

上海市科学技术委员会

沪科指南〔2025〕28号

上海市科学技术委员会 关于发布 2025 年度基础研究计划“探索者计划” (第二批)项目申报指南的通知

各有关单位:

为推进基础研究更好地服务经济主战场，组织实施好市场导向的应用性基础研究，发挥好企业作为出题人和阅卷人的作用，鼓励更多企业加入到基础研究项目形成、项目投入、项目组织、项目评价等科技活动中，上海市科学技术委员会通过面向企业征集、组织专家论证等程序形成了 2025 年度基础研究计划“探索者计划”第二批项目申报指南，现予以发布。

一、征集范围

专题一、集成电路

方向 1: 背面供电的中后道寄生分布与建模研究

研究目标: 面向 FinFET 器件背面供电网络需求, 建立背面供电中后道寄生的提取模型, 构建用于寄生提取模型校准的测试结构方案, 形成背面供电工艺的评价与验证方案。优化中后道互连结构, 与传统方案相比实现环振电路在功率相同情况下, 频率提升 5% 以上。

研究内容: 基于 FinFET 工艺节点设计规则, 研究背面供电特有互连结构中寄生电阻电容的抽取方法; 采用 3D 场仿真校准互连寄生模型和设计技术协同优化, 发展基于背面供电方案的寄生效应改善方法, 形成寄生优化的设计规则。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 1 个项目, 每项资助额度 100 万元。

方向 2: 毫米波、太赫兹频段的 FinFET 器件射频性能优化及芯片设计研究

研究目标: 针对 FinFET 器件在毫米波、太赫兹频段射频性能不足的问题, 通过对器件的多尺度建模方法和高频寄生机理的研究, 建立覆盖毫米波和太赫兹频段的 FinFET 器件多物理场模型。实现 FinFET 器件在毫米波频段功率增益提升 30%, 且仿真误差小于 15%; 并通过射频前端电路的设计和仿真, 完成器件优化前后的电路性能评估和对比分析。

研究内容: 研究 FinFET 高频寄生效应机理与抑制方法, 揭示 FinFET 栅极/源漏/衬底耦合效应与频率响应的关联特性; 建立多尺度建模与设计方法, 涵盖量子输运、电磁场分布、电路级联动的多物理场仿真; 探索工艺波动 (纳米尺度 FinFET 宽度、栅极侧壁粗糙度等工艺偏差) 对射频性能一致性的影响机理; 建立设计技术协同优化方法准则, 设计毫米波、太赫兹频段的收发前端芯片。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 1 个项目, 每项资助额度 100 万元。

方向 3: 基于背面供电技术的 GAA 多器件集成和关键设计规则优化研究

研究目标: 开展 GAA 和背面供电技术的集成方案研究, 形成基于背面供电的 GAA 多器件集成技术方案和设计规则放松方案。实现不少于 50 种的基础标准单元库搭建, 开展 PPA (功耗、性能和面积) 仿真分析, 完成 GAA 关键设计规则的优化。保证单元高度不变的情况下, 达到关键层次设计规则放松 20% 以上。

研究内容: 研究电源通孔、背接触等不同背面供电技术的机理和工艺技术特征, 开展背面供电技术与 GAA 的集成优化, 从工作机理、性能优化、版图设计和结构创新等角度, 研究基于背面供电的 GAA 多器件 (不同阈值电压、核心器件、输入/输出器件、静电保护元件等) 集成技术方案, 评估不同集成方案的优缺点。搭建 PE-Flow 和 TCAD-DECK 仿真脚本, 通过设计协同优化的方法, 优化基于背面供电技术的 GAA 关键设计规则, 实现基

础标准单元库，开展器件、电路等级别的 PPA 分析，并完成对其性能的分析、评估和优化。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 4：多波长硅基光源阵列集成研究

研究目标：针对硅基多波长光源需求，基于硅光平台发展异质集成工艺，设计多个 O/C 波段光源阵列。阵列中激光器单元器件波长调节精度 $\leq \pm 0.2\text{nm}$ ，任意两波束合束损耗 $\leq 5\text{dB}$ ，单波出光功率 $\geq 0\text{dBm}$ ；集成线阵结构 $\geq 1 \times 16$ ，实现波长数 ≥ 16 。

