**2024年度NSAF联合基金项目指南**

　　 国家自然科学基金委员会与中国工程物理研究院共同设立的国家安全学术基金（NSAF联合基金），旨在发挥国家自然科学基金的平台及管理优势，吸引和调动全国高等院校、科研机构的力量开展与国家安全相关的基础研究工作，开拓新的研究方向，培养国防高科技人才，促进国家安全相关领域源头创新能力的提升。

　　**一、主要研究方向**

　　2024年度NSAF联合基金以重点支持项目的形式予以资助，资助期限均为4年，直接费用平均资助强度约为260万元/项。

　　本年度开放的大科学装置为：中国绵阳研究堆及其中子科学平台、“星光III”激光装置、高平均功率太赫兹自由电子激光装置。

　　1．适应国产异构计算机系统的三维粒子输运高效算法研究（申请代码1选择A05的下属代码）

　　针对国产异构超级并行机体系结构特征，开展新型三维非结构网格粒子输运计算方法的高效并行算法和并行编程技术研究，解决传统算法计算局部性弱、并行度低和多级并行不易适配的难题，实现异构系统的三维粒子输运复杂多物理场耦合的高可扩展并行计算。

　　2．基于知识内嵌多模态机制的并行程序关键特征识别与可扩展性研究（申请代码1选择A05的下属代码）

　　针对科学计算程序在超大规模下并行可扩展性问题，研究基于均匀覆盖度的并行程序特征点分布构建方法和基于静态动态重构下的程序特征点分布优化方法，发展基于知识内嵌模型指导下的并行程序关键特征识别技术，利用多模态机制优化特征识别效果，预测在超大规模下的程序性能及功耗特征。

　　3．弹体高速入水流固耦合机制及弹道失稳抑制方法研究（申请代码1选择A08的下属代码）

　　面向弹体高速入水运动过程的装备可靠性评估需求，发展多相流动精细界面捕捉与流固耦合方法，研究入水过程的流场演化及结构响应特征，揭示气液固耦合及入水弹道稳定性机制，提出弹道失稳抑制方法。

　　4．多尺度密闭空间流动-化学反应多组分气体长时演化模型和加速算法研究（申请代码1选择A09的下属代码）

　　针对多尺度密闭空间（10-4 m ~1m）中包含多种化学反应边界与空间气体流动的多组分气体状态精准预测问题，研究多组分气体（H2O、O2、H2、N2、CO2、Ar等）时空多尺度建模方法，揭示流动-化学反应耦合机制，研究模型降阶加速计算和数-实结合的孪生方法，开展模型验证与确认，实现年时间尺度下气体演化评估与预测。

　　5．强激波冲击流体界面的失稳机理与调控研究（申请代码1选择A09的下属代码）

　　基于稳定生成的马赫数3以上高强度平面激波和汇聚激波，建立初始界面生成方法及其扰动模态表征方法，获得界面演化过程和流动结构，揭示扰动模态耦合竞争、初始条件记忆性、湍流混合等规律，阐明复杂流体界面失稳机理，提出界面扰动增长的有效调控方法。

　　6．极端载荷下强度介质界面不稳定性问题研究（申请代码1选择A12的下属代码）

　　建立Mbar级压力下强度介质界面不稳定性的实验加载与测试诊断能力，研究界面不稳定性增长与初始扰动谱、压强、加载路径等参数之间的依赖关系，阐明高压高应变率下强度对界面不稳定性增长的致稳机理与规律，提出基于界面不稳定性增长的本构模型标定方法。

　　7．强冲击下典型金属动态损伤断裂行为多尺度机理、表征方法和深度学习模型研究（申请代码1选择A12的下属代码）

　　发展强冲击下典型金属动态损伤和失效行为的微-介-宏观多尺度模拟方法，揭示强冲击动态损伤失效的多尺度统计型规律和内在机理，构建关联材料微-介-宏观结构和强冲击载荷特征的动态损伤演化和失效预测深度学习模型，发展相应的材料强冲击力学响应描述方法。

　　8．冲击作用下铁电薄膜能量转换机制与响应行为研究（申请代码1选择A12的下属代码）

　　针对高能铁电脉冲功率电源性能提升的需求，研究典型铁电薄膜（叠堆）在冲击过程中的能量转换机制；揭示铁电薄膜厚度对冲击相变与放电行为的影响规律，阐明铁电薄膜“尺度-结构-能量”对应关系；探索辐照对薄膜（叠堆）冲击放电行为的影响；提出超大电流输出的铁电薄膜（叠堆）功率器件设计方案。

　　9．高平均功率太赫兹自由电子激光辐照高能炸药点火机理研究（申请代码1选择A12的下属代码）

　　围绕高能炸药安全性研究的需求，建立分子化学键共振吸能诱导炸药点火的超高时间分辨瞬态诊断实验方法，开展强相干太赫兹波激发下PBX炸药能量吸收、能量转移、温升导致点火的新物理现象研究，揭示炸药点火响应与太赫兹波能量注入的量效关系。

