

# 2024 年度空天海洋专项申报指南

为加快空天海洋强国建设，积极落实浙江省航空航天产业发展“十四五”规划，全面聚焦“加快迈向海洋强省”建设需求，深入贯彻落实《宁波打造全球智造创新之都行动纲要（2022年-2026年）》重大决策部署，本指南聚焦我市空天技术和海洋科技未来发展趋势，对标国内外先进技术产品，着力破解空天信息与服务、航空航天装备、海洋资源开发与利用、海洋材料、海洋高性能装备、海港与海洋工程、空天深海数据资源开发利用等方向关键核心技术难题，开展前沿引领技术攻关与产业链关键核心技术攻关，促进关键技术成果转化和产业化应用示范，切实提高我市空天海洋领域产业竞争力，加快培育世界级产业集群。

## （一）重大关键核心技术攻关项目

### 1.海洋船舶大功率重油装备抗磨蚀改性涂层技术与示范应用

研究内容：针对海洋船舶大功率重油装备关键部件服役过程中面临的复杂工况，研究抗磨蚀涂层的理论设计和稳定制备，建立组分结构多功能协同的跨尺度控制方法；研究涂层高离化致密工艺技术，探讨涂层在强腐蚀、复杂粘度、高喷射压力工况下的力学、摩擦学与电化学行为，揭示其微结构演变规律与磨蚀损伤机理；开展燃油系统部件表面改性涂层的模拟环境与台架性能评价，建立高压重载重油防护性能优化与延寿方法；突破涂层强结合耐磨蚀与复杂形状均匀沉

积的关键技术，实现大功率船舶典型高压共轨燃油系统针阀、柱塞等核心部件的国产化示范应用。

考核指标：涂层厚度 $\geq 8\mu\text{m}$ ，均匀性 $>90\%$ ；大气/油/海水多环境下摩擦系数 $<0.15$ ，磨损率 $<10^{-7}\text{mm}^3/\text{Nm}$ ，耐磨损寿命较基体部件提高2倍以上。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5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.新一代航空发动机流体机械密封瞬时启停高可靠性技术研发

研究内容：针对新一代航空发动机高温高压、高变速、变姿态等极端工况，研究复杂激励变化下的密封界面组件非线性动力学行为、混合流体薄膜互制机制及其“热-流-固”多场耦合性能，阐明密封性能演变机理；开展机械密封高效制备技术研究，解决机械密封结构中异种材质性能耦合分析与匹配设计难题；搭建温度、湿度、介质压力、转速和振动可调及泄漏率、摩擦扭矩、端面温升和密封环振动可测的拟实工况密封性能测试平台；制定密封件生产工艺，形成相关技术规范，实现产品的示范应用。

考核指标：静态压力0.01-0.015MPa，燃油端漏量不大于0.05ml/min，滑油端零泄漏；转速28050r/min，压力1-1.2MPa，燃油端漏量不大于5ml/min，滑油端在压力0.3MPa，

漏量不大于 0.1ml/min；全域工况寿命不小于 2500 小时。项目执行期内，实现销售额 3000 万元以上，发表论文不少于 4 篇，申请或授权发明专利不少于 5 件。

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.高速飞行器新型耐高温复合材料天线罩关键技术研究

研究内容：针对未来飞行器在高速、高机动发展趋势下对轻量化、耐高温、高承载、高透波等一体化性能的需求，开展高速飞行器新型耐高温复合材料天线罩的研制；研究树脂材料合成与改性技术，实现介电、耐热和工艺性能的协同优化；突破复合材料界面设计与调控技术，实现界面的快速优化设计与调控；突破天线罩结构设计与全流程制造技术，实现天线罩制造过程的低缺陷控制；最终完成高速飞行器新型耐高温复合材料天线罩总体方案设计及研制，实现产品的示范应用。

考核指标：研制新型耐高温复合材料天线罩，天线罩耐最高温度 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ ；天线罩用复合材料介电常数 $< 3.4$ ，介电损耗 $< 0.01$ ；复合材料  $450^{\circ}\text{C}$ 下压缩强度 $\geq 100\text{MPa}$ 、弯曲强度 $\geq 100\text{MPa}$ 。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 5 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%。

#### 4.基于碳纤维复合材料的深海航行器耐压舱研发

研究内容：针对深海资源勘探等重大经济、安全和可持续发展需求，开展全海深航行器耐压舱的研发；研究碳纤维复合材料压力容器的失稳机制及可靠性预测方法，形成强度校核与可靠性评估规范；突破复合材料的界面改性技术，建立纳米增强-结构-性能关系；突破耐压舱制造与压力循环测试技术，实现耐压舱的结构优化与轻量化设计；最终完成高耐压复合材料舱体的结构设计与制造加工，实现海洋工程示范应用，为我国海底勘测等重大工程提供技术支撑。