研究内容：基于硅/三五族异质集成工艺，设计硅光平台上的阵列光源方案，优化阵列集成硅基激光器中选模结构，明确精准调控波长的物理机制，开展硅基平台上低损耗、具有工艺误差容忍度的阵列光源合波研究。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 5：神经形态视觉传感芯片架构研究

研究目标：针对传统图像传感器帧率低、动态范围小、数据量大的问题，研究类神经形态视觉传感芯片的像素架构。完成基于类神经形态视觉传感芯片像素架构的芯片方案设计，像素只输出动态场景，阵列不小于 1M，动态范围大于 120dB，等效帧率不小于 20KHz。

研究内容：基于神经形态视觉的特点，分析高动态范围类神经形态视觉像素的实现机理，发展类神经形态视觉芯片的系统建模和仿真方法，构建基于动态成像的低噪声像素电路及神经形态视觉传感芯片方案，阐明新型高帧率神经形态视觉传感芯片工作机制，完成神经形态视觉传感芯片设计。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 6：光计算芯片的端到端低时延微波信号处理架构研究

研究目标：构建半实物仿真平台，验证以光计算芯片为核心的新型微波信号处理架构，实现瞬时带宽 $\geq 10\text{GHz}$ ；信号通量 $\geq 400\text{GSa/s}$ ；系统端到端时延 $\leq 1\text{ms}$ （时延须优于现有非干涉光计算架构，且相比电芯片至少有10倍及以上的优势）；计算精度参数（距离分辨率、定位精度等）达到电芯片（GPU）解决方案的90%以上。

研究内容：基于光计算芯片高通量模拟域线性处理特性，设计适配于光计算芯片的端到端低时延信号处理架构；搭建新型微波信号处理架构的半实物仿真平台，具备多种典型微波信号处理功能，分析评估基于光计算芯片的微波信号处理性能；面向工程化应用，设计基于光计算芯片的下一代微波信号处理系统。

执行期限：2025年11月1日至2026年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 7: 基于大规模光子矩阵计算平台的微波信号处理研究

研究目标: 基于指定模拟器及配套硬件平台, 完成 ≥ 3 种典型微波信号处理软硬件系统演示, 且光计算覆盖 $\geq 90\%$ 以上的信号处理流程, 光计算结果与电芯片计算的真值相对误差低于 5% , 并评估光子矩阵计算的性能指标。

研究内容: 研究多场景微波信号中的异构信号处理模型, 探索电磁信号处理的算子转换与算法重组原理, 设计大规模光子矩阵计算平台的数据调度方法; 结合微波信号应用场景(探测、成像、通信等)常见的测试基准任务, 完成模拟器仿真验证与算法硬件搭建; 针对射频微波信号处理应用, 评估光子矩阵计算的计算时钟、信号带宽、数据通量、时延、功耗、精度等参数。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2026 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 1 个项目, 每项资助额度 200 万元。

方向 8: 国产 AI 芯片的大模型高性能混合量化方案研究

研究目标: 针对大模型推理场景中, 离群点查找耗时开销大、访存带宽利用率低和混合精度矩阵乘计算效率低等挑战, 开展基于低精度硬件的推理方案研究, 结合高性能混合精度推理系统 MIXQ, 实现在 Qwen 和 DeepSeek 系列模型上, 片上存储占用相较于 8 比特量化方案降低 30% 以上, 性能提升 10% 以上, MMLU 模型能力测试得分降低不超过 2% 。

研究内容: 研究大模型推理实现方案, 识别可独立拆分的最小模型结构; 对该最小模型架构做量化敏感度分析, 研究 4 比特

与 8 比特混合量化方案；优化大模型推理方法，对具备 8 比特分块量化原生硬件支持的国产 AI 芯片（如燧原 L600 等）实现适配。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 9：国产 AI 芯片的大模型高效缓存管理策略研究

研究目标：研究适用于国产 AI 芯片大模型推理的高效缓存管理策略，在同等硬件条件下，与现有开源方案相比，可同时处理的大模型推理请求数量提升 30% 以上，平均处理速度下降不超过 10%。