　　10．强激光与电子束相互作用产生X射线光频梳的理论和模拟研究（申请代码1选择A22的下属代码）

　　针对目前光频梳能量无法突破极紫外频段的问题，开展利用高能电子在强激光场中辐射产生X射线光频梳的研究，发展描述复杂电磁场中量子电动力学过程的非微扰量子理论，建立模拟复杂系统中电子辐射过程的准量子算法，研究高能电子束在多束强激光场中的不同辐射机制，提出产生X射线光频梳的理论和实验方案。

　　11．强流中子源重水射流靶流动特性与束靶作用机理研究（申请代码1选择A28的下属代码）

　　针对基于强流离子束与高速重水射流靶作用的中子产生过程，研究强流脉冲离子束作用下大长宽比矩形重水射流靶多相流动结构演化及其稳定性，揭示热-流-电化学多场耦合作用下气泡演化机理及其对中子产额影响规律，提出面向强流中子源的重水射流靶设计准则。

　　12．高能量带电粒子在极端条件等离子体中的能量沉积和输运特性研究（申请代码1选择A29的下属代码）

　　针对高能量带电粒子在极端条件等离子体中输运涉及的复杂环境效应和多物理过程耦合等难题，开展重离子束驱动产生极端条件等离子体中的带电粒子输运研究，揭示等离子体中复杂多体作用和量子简并效应对带电粒子能量沉积和射程分布的影响机制，发展宽区温度密度状态等离子体中带电粒子能量沉积和输运特性的理论研究方法和实验验证技术。

　　13．低Z物质的非平衡辐射烧蚀规律研究（申请代码1选择A29的下属代码）

　　建立非平衡高温X射线辐射源，实现低Z物质非平衡辐射烧蚀源谱、电子温度时空分布表征等关键实验技术突破，开展低Z物质非平衡辐射烧蚀实验研究，获得电子温度时空分布、辐射能谱演化过程、烧穿深度、烧蚀压等物理量，结合理论模拟，揭示非平衡辐射源、物质密度、掺杂参数对烧蚀速率、烧蚀压等参量的影响规律。

　　14．大能量高功率集束条件激光等离子体不稳定性研究（申请代码1选择A29的下属代码）

　　发展集束激光等离子体不稳定性（LPI）的多时空尺度理论与数值模拟能力，研究共用子波等集束效应以及LPI饱和物理机制；针对神光集束条件，研究子束偏振匀滑、随机偏振匀滑等束匀滑方法抑制LPI的物理机理，提出创新束匀滑方法，厘清各种集束匀滑方法的适用物理条件，对利用多种束匀滑方法进行组合实现物理方案优化形成支撑。

　　15．基于强激光装置的脉冲中子源及其辐照损伤效应研究（申请代码1选择A30的下属代码）

　　针对芯片在复杂辐射环境中的损伤效应研究需求，开展从激光驱动产生中子源到应用于辐射损伤研究的全过程建模及数值模拟，研究高通量、接近真实空间中子能谱的脉冲中子产生机制，探索脉冲中子源诱发辐照损伤的微观机理；基于强激光装置，搭建中子辐照损伤实验平台并开展实验研究，揭示高通量脉冲中子源辐照芯片的非线性效应。

　　16．基于中子衍射技术的铀合金塑性变形机制研究（申请代码1选择A30的下属代码）

　　针对U-Nb合金力学性能预测和老化评估需求，基于中子衍射技术研究温度-应力环境下微结构演化过程，构建含晶粒取向分布、相变、滑移孪生等塑性变形机制的力学模型，揭示塑性变形机制和晶间应力演化过程，实现“性能-微结构-变形机理”的定量关联。

　　17．基于中子散射技术的铀基材料奇异基态行为与机理研究（申请代码1选择A30的下属代码）

　　针对铀基材料磁有序、非常规超导态、隐藏序等基态性质认识需求，建立准弹性中子散射技术与多相多组分耦合的数据解谱方法，用中子散射方法研究铀基材料电子结构及声子谱、自旋波、扩散行为等动力学性质，揭示其复杂相变与动力学性质背后的物理机制，调控实现至少2种新颖量子临界现象。

　　18．光子FLASH放疗脉冲模式及生物机理研究（申请代码1选择A30的下属代码）

　　针对光子FLASH放疗生物学效应机制，围绕辐射诱导DNA损伤动态过程，基于高平均功率太赫兹自由电子激光装置，研究电离辐射调控机体炎症反应的剂量率效应和免疫学机理；建立超高剂量率X射线时间结构灵活操控手段，研究触发FLASH效应的临界物理条件，为FLASH光子放疗装置的研制、计量标准制定与临床转化提供理论依据与设计方法。