考核指标：研制基于碳纤维复合材料的深海航行器耐压舱，耐压舱抗压 $\geq 120\text{MPa}$ ；碳纤维复合材料拉伸强度 $\geq 6.3\text{GPa}$ ，拉伸模量 $\geq 345\text{GPa}$ ；耐压舱相比于同尺寸钛合金舱体减重 $\geq 30\%$ 。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 8 件，发表学术论文不少于 5 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，且不超过项目研发投入的 20%。

#### 5.海工钢结构抗冲击吸能与长效防腐一体化复合涂层关键技术

研究内容：针对海工钢结构表面重防腐涂层受到意外碰撞破损而导致防腐效果大幅降低的技术痛点，开展海工钢结构可控发泡环氧复合涂层工艺研发及性能优化，实现涂层抗冲击吸能和长效防腐、耐磨一体化功能；开展海工钢结构复合涂层抗冲击吸能结构力学优化设计及性能表征，揭示典型

冲击载荷图谱下钢结构表面涂层冲击缓冲动力学响应机制；研发冲击载荷谱与海洋环境多因素耦合下的钢结构涂层冲击、腐蚀耦合失效测试技术，揭示冲击载荷和海水腐蚀共同作用下复合涂层失效机理；研发海工钢结构冲击吸能与长效防腐一体化复合涂层施工技术，解决海工钢结构意外碰撞条件下耐久性防护的难题，并进行产业化示范应用。

考核指标：构建抗冲击吸能与长效防腐一体化复合涂层体系，抗冲击吸能面层与抗腐蚀涂层底层的粘结强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，涂层耐磨性指标 $\leq 50\text{ mg}$  (GB/T 1768)，中应变率下涂层能量吸收密度  $5\text{ MJ/m}^3$ ，涂层耐中性盐雾试验 $\geq 4000\text{h}$ (GB/T 10125)。研制海工钢结构冲击腐蚀耦合失效无损检测平台，缺陷空间分辨率 $\leq 10\text{ }\mu\text{m}$ 。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 5 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%。

## 6. 国产大飞机航空发动机结构件精度保障关键技术研究及产业化

研究内容：针对国产大飞机航空发动机结构件的性能特点和特殊需求，开展精密加工机理研究，揭示微观组织对加工过程和高温力学性能的关系；建立航空材料精密加工数值模拟方法，实现加工工艺参数的优化；研究残余应力均化及加工变形抑制，提升薄壁件加工精度和质量；研发航空发动

机薄壁结构件的柔性固持装备，解决盖板等典型薄壁件加工固持难题，提升薄壁件加工固持的可靠性、通用性，并进行产业化示范应用。

考核指标：建立航空发动机结构件精度保障体系；加工薄壁结构件最小厚度 $\leq 0.3\text{mm}$ ，表面粗糙度 $\leq \text{Ra}1.6$ ，孔位轴线角度偏差 $\leq \pm 6'$ ，支架件孔位置度 $\leq 0.01\text{mm}$ 。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 5 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%。

#### 7.半球谐振陀螺仪核心零件制造工艺开发及其产业化制造装备研制

研究内容：针对石英半球谐振子硬度大和脆性强的特性，研究半球谐振子加工缺陷及其对品质因数和频率裂解的影响规律，开发全流程制造工艺，实现高效精密制造；研究硬脆材料加工对球面形状误差的影响因素，优化加工参数与谐振子表面形貌的关系；研究石英材料的化学腐蚀过程，揭示溶解程度与去除深度、化学处理方法的关系，提高表面均匀性；分析工艺条件对膜厚参数的影响规律，研制精确控制成膜微结构和沉积速率的多自由度溅射工装及设备，并进行产业化示范应用。

考核指标：突破石英半球谐振子超精密加工技术，球面面型精度 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，表面粗糙度 $\leq 0.01\mu\text{m}$ ，同心度 $\leq 1\mu\text{m}$ ，品质

因数 $\geq 1500$ 万，频率裂解 $< 0.5\text{Hz}$ ；设计谐振子基座、谐振子等关键零件 2 个。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 5 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%。

#### 8.百千瓦级濒海航空涡电系统集成设计与试验

研究内容：针对濒海垂直起降无人机的研发背景需求，开展百千瓦级濒海航空涡轮发电系统的研制、系统集成与试验。设计航空涡轮发电系统总体和轻量化结构，实现发动机-发电机一体化匹配；突破涡轮发电系统长寿命高可靠关键部件耐腐蚀技术，解决高温高湿高盐雾的濒海环境涡轮发电系统关键部件热腐蚀和电化学腐蚀问题；完成涡轮发电系统耦合集成与试验，构建跨多系统仿真平台、搭建试验条件，开展地面台架试验，实现航空涡轮发电系统多学科、多部件、复杂工况下的稳定工作，并进行产业化示范应用。