研究内容：分析国产 AI 芯片的多层次存储架构的容量、速度等主要特征，研究缓存压缩和解压缩算法及时间选取策略、冷热缓存数据判定及替换时间选取策略。研究对 kv-cache 的池化和动态调度方法，提升系统吞吐；研究主机内存作为 kv-cache 池化的方法，达成对长文本的支持，提升推理性能；研究基于无序 kv-cache 对于推理性能的加速优化方法，确保精度满足客服系统等特定应用场景需求。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 10：国产 AI 芯片的大模型异构混合推理研究

研究目标：针对国产 AI 芯片存储容量和大模型参数规模不匹配问题，研究 CPU+AI 芯片的异构混合推理方案。对于大模型参数权重可全部存储于 AI 芯片上的模型，利用 CPU 和主存将其

最大吞吐提升 50% 以上；对于参数权重无法完全存储于 AI 芯片上的模型，利用 CPU 和主存实现高效推理。

研究内容：分析国产 AI 芯片与 CPU 的计算速度、访存速度、存储空间等典型参数，研究 AI 芯片与 CPU 在大模型推理任务不同环节的适用性；研究稠密大模型和 MoE 稀疏大模型的推理特征，探究合理的任务切分方式，实现 CPU 与 AI 芯片间数据传输量最小化。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

专题二、生物医药

方向 1：肺癌骨转移外泌体标志物的发现与作用机制研究

研究目标：筛选肺癌骨转移的亲骨外泌体标志物，阐明其调控肺癌骨转移的分子机制；建立新型标志物检测方法；构建肺癌骨转移的智能预警模型，用于肺癌骨转移的早诊、早治。

研究内容：采用肺癌骨转移亲骨外泌体组学技术，筛选 2-3 种新型标志物，研究其调控肺癌骨转移的分子机制；建立适用临床早诊（相对影像学）的高灵敏度亲骨外泌体标志物检测技术；基于亲骨外泌体标志物、血清学标志物、临床信息等数据，结合人工智能技术，建立肺癌骨转移预警模型，并在临床队列（ ≥ 500 例）中进行验证。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 2 个项目，每项资助额度 80 万元。

方向 2: 尿液超短片段游离核酸与尿路上皮肿瘤进展的关系及其诊断价值研究

研究目标: 揭示尿路上皮肿瘤尿液超短片段游离核酸突变谱、片段分布特征及其与肿瘤进展的关联规律和分子机制; 构建基于人工智能算法的尿路上皮肿瘤早期诊断和微小残留病灶监测模型 (早期诊断 $AUC \geq 0.90$)。

研究内容: 通过检测、分析尿路上皮肿瘤患者尿液样本超短片段游离核酸多维 (单核苷酸变异、拷贝数变异、DNA 甲基化及天然断裂点等) 数据, 揭示尿路上皮肿瘤尿液超短片段游离核酸突变谱、片段分布特征; 研究尿液超短片段游离核酸与肿瘤进展的关联及其分子机制; 整合人工智能算法和尿液超短片段游离核酸多维数据, 建立尿路上皮肿瘤早期诊断和微小残留病灶监测分子诊断模型, 并在不少于 500 例临床队列中验证。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 1 个项目, 每项资助额度 80 万元。

方向 3: RNA 甲基化修饰调控肿瘤发生发展及免疫逃逸的分子机制研究

研究目标: 解析 RNA 甲基化修饰在胸腺癌、食管癌发生发展和免疫逃逸中的分子调控机制, 筛选并验证可用于早期诊断、预后监测及疗效评估的特异性分子标志物, 构建覆盖诊断、预后、疗效评估的检测体系。

研究内容: 探索 RNA 甲基化修饰在胸腺癌、食管癌发生发展中的作用及影响肿瘤免疫逃逸的功能, 系统化解析其分子机

制；构建 RNA 甲基化相关肿瘤标志物早期诊断、预后、疗效评估模型并进行临床验证（胸腺癌 ≥ 300 例，食管癌 ≥ 500 例）。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 2 个项目，每项资助额度 80 万元。

