

附件 5:

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，本指南聚焦空天技术和海洋科技未来发展趋势，面向空天信息与服务、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，开展前沿引领技术攻关与产业链关键核心技术攻关，突破一系列“卡脖子”技术，促进关键技术成果转化和产业化应用示范，全面提升空天海洋领域产业竞争力，加快培育世界级产业集群。

（一）产业链关键核心技术攻关

1、72.5kV 紧凑型海上风电 C-GIS 关键技术研发

研究内容：面向海上风电场的大容量风机和 66 kV 集电系统，开展 72.5 kV 紧凑型海上风电专用 C-GIS 设备研究；研究 APG 环氧树脂自动压力凝胶成型工艺固封极柱技术，解决由于真空灭弧室陶瓷壳、导电嵌件与环氧树脂的膨胀系数不一致所引起的开裂等问题；研究多回路共箱的柜式结构设计技术及断路器、隔离开关、快速接地开关的一体化设计

技术，实现产品体积紧凑化和轻量化；研究柜门的密封方法，实现密封室为 IP67、二次控制室和机构室达 IP54 等级的耐候性防护。

考核指标：研发一种紧凑型海上风电 C-GIS 设备，达到如下指标：设备尺度不大于 1450*2400*2400 mm；气箱充气压力不大于 0.06 MPa；额定电压 72.5 kV，额定电流 1250 A，短路开断电流 25 kA\31.5 kA，快速接地开关关合 25 kA\31.5 kA；防腐等级 C4H；核心部分全密封设计，密封室达到 IP67，控制室、机构室达到 IP54；样机 3 台，满足 GB/T3906 和 GB/T7674 标准，通过倾斜、摇摆、振动、冲击等相关海洋平台适应性试验项目，产品通过第三方权威机构认证。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 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300万元，同时不超过项目研发总投入的20%。

2、智慧港口系泊管理系统关键技术研究

研究内容：面向船舶系泊精细化、智能化管理与安全保障需求，基于高精度大气、海洋数学模型以及数据双驱动知识学习算法，构建港区短期高频预报系统。基于港区气象水

文预报结果、码头布置及进港船舶运动特征参数，结合系泊分析力学模型和人工智能方法，研究船舶个性化系泊布置优选及动态调整策略技术；研究系泊船舶运动感知、系缆力实时监控以及船舶动态系泊仿真等技术，建立船舶系泊安全风险实时预警及应急防御系统；运用数字孪生等信息技术，构建港口智慧系泊安全管理平台。

考核指标：建成港区十米级气象、水文预报系统，实现码头前沿雾、风、浪、潮流等环境要素 72 小时预报，与船舶系泊布置优选及动态调整评估、系泊和系缆力实时监控，构成 72 小时系泊风险预警系统；研究成果在重要码头形成示范应用不少于 1 项，开发数字孪生港口智能系泊管理软件 1 套，实现港区天气水文预报准确率>90%，系泊险情预报准确率>95%。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 3 项，获得软件著作权不少于 2 件，发表学术论文不少于 4 篇；制定企业标准 1 项以上。

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300万元，同时不超过项目研发总投入的20%。

3、面向极端海洋环境的新型轻量化海缆关键技术研究

研究内容：聚焦国内海缆在深远海极端环境和轻量化方面的应用需求，以大水深海缆轻质高强、阻水环保为研究目标，研发适应深水环境的新型铝合金导体材料、环保型径向防水材料、非金属轻型铠装材料；开展大截面异型铝合金导体、阻水结构、非金属轻型铠装等结构设计和力学分析；建立深水海底电缆水平和垂直敷设仿真系统，研究深水轻型海缆垂直敷设过程中的轴向张力和弯曲曲率变化规律；研制深水环境的综合模拟测试平台，开展机电耦合测试。

