**航空发动机高温材料/先进制造及故障诊断科学基础重大研究计划**

**2023年度项目指南**

　　航空发动机是国之重器，尽快在这一领域实现突破，对于促进国民经济发展和提升国家核心竞争力具有重大意义。航空发动机长期服役在高温、高压、高转速、交变负载等条件下，其关键零部件材料制备与加工制造工艺复杂，发动机服役运行过程中的安全保障也至关重要。目前我国高温材料、先进制造和故障诊断的基础科学研究不足，严重制约着我国航空发动机的发展。本重大研究计划聚焦航空发动机高温材料、先进制造、故障诊断三方面瓶颈问题的科学基础，强化需求目标导向和成果应用衔接，为我国航空发动机技术进步和产业发展提供源头创新思路与科学支撑。

**一、科学目标**

　　本重大研究计划面向国家重大战略需求，瞄准航空发动机高温材料、先进制造和故障诊断等研究前沿，通过多学科交叉与深度融合，开展相关基础科学问题研究，提升我国航空发动机高温材料、先进制造和故障诊断基础研究的原始创新能力和国际影响力；通过相对稳定和较高强度的支持，聚集和培养一支具有国际水平的航空发动机相关基础研究队伍。

**二、核心科学问题**

　　（一）航空发动机高温材料性能优化与长寿命使役稳定性。

　　航空发动机高温材料的成分设计与相结构优化、服役条件下组织结构演化与高温性能的关系；制备及服役条件下航空发动机高温材料结构缺陷的产生、跨尺度表征与调控；航空发动机新型高温材料的探索研究。

　　（二）航空发动机关键构件制造形性协同控制机理。

　　航空发动机关键构件成形机理与精度控制原理；特种/复合能场对航空发动机高温材料的作用机理；航空发动机关键构件表面状态演化及调控机制。

　　（三）航空发动机状态信息感知与智能诊断预测原理。

　　航空发动机信息感知与监测的理论和方法；面向航空发动机故障的人工智能诊断技术与大数据信息融合方法；航空发动机容错控制理论与状态少测点诊断预测方法。

**三、2023年度资助研究方向**

　　根据总体布局，本重大研究计划在实施过程中将进一步聚焦航空发动机高温材料/先进制造及故障诊断核心科学问题，更加突出学科交叉，重点聚焦材料、制造和信息等领域的交叉融合创新，解决高温构件一体化设计与材料/工艺协同设计的关键科学与技术问题，突破构件成型工艺及其装备、缺陷检测及其装备的关键技术，建立面向服役工况的构件性能评价指标体系。2023年以集成项目形式对以下方向进行资助。

　　（一）陶瓷基复合材料关键构件方向。

　　针对未来航空发动机对先进陶瓷基复合材料高温构件的需求，开展材料设计-制造-检测与考核验证-缺陷与失效模式评价分析等相关的基础理论、共性技术的体系性集成研究，提出面向服役工况的考核指标。

　　（二）镍基单晶高温合金叶片组织结构损伤及其调控研究。

　　针对航空发动机镍基单晶高温合金叶片使役性能提升的材料成分设计及组织结构调控开展集成研究，阐明高温合金显微组织结构的演变规律及稳定性机制，建立满足服役要求的成分设计与组织结构标准图谱，为我国镍基单晶高温合金叶片设计和性能优化提供理论依据。

　　（三）耐热铸造铝合金的设计及其关键构件制备技术。

　　针对面向250℃以上使役要求的耐热铸造铝合金的成分设计、制备技术和典型部件的形性协同调控方法开展集成研究，探究耐热铸造铝合金的设计原理，以及合金在凝固、热处理以及近服役条件下的微观组织演变及其对力学性能的影响规律，揭示合金的微观组织演变规律和强韧化机理，为新一代航空发动机关键部件的研制奠定基础。

　　（四）抗氧化涂层使役稳定性研究。

　　针对航空发动机C/C复合材料热端构件的可靠性问题，开展长寿命服役的涂层成分体系与微结构设计、涂层异质界面相容性和涂层长寿命使役稳定性研究，提出满足服役要求的考核指标，为航空发动机C/C复合材料热端构件耐高温长寿命抗氧化涂层服役稳定性提供支撑。

　　（五）整体叶盘形性状态的在线监测及一致性控制基础研究。

　　面向航空发动机整体叶盘的机械加工，研究结构、气动、疲劳等性能约束下的加工过程形性状态在线监测和预报方法，分析零件形性参数在多工序加工过程中的传递规律，形成航空发动机整体叶盘加工过程形性控制基础理论与核心技术，为国产发动机高性能制造提供支撑。

　　（六）难加工材料/构件能场辅助高效低损伤加工研究。

　　围绕高温材料难加工、复杂结构制造损伤难控制等挑战，突破特种能场对高温材料作用过程的作用机制、控制理论与方法，丰富完善航空发动机新材料、新结构关重件能场辅助高效低损伤加工技术体系，形成相应的标准规范，为航空发动机高性能制造提供基础理论与关键技术支撑。