考核指标：研制 1 套航空涡轮发电系统样机，发电系统地面连续功率 $\geq 120\text{kW}$ 、系统功重比 $\leq 1.41\text{kW/kg}$ 、耗油率 $< 0.55\text{kg/kW}\cdot\text{h}$ 。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 5 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%。

## （二）前瞻性技术基础研发项目

### 9.弱通信条件下自主水下航行器集群关键技术

研究内容：针对水声信道低带宽、大时延、高误码率导致水下航行器集群作业难实现问题，开展弱通信条件下自主水下航行器集群关键技术研究。重点突破结构优化、动力和控制、定位/导航、水下无线信息传输等技术，研制可集群作业的自主水下航行器；解析生物群体行为机制，提出新型弱通信集群协同控制方法；进行自主水下航行器集群编队试验，开展海底地形勘察、水文信息采集、水下目标探查等应用；提升我国无人水下装备集群自主研发能力，为未来产业化应用提供技术支撑。

考核指标：具备 3-5 台自主水下航行器集群编队航行能力，编队队形不少于 2 种；实现协同海底地形勘察、水下目标探查等典型场景应用不少于 2 种；申请或授权发明专利不少于 5 件，发表学术论文不少于 6 篇。

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

### 10.空天用低温域高熵合金设计与增材制备技术及极端使役性能

研究内容：针对空天领域低温服役航空航天关键结构材料设计与制造面临的技术难题，建立低温域高强韧高熵合金设计理论和方法；提出高熵合金非平衡凝固组织及力学性能的热力学耦合调控策略，阐明微结构演变与材料强韧化之内



在机制；形成低温域高熵合金激光增材形性调控方法，建立低温域宽应变率条件下高熵合金使役性能数据库；构建考虑温度和应变率效应的增材制造高熵合金本构关系，发展高熵合金宽温域使役性能评价方法；突破我国空天用低温/超低温环境、复杂极端载荷工况下服役高强高韧高熵合金材料设计以及高效制造技术瓶颈。

考核指标：形成不少于 3 种增材制造低温域高强高韧高熵合金体系，液氮环境下屈服强度 $\geq 1100\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 25\%$ ，断裂韧性 $\geq 200\text{MPa(m)}^{1/2}$ ，液氮环境下疲劳强度 $\geq 500\text{MPa}$ ；在 $10^{-3}\sim 10^3\text{s}^{-1}$  应变率范围内建立低温域高强高韧高熵合金使役性能数据库 1 个；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 8 篇。

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

### 11. 深海钻探机具关键复合材料与制备技术

研究内容：针对深海油气钻采过程中腐蚀、冲蚀、磨损等多因素强耦合引起的钻探机具关键材料加速损伤失效问题，开展深海钻探机具关键复合材料与制备技术研究，阐明深海油气钻井环境下的结构演化行为，揭示金属陶瓷复合材料的耦合损伤机理；研究数据驱动的金属陶瓷复合材料成分设计与物相调控方法，实现强韧性和耐磨蚀性能的协同提升；突破复合材料界面匹配优化等关键技术，完成强韧耐磨蚀金属陶瓷复合材料的加工制备与考核验证，为深海钻具在深海

油气开发等国家重大工程中的应用提供技术储备。

考核指标：形成 2 种以上金属陶瓷复合材料体系，硬度  $\geq 11.5\text{GPa}$ ，断裂韧性  $\geq 19.0\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ；磨粒磨损率  $\leq 0.8 \times 10^{-4}\text{cm}^3/\text{rev}$ ，腐蚀电流密度  $\leq 10^{-6}\text{A}/\text{cm}^2$ ；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 6 篇。

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

## 12. 东海海域细菌对海洋用钢缓蚀机制和防护技术研究

研究内容：针对海洋环境下船舶、海洋装备和沿岸设施等污损与腐蚀严重的问题，开展东海海域细菌对海洋用钢缓蚀机制和防护技术研究，阐明不同环境细菌缓蚀机理；筛选关键性基因/蛋白，突破分离提取技术；获得具有优异缓蚀性能的菌株及其最佳培养/作用条件，为开发绿色的生物材料防护提供技术储备。

考核指标：获得具有优异缓蚀性能的菌株  $\geq 2$  株；新菌株电化学阻抗缓蚀率  $\geq 95\%$ ，失重法缓蚀率  $\geq 90\%$ ；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 5 篇。

有关说明：高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过 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：

潘光          西北工业大学宁波研究院

常可可 中国科学院宁波材料所  
王永刚 宁波大学  
张学昌 浙大宁波理工学院  
吴杰 宁波中策动力机电集团有限公司