考核指标：研发一种轻型环保海底电缆，达到如下指标：最高运行电压 ≥ 72.5 kV，设计工作水深 ≥ 500 m；开发适用于大水深海缆的阻水试验设备和压溃模拟试验设备，试验水压 ≥ 15 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 3 件，发表学术论文不少于 3 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，同时不超过项目研发总投入的 20%。

4、舰船动力设备主被动减振及轴功率监测关键技术研发

研究内容：面向现代舰船在动力设备低频减振、航行安全等方面的应用需求，开展舰船动力设备主被动减振及轴功率监测关键技术研发；具体开展屈曲梁负刚度型非线性能量阱吸振及其自适应参数调节技术研究，实现非线性能量阱宽频减振和频谱调控；开展电磁-液压-橡胶一体化隔振及其振动主动控制技术研究，满足全频段高性能隔振需求；基于轴功率参数监测方法，研究舰船动力设备高效功率输出条件下的振动波动控制技术，实现高稳定性的低振动低损耗运行；研究变转速旋转体非接触测量技术，实现轴上监测设备长期在线工作；研制系列化、标准化非线性能量阱吸振器、一体化隔振器设备，研发舰船动力设备轴功率模拟测试平台，开展产业化示范应用。

考核指标：研制非线性能量阱吸振器、主被动一体化隔振装置、非接触式轴功率计等设备，适用于频段 10~200 Hz，平均吸振效果 >6 dB，最大输出力 >400 N，轴功率测量精度 $<0.5\%$ 、采样率 >1000 Hz。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 3 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总额的 20%。

5、航空用高效阻燃聚氨酯泡沫的研发

研究内容：面向航空飞行器安全、高效飞行对轻质泡沫材料阻燃和环保等一系列需求，开展航空用高效阻燃聚氨酯泡沫的研发及产业化研究；通过分子设计合成聚氨酯相容性好的高效阻燃剂，研究发泡材料配方组分和发泡工艺参数对泡沫体系的物理结构、力学性能、热稳定性及阻燃性能的影响；开展高效阻燃聚氨酯泡沫材料配方体系的优化研究，优化高效阻燃聚氨酯发泡工艺，建立泡沫材料体系配方-工艺-结构-性能之间的构效关系，实现高效阻燃聚氨酯泡沫的制备；研制泡沫规模化成型装备，满足航空用泡沫材料批量稳定生产及产业化要求；研制典型的航空座椅泡沫部件，开展安全功能及力学性能评价，实现产业化示范应用。

考核指标：研制聚氨酯泡沫材料达到以下性能指标：12s 垂直燃烧长度 ≤ 200 mm，烟密度 ≤ 200 ，燃烧热量释放 ≤ 65 kW/m²，压缩永久变形 $\leq 17\%$ ；建立年产千吨级高效阻燃聚氨酯泡沫材料生产线，设备批量成型的泡沫件最大尺寸

1100×600×50 mm; 研制出典型航空座椅泡沫件, 压缩硬度 ≤ 85 kPa, 拉伸强度 ≥ 680 kPa, 形成不少于2个示范应用; 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300万元, 且不超过项目研发总投入的20%。

6、海洋装备新型电液复合驱动成套系统关键技术研究

研究内容: 面向海洋石油钻井平台、大型远洋和工程船舶等海洋装备, 开展新型智能化电液复合系统集成设计, 研究泵控闭环电液比例控制与物联网结合技术, 实现工况变化快速响应与运行数据云监测、智能失效预判报警; 研究控制与执行元件的关键性能, 实现比例阀大流量高精度控制, 可变排量高强度静压平衡轴配流马达大排量低速稳定运行; 研究执行元件及系统防腐性能、关键摩擦副材料强化, 实现海洋环境下驱动系统关键部位的长效可靠防护运行; 研发海洋装备新型电液复合驱动成套系统、实验测试平台, 开展产业化示范应用。

考核指标：开展海洋钻井新型电液复合驱动成套系统研发，包括核心控制阀组及执行元件研发，系统最大流量不少于 1800 L/min，最高压力不低于 35 MPa，最大功率不小于 750 kW；马达最大排量不少于 70000 ml/r，转速范围 0.5~800 rpm。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 3 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%。