　　19．锕系合金微波强化熔炼的冶金机理研究（申请代码1选择E01的下属代码）

　　针对锕系合金洁净化和均质化水平提升的需求，研究基于微波强化熔炼的合金元素传质动力学与亚结构演化规律，获得电磁效应与微区物质运动耦合作用下杂质碳的控制方法及其对合金均质化的影响规律，阐明微波作用下锕系合金纯净化熔炼的冶金机理。

　　20．金属铀与氮化层的界面结合性能演化规律及微观机理研究（申请代码1选择E01的下属代码）

　　构建金属铀与氮化层界面结构模型，研究界面稳定性以及环境气氛对其影响规律，揭示不同温度和环境气氛中界面性质的演化规律，设计具有优异抗腐蚀性能的氮化层界面结构，发展长期贮存条件下氮化层抗腐蚀性能的评估方法。

　　21．极端环境用关键碳结构材料涂层界面设计以及使役机制基础研究（申请代码1选择E01或E02的下属代码）

　　面向1600℃高活性金属熔体用石墨容器防护涂层需求，开展材料成分、涂层结构以及界面结合设计研究，提出大气等离子喷涂复杂狭小曲面构件表面涂层均匀沉积方法，揭示热-力-化耦合高温核环境下涂层结构以及性能演变规律, 实现熔体中渗碳与脱落物夹杂的有效控制。

　　22．长时力热载荷下TATB基PBX的时变行为与老化机制研究（申请代码1选择E03的下属代码）

　　针对TATB基PBX性能评估与预测需求，研究力热载荷对PBX微观损伤、粘结剂凝聚态结构、界面特性、力学性能的影响规律及作用机制，建立TATB基PBX多尺度老化模型，预测其长时力热载荷下的时变行为。

　　23．大压缩范围力学可编程有机硅弹性体超材料设计及构效关系研究（申请代码1选择E03的下属代码）

　　针对高性能有机硅弹性体泡沫的发展需求，研究本体材料性能、泡孔形态及三维空间结构对有机硅弹性体超材料力学性能的影响规律，建立力学构效关系，发展结构设计方法与增材制造技术，实现大压缩范围力学可编程有机硅弹性体超材料的可控制备。

　　24．辐射与机械力耦合场中硅泡沫材料的自适应结构设计与老化研究（申请代码1选择E03的下属代码）

　　针对硅泡沫材料的高环境适应性需求，开展辐射与机械力耦合场中硅泡沫材料的损伤老化研究，建立分子结构、交联网络、介观结构等多尺度、多层次结构优化设计方法，发展材料辐射损伤自适应结构设计理论，研究新型结构自适应硅泡沫材料的制备技术，获得具有辐射-机械力耦合损伤原位修复功能的硅泡沫材料。

　　25．TC4钛合金超快激光原位逐层锻打与激光选区融化复合强化方法与机理研究（申请代码1选择E05的下属代码）

　　针对钛合金增材结构件高疲劳性能重大需求，开展超快激光原位逐层锻打与激光选区熔化耦合强化方法与机理研究，揭示增材“热场”与超快激光原位冲击“力场”的热力耦合作用机制，阐明跨尺度多层级应力场、微观组织调控与缺陷抑制机理。

　　26．强激光光学元件表面原子级缺陷精密调控理论与方法研究（申请代码1选择E05的下属代码）

　　针对强激光光学元件抗激光损伤性能持续提升的迫切需求，研究非接触能场作用下原子级缺陷形成机理、检测原理及调控方法，阐明非接触能场制造流程中加工工艺-缺陷性质-损伤性能关联关系，提出光学元件表面原子级缺陷表征评价方法。

　　27．高功率大口径光学元件表面污染形成机制与原位洁净控制方法研究（申请代码1选择E05的下属代码）

　　针对激光惯性约束聚变用高功率激光系统对大口径光学元件的超洁净控制要求，研究高功率激光激发下污染物的产生机制和空间扩散演化规律，揭示光学元件表面污染与缺陷耦合作用下的损伤行为和机理，提出光学元件表面污染物原位多能量场复合控制新方法。

　　28．高储能密度储液式贮备电池的低温快速激活机理与性能优化方法研究（申请代码1选择E05或E06的下属代码）

　　针对储液式贮备电池对低温快激活和高密度储能的需求，研究激活结构动力学影响与多孔介质电解液浸润扩散的级联建模仿真方法，揭示极端力学驱动下结构-表界面对流体扩散和输运的调制机理，提出中心管道/电极微流道结构、电解液摩擦学特性的优化设计方法，实现低温电解液在非均匀多层多孔电极的快速均匀浸润和电池性能提升。

