电磁动力系统在高速移动状态下整体载重较大、动能强劲，需要高功率密度电池系统作为能源核心提供支撑。然而，在高倍率放电过程中，高功率密度电池系统内部存在显著的温度失控分布不一致性，这一特征会放大电池单体差异对系统性能与安全性的负面影响，需要突破电热耦合管控技术建立精准反应电池系统内部温度分布及极限温度的温度传感模块与热特性模型，为高密度电磁动力系统安全风险预警和可靠服役保障提供有效支撑。

考核指标：

①发表SCI/EI等高水平论文至少1篇；

②研究报告。

**面上项目3：高功率密度有源电磁干扰滤波器设计技术研究**

针对高密度电磁动力系统的电磁干扰问题，传统的无源滤波器功率密度达到极限。本项目拟研究集成式有源电磁干扰滤波器的设计，包括差模电磁干扰和共模电磁干扰的检测、补偿及其集成方法，构建差模与共模电磁干扰的协同抑制体系，减少对无源滤波器的需求，满足系统的电磁兼容要求，提升装置的功率密度。

考核指标：

①有源电磁干扰滤波器仿真模型1套；

②有源电磁干扰滤波器原理性实验样机1套，其中元器件的选型应当符合安规要求，在用户单位提供的控制器中进行应用效果验证，控制器母线电压800V，峰值功率400kW，开关频率10kHz~20kHz；

③以实验室为第一单位发表SCI高水平论文至少1篇；

④研究报告。

**面上项目4：基于新型软磁材料的高速电机铁心损耗数字孪生模型研究**

针对高速电机多物理场强耦合服役环境，基于新型软磁材料，研究电磁-热-力耦合作用下，新型软磁材料的磁性能及损耗特性的演化规律与表征方法，构建新材料的磁性能与损耗特性的数字孪生模型；结合高速电机的运行特征，开展电机中铁心损耗高精度模型构建方法研究，形成基于新材料的高速电机铁心损耗数字孪生模型。

考核指标：

①新型软磁材料磁性能及损耗特性模型1套；

②高速电机铁心损耗模型1套；

③以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文2篇；

④研究报告。

**面上项目5：脉冲电源高效散热技术研究**

高密度脉冲电源系统服役工况时电源模块会在毫秒级时间内产生百千安级脉冲电流，造成晶闸管功率器件结温瞬态上升，影响电源的连续工作次数。传统的水冷热管理技术由于流体工质本征热导率低，瞬时热流冲击时难以在短时间有效抑制电源温度的快速上升。同时水冷技术在高压大电流工况使用中存在绝缘风险，一旦水冷系统绝缘降低，高压放电时电源系统将会出现严重损坏。针对脉冲电源连续运行温升过高以及绝缘的难题，需探索新型高导热流体工质的应用，开展功率器件的新型高效散热技术研究，提高电源系统安全性和可靠性，推动电磁能装备的工程化应用。

考核指标：

①新型流体回路热管理方案，实现功率器件在脉冲热流下温升速率下降5%~10%；

②以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文至少1篇；

③以实验室为第一单位受理或授权发明专利至少1个；

④研究报告。

**面上项目6：异型长内腔复杂结构诊断技术研究**

强电磁动力复杂工况环境处理技术研究在强电磁极端工况下（大电流、强摩擦、高温等）易引发系统结构内部烧蚀、裂纹、损伤、划痕及异物残留等多类型疵病，从而影响系统性能、降低系统长时间极端工况下运行的可靠性。针对系统结构内部疵病快速检测与识别难题，探索和开展强电磁复杂工况下的系统内部结构检测处理技术研究，实现系统内部结构疵病的快速处理和损伤评估，提高系统运行的安全性和可靠性。

考核指标：

①强电磁动力复杂工况环境处理技术方案，实现对系统内部结构快速识别、分类、定量评估等；

②对强电磁动力复杂工况下的系统内部结构扭曲等几何特征和相应解算方法进行研究，并进行解算；

③疵病识别准确率不低于95%；疵病测量误差：±0.1mm；

④以实验室为第一单位发表SCI/EI等高水平论文至少1篇；

⑤研究报告。

**二、申请说明**

(1)申报截止日期：2025年9月30日。

(2)资助费用：重点项目为20-30万元/项，面上项目为5-10万元/项

(3)申请人需为具有博士学位或副高及以上（含副高）职称的海内外学者。按照规定格式实事求是填写《高密度电磁动力与系统全国重点实验室开放基金项目申请书》。

(4)申请人应于当年指南发布截止期限内将申请书（附件1，纸质材料一式三份及对应电子文档）、诚信承诺书（附件2，纸质材料一式一份及对应电子文档）报送本重点实验室，申请人所在单位需对申请人的能力以及申请的内容进行审查，给出推荐意见，承诺对申请者的时间和条件给予支持与保证，并加盖单位公章，电子件发送至实验室联系人邮箱zhaocong@mail.iee.ac.cn（赵老师），邮件主题统一为“单位名称+申请人姓名+项目名称”。

(5)开放基金项目执行期限不超过2年。申请人每年须按要求向实验室提交项目进展报告。项目研究内容及实施计划一经确定，必须严格执行。如有变更，需提前3个月提交书面申请，经学术委员会同意、实验室主任批准后方可执行。

(6)项目申请得到批准后，申请者应与高密度电磁动力与系统全国重点实验室签订协议，按协议计划进行工作，接受实验室的监督和检查。

(7)项目研究所获得的成果（论文、专利等）由实验室和申请者及其所在单位共享。成果署名单位须包括高密度电磁动力与系统全国重点实验室(英文名称为State Key Laboratory of High Density Electromagnetic Power and Systems)，同时注明“高密度电磁动力与系统全国重点实验室开放基金XXX(项目编号)支持”（英文标注：“Funded by Open Foundation of the State Key Laboratory of High Density Electromagnetic Power and Systems”）。论文发表期刊级别、署名单位次序、论文数量均作为项目资助的评判指标之一。无标注实验室单位名称的成果不计入项目成果数量。

**三、联系方式**

联系人：赵聪、金家林

联系电话：13051520815，13261514748

邮箱：zhaocong@mail.iee.ac.cn, jinjialin@mail.iee.ac.cn

邮寄地址：北京市海淀区中关村北二条6号中国科学院电工研究所