7、深空极端环境中的成像光学系统技术攻关

研究内容：针对深空极端环境中高可靠、高精度、长寿命光学系统关键技术瓶颈，开展高真空度、超低温、强辐射环境对光学成像质量与可靠性影响的理论分析；研究应用于极端环境的高质量、高可靠性的光学镜头制造方法和技术，设计具有抗辐射、无热化、长寿命、成像质量逼近衍射极限的光学系统；基于抗高能粒子辐射、抗力学冲击、抗热真空环境变化等试验规程，优化深空光学镜头的地面可靠性试验方法；研究深空极端环境中光学质量退化的机理及其防范措施，建立基于光学镜头、CMOS 传感器、成像电路与图像处

理的成像全链路，研发深空极端环境中的成像光学系统，开展产业化示范应用。

考核指标：开展深空探测超小型成像光学系统设计研发，耐受空间电离辐射剂量(元件直接暴露)大于10 Krad；承受温度范围-40°C~+55°C（工作），-50°C~+70°C（存储）；光学镜头传递函数MTF奈奎斯特频率处优于0.3（视场平均），图像MTF从0.15提升至0.18以上；工作寿命大于8年（通过加速老化试验验证）。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3件，发表学术论文不少于3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300万元，且不超过项目研发投入总额的20%。

8、平流层卫星星箭一体化技术

研究内容：针对海洋领域的长时侦查、广域监测、通信保障、信息控制等需求，开展星箭一体化平流层飞行器的研制；研究柔性材料和折叠展开机构设计，实现快速充气展开和外形固化；突破高效率柔性太阳能电池技术，实现能源动

力和柔性充气结构一体化设计；突破临近空间可再生能源技术，实现平流层卫星长时间跨昼夜运行；突破飞行控制技术，解决大展弦比机翼变形导致控制精度差的难题；最终完成平流层长航时飞行器总体方案设计及样机研制，开展产业化示范应用。

考核指标：研制平流层长航时飞行器样机，起飞重量 300 kg、有效载荷 ≥ 20 kg、续航时间 ≥ 120 h；飞行高度控制误差 ≤ 100 米、飞行速度控制误差 ≤ 5 m/s。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，且不超过项目研发投入的 20%。

9、液化天然气储箱超低温薄壁结构件关键技术研发

研究内容：面向船舶以及陆上液化天然气（LNG）存储液罐对低温、耐压等的特殊需求，开展不锈钢薄壁结构波纹板复合弯曲成形关键技术研究，实现多筋复合弯曲条件下板料厚度梯度与流动性控制；开展不锈钢薄壁结构高效优质焊

接工艺关键技术研究，实现不锈钢波纹板高效高质量的焊接生产；开展不锈钢薄壁结构性能测试及其焊接接头在低温下服役性能研究，揭示焊接工艺、焊接接头微观组织和低温力学性能的关联关系；开展超低温高可靠不锈钢薄壁结构在LNG船舶的应用示范，通过船级社认证并进行产业化推广。

考核指标：开发一套不锈钢波纹板复合弯曲成形专用设备、模具及配套工装，达到如下技术指标：不锈钢薄壁结构件结构件壁厚为1.2 mm，厚度减薄量 ≤ 0.06 mm，表面损伤深度 < 100 μm ，对接时配合表面间隙 < 0.3 mm；每任意300 mm，平整度 ≤ 0.5 mm；3米时，直线度长边拱起 ≤ 1 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3项，发表学术论文不少于3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%。

10、航空航天用保形高比能电池及其双向形状记忆聚合物复合外壳技术

研究内容：面向未来航空航天飞行器的移动供电重大需

求，开展高比容三维结构锂电池柔性电极材料技术研究；基于耐电解液腐蚀多重双向形状记忆聚合物的集流体设计与研制，实现锂离子电池的弯曲保形和可逆重构功能；开展力场的柔性壳体与可赋形电芯复合结构一体化设计与制造，研发轻量化、宽温域、可赋形的高比能柔性电池，开展产业化应用示范。