　　（七）叶片全表面强化均匀性与变形协同控制研究。

　　针对叶片类零件全表面强化整体均匀性控制和残余应力诱导扭曲变形控制技术难题，研究构件全表面强化均匀性与非均匀性基础理论，建立构件全表面强化整体均匀性与变形协同控制方法，形成典型风扇和压气机叶片、复材叶片钛合金包边表面强化过程变形在线监测系统，以及表面残余应力控制标准和测试规范。

　　（八）低介入的航空发动机服役状态感知与诊断研究。

　　针对我国航空发动机在研型号研制与在役型号服役安全保障需求，尤其是民用航空发动机长寿命与高可靠需求，面向高速转子叶片在位测振理论难题与裂纹实时检测技术难题，利用前期研究基础，研究低介入高速旋转叶片振动测试理论基础，形成服役阶段叶片光纤、微波等先进感知与测试系统样机及软件。

　　（九）封严/轮盘界面诱导的振动超标快变时频溯源与控制研究。

　　针对整机振动超标问题，阐明封严与涡轮界面非协调变形与快变特征的映射规律，揭示角变形抑制机理，形成振动超标的快变时频溯源与控制基础理论与核心技术，形成相应的标准规范，丰富完善航空发动机振动异常排故技术体系，保障国产发动机服役安全。

　　（十）大型民用航空发动机地面试车信息融合预警方法研究。

　　研究航空发动机喘振预警、燃烧振荡预警、整机振动预警，声发射等故障诊断方法，形成大型民用航空发动机地面试车信息融合预警的基础理论与核心技术及软件，开展应用验证，保障我国大型民用航空发动机研制试车安全。

　　（十一）高温合金增材制造过程监测诊断与调控研究。

　　研究航空发动机典型部件增材制造过程监测诊断、内部质量评价、性能质量预警、多参数调控为一体的“测-判-控”技术体系，形成独立监控诊断的集成软硬件系统，提升航空发动机典型部件增材制造的质量可靠性。

**四、遴选项目的基本原则**

　　为确保实现总体目标，申请书研究内容必须符合本项目指南要求。本重大研究计划将按照如下原则遴选项目。

　　（一）鼓励开展新概念、新理论、新方法的前沿领域探索性研究，优先支持原创性研究。

　　（二）鼓励与航空发动机相关企业或研究院所联合开展研究；**集成项目必须要与航空发动机相关企业或研究院所联合申报**。

　　（三）鼓励开展材料学、机械工程、力学、信息科学、数学等领域的多学科交叉研究。

　　（四）对不符合本重大研究计划科学目标，与航空发动机材料、制造与诊断结合不紧密的项目不予受理。

**五、2023年度资助计划**

　　2023年度拟资助集成项目11项。其中，资助方向（一）直接费用资助强度2000万元/项，资助方向（二）到（十一）直接费用资助强度300-450万元/项。项目研究期限为3年，申请书中研究期限应填写“2024年1月1日-2026年12月31日”。

**六、申请要求**

　　（一）申请条件。

　　本计划项目申请人应当具备以下条件：

　　1.具有承担基础研究课题的经历；

　　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《2023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、《2023年度国家自然科学基金项目指南》和《关于2023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。

　　本重大研究计划项目实行无纸化申请。申请书提交日期为2023年6月15日－6月20日16时。

　　项目申请书采用在线方式撰写。对申请人具体要求如下：

　　（1）申请人应当按照科学基金网络信息系统中重大研究计划项目的填报说明与撰写提纲要求在线填写和提交电子申请书及附件材料。

　　（2）本重大研究计划将紧密围绕核心科学问题，对多学科相关研究进行战略性的方向引导和优势整合，成为一个项目集群。申请人应根据本重大研究计划拟解决的核心科学问题和本指南公布的拟资助研究方向，在分析国内外已有成果的基础上，明确新的突破点以及创新思路，自行拟定项目名称、科学目标、研究内容、技术路线和相应的研究经费等。

　　（3）申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“集成项目”，附注说明选择“航空发动机高温材料/先进制造及故障诊断科学基础”，根据申请的具体研究内容选择相应的申请代码。

**集成项目的合作单位不得超过4个。**

　　（4）申请人在申请书“立项依据与研究内容”部分，应当首先说明申请符合本项目指南中的资助研究方向，以及对解决本重大研究计划核心科学问题、实现本重大研究计划科学目标的贡献。

　　如果申请人已经承担与本重大研究计划相关的其他科技计划项目，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。

　　3.依托单位应当按照要求完成依托单位承诺、组织申请以及审核申请材料等工作。在2023年6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6月21日16时前在线提交本单位项目申请清单。

　　4.其他注意事项。

　　（1）为实现重大研究计划总体科学目标和多学科集成，获得资助的项目负责人应当承诺遵守相关数据和资料管理与共享的规定，项目执行过程中应关注与本重大研究计划其他项目之间的相互支撑关系。

　　（2）为加强项目的学术交流，促进项目群的形成和多学科交叉与集成，本重大研究计划将每年举办1次资助项目的年度学术交流会，并将不定期地组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人有义务参加本重大研究计划指导专家组和管理工作组所组织的上述学术交流活动，并认真开展学术交流。

　　（四）咨询方式。

　　工程与材料科学部工程五处

　　联系电话：010-62328301