　　29．毫米波激发高密度非谐振低温等离子体的高效耦合机制与调控方法研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对高密度低温等离子体在新型半导体制造工艺方面的应用需求，研究基于大功率毫米波对高密度非谐振低温等离子体的高效耦合与激发原理，研究高密度等离子体阻抗检测与匹配、等离子体参量调控机理与方法，开展高密度低温等离子体激发试验验证。

　　30．复杂流动等离子体下通感一体信号传输特性及抗干扰波形研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对高速飞行器通感一体测量系统跨介质飞行电磁环境下可靠通信及高感测精度需求，研究复杂流动等离子体下宽带电磁效应、流动与湍动多因素空时频动态干扰机制，揭示电波在复杂流动等离子体中的传播机理，提出寄生调制色散耦合干扰下的宽带信道建模表征和通感一体测量抗干扰波形设计优化方法并实现验证。

　　31．面向下一代移动通信的抗干扰一体化硅基太赫兹可编程多波束阵列芯片技术（申请代码1选择F04的下属代码）

　　针对抗干扰一体化应用需求和波束跟瞄难题，探索阵列芯片的能量传递模型和多物理场耦合机制，阐明太赫兹幅相耦合机理，提出硅基太赫兹可编程多波束阵列芯片架构，研究高速高精度幅相调节、动态直调功率合成、波束能量聚合和可重构模拟基带等关键技术。

　　32．高功率激光的高掺杂光纤材料调控理论和方法研究（申请代码1选择F05的下属代码）

　　针对高功率光纤激光器抑制非线性效应的难题，研究掺镱光纤材料制备和加工过程中热力学的作用机制，阐明光纤材料成分和结构对光束非线性传输性能的影响规律，研制提高功率阈值的新型高掺杂光纤材料并实现验证。

　　**二、申请要求**

　　（一）申请人条件。

　　申请人应当具备以下条件：

　　1. 具有承担基础研究课题或者其他从事基础研究的经历；

　　2. 具有高级专业技术职务（职称）；

　　在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的人员不得作为申请人进行申请。

　　（二）限项申请规定。

　　执行《2024年度国家自然科学基金项目指南》“申请规定”中限项申请规定的相关要求。

　　**三、申请注意事项**

　　申请人和依托单位应当认真阅读并执行本项目指南、《2024年度国家自然科学基金项目指南》和《关于2024年度国家自然科学基金项目申请与结题等有关事项的通告》中相关要求。

　　1. 本联合基金项目采取无纸化申请。申请书提交时间为2024年4月15日至4月20日16时。

　　2. 本联合基金面向全国，公平竞争。对于合作研究项目，应当在申请书中明确合作各方的合作内容、主要分工等。重点支持项目合作研究单位数量不得超过2个。

　　3. 申请人同年只能申请1项NSAF联合基金项目。

　　4. 申请人登录国家自然科学基金网络信息系统（简称信息系统），采用在线方式撰写申请书。没有信息系统账号的申请人请向依托单位基金管理联系人申请开户。

　　5. 申请书资助类别选择“联合基金项目”，亚类说明选择“重点支持项目”；附注说明选择“NSAF联合基金”，申请代码1应按照本联合基金项目指南要求选择，申请代码2根据项目研究内容资助选择相应的申请代码；“主要研究方向”根据项目研究方向选择相应的方向名称，如“1．适应国产异构计算机系统的三维粒子输运高效算法研究”，研究期限应填写“2025年1月1日-2028年12月31日”。

　　6. 如果申请人已经承担与本联合基金相关的国家其他科技计划项目，应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目的区别与联系。

　　7. 申请人应准确把握NSAF联合基金的定位，申报前向中国工程物理研究院科研技术部了解相关指南的需求背景和要求，鼓励与联合资助方相关单位联合申报项目。大科学装置简介及联系方式相关内容参阅中国工程物理研究院主页（http://www.caep.cn）《2024年NSAF联合基金指南-大科学装置简介》。

　　8. 重点支持项目申请书内容须完全覆盖所选研究方向的所有研究内容。

　　9. 申请项目评审通过后，申请人及所在单位将收到签订“NSAF联合基金资助项目协议书”的通知。申请人接到通知后，应当及时与中国工程物理研究院科研技术部联系，在通知规定的时间内完成协议书签订工作。

　　10. 依托单位应当按照要求完成依托单位承诺函、组织申请以及审核申请材料等工作。在2024年4月20日16时前通过信息系统逐项确认提交本单位电子申请书及附件材料，并于4月21日16时前在线提交本单位项目申请清单。

　　联系方式

　　国家自然科学基金委员会计划与政策局

　　联系人：李志兰　刘　权

　　电　话：010-62329897，62326872

　　中国工程物理研究院科研技术部

　　联系人：陈白雪　刘冬燕

　　电　话：0816-2480359，2488728