考核指标：研制轻量化、宽温域、可赋形高比能锂离子电池样机，电池模组质量能量密度 ≥ 350 Wh/kg，体积能量密度 ≥ 600 Wh/L，电池弯曲半径 ≤ 8 cm；连续弯折次数 ≥ 10000 次，且容量保持率 $\geq 85\%$ @80%放电深度，循环1000次，低温 -20°C 放电容量不低于常温的 80% @ 0.2C ；工作温度范围： $-20^{\circ}\text{C}\sim +50^{\circ}\text{C}$ 。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，且不超过项目研发总投入的20%。

(二) 前沿引领技术攻关项目

11、濒海无人机高海情着舰导航控制技术

研究内容：针对高海情条件下视觉和北斗信号受环境干扰、传统控制算法无法应对强非线性耦合模型以及参数摄动的问题，开展高海情条件下濒海无人机着舰导航和控制技术研究，依次突破多传感器融合导航定位、多传感器融合着舰导引、自适应动态逆着舰控制等关键技术，完成高海情条件下的濒海无人机自主导航和控制性能验证，满足濒海无人机自主着舰应用需求，为全天候、长航程、大范围濒海无人机作战任务提供基础能力支撑。

考核指标：开展濒海无人机高海情着舰导航控制技术研究，适用海况3级以上、一次着舰成功率 $\geq 95\%$ 、平均着舰时间 $\leq 2\text{min}$ 。申请或授权发明专利不少于3件，发表学术论文不少于3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，则不超过项目研发投入总投入的30%。

12、海洋生物质资源化利用除污集成技术攻关

研究内容：针对海洋生物质资源分布情况不清、超高盐环境下除污机制和应用场景缺乏等问题，开展海洋可资源化利用生物质资源调查，获取宁波市海洋生物资源分布状况；研究微生物耐盐机制及超高盐环境生物脱氮除污控制技术，揭示其在重金属和油类物质的胁迫下脱氮性能和降解动力学与代谢机制；研究营养物质、环境因素和共存物质等因子调控难降解 EPS 的生成，揭示其协同去除新型污染物及生物质固碳机制。

考核指标：完成宁波市象山港、三门湾等海洋生物质资源调查报告 1 份；120 g/L 高盐环境下，总脱氮率大于 90%，重金属去除率大于 90%，有机污染物去除率大于 90%，建立示范场景不少于 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 4 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%。

13、柔软体仿生水下航行器设计与集群控制技术研究

研究内容：面向仿生自主水下航行器多机高效协同水文采集、资源勘察、鱼情调查等应用场景，开展柔软体仿生水下航行器设计与集群控制技术研究；开展柔软体材料、柔性感知、复合驱动一体化设计与集成制造技术研究，实现仿生水下航行器感知推进一体化；开展仿生水下航行器个体感知与模糊中央模式发生器（CPG）自主控制算法研究，实现外部环境感知与自主游动能力；开展自主感知与运动响应多约束条件下的集群控制技术研究，实现仿生水下航行器集群自主协同游动；为大规模水下仿生集群实际应用奠定理论和技术基础。

考核指标：研制柔软体仿生水下航行器不少于 5 台；仿生水下航行器航向控制精度不大于 $\pm 3^\circ$ ，深度精度不大于 $\pm 0.1\text{m}$ ，感知临近个体位置误差不大于 0.5 倍航行器体长；集群自主游动数量不小于 5 台；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：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，则不超过项目研发投入总投入的 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教授

王继强 中科院宁波材料所研究员

王永刚 宁波大学教授

陈俊华 宁波大学科技学院教授

沈昊宇 浙大宁波理工学院教授

连雪海 中电科（宁波）海洋电子研究院有限公司高工

俞国军 宁波东方电缆股份有限公司高工