方向 4：心梗后心肌纤维化诊断标志物发现及进展评估模型研究

研究目标：鉴定调控心梗后心肌纤维化的关键标志物，阐明心梗后心肌纤维化机制；构建心梗后心肌纤维化智能预测模型，为心梗后精准医疗提供决策支持。

研究内容：利用空间转录组和代谢组学数据，构建心脏成纤维细胞时空演进图谱，解析心梗后心肌纤维化的机制及精准调控网络，筛选促纤维化的核心标志物；结合多组学信息、核心标志物、影像学、临床信息等多模态数据，基于人工智能算法，建立心梗后心肌纤维化预测模型，并在临床队列（ ≥ 200 ）中验证模型的诊断/预后价值。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 80 万元。

方向 5：急性呼吸窘迫综合征（ARDS）异质性机制解析及智能精准分型体系研究

研究目标：解析 ARDS 异质性机制、发现精准分型的分子标记物；揭示 ARDS 生物学与临床表型、形态学等之间的内在规律；构建智能化 ARDS 临床精准分型体系。

研究内容: 基于多组学等技术, 揭示 ARDS 异质性机制和特征, 鉴定用于精准分型的生物标记物; 构建以生物标记物、影像学为核心, 生物电阻抗断层成像、呼吸力学和临床动态参数整合的 ARDS 多模态数据库 (不少于 1 万例); 系统揭示生物学与临床表型、形态学等之间的内在规律; 结合人工智能技术, 构建 ARDS 精准分型体系。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 2 个项目, 每项资助额度 80 万元。

方向 6: 基于多模态 MRI 的脑小血管病认知损伤机制与个体化诊疗预测研究

研究目标: 建立基于多模态 MRI 影像和智能化全脑分析技术的脑小血管病认知损伤影像评估体系, 提取与认知功能障碍相关的影像特征, 揭示脑小血管病认知障碍的发展和多种治疗干预过程中的脑结构—功能联动机制, 构建脑小血管病个体化诊疗的辅助决策与疗效预测模型 (敏感性 >90%, 特异性 >85%, 样本量 ≥ 500 例)。

研究内容: 整合脑小血管病患者诊疗前后的临床随访信息、生物检验及多模态 MRI 影像数据, 形成多维度数据库, 构建智能化全脑量化分析方法体系, 筛选早期影像标志物, 揭示认知损伤的病理学机制, 阐明脑小血管病发生、发展与干预过程中的脑结构与功能动态演变规律, 构建脑小血管病的智能辅助决策和疗效预测模型, 并通过前瞻性病例和临床随访验证其敏感性及特异性。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度100万元。

方向 7：毫米级肝癌平扫影像生成虚拟增强影像的方法研究与预测模型建立

研究目标：基于超高梯度 MRI（梯度场强 >150 mT/m）的超高分辨平扫肝脏影像，建立高效采集与分析方法体系（MRI 扩散分辨率 $\leq 1\times 1\times 2$ mm³，采集 ≤ 3 min）；基于生成式 AI 构建虚拟肝脏增强 MRI 影像（结构相似性 ≥ 0.90 ，峰值信噪比 ≥ 35 dB），与常规肝脏增强磁共振影像比较，评估其毫米级肝癌的诊断和预测模型（敏感性 $>90\%$ ，特异性 $>85\%$ ，小肝癌的虚拟增强影像与常规肝脏增强磁共振影像的样本量 ≥ 500 例）。

研究内容：针对超高梯度场 MRI 的超高分辨平扫肝脏成像方案，优化成像参数，提升成像效率；探索支持不同分辨率的影像生成式模型，将低分辨率平扫影像转化为高分辨增强影像，与常规肝脏增强磁共振影像比较，评估基于生成的增强影像的毫米级小肝癌诊断和预测效能。

执行期限：2025年11月1日至2028年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过2个项目，每项资助额度100万元。

方向 8：面向女性盆腔恶性肿瘤早期诊断的磁共振波谱新方法和多模态影像精准诊断模型研究

研究目标：实现女性盆腔恶性肿瘤（以卵巢癌及宫颈癌为主）代谢物的精准检测（敏感度 <1 mmol/L，特异性 $>80\%$ ），解析肿瘤代谢物病理及分子分型的关联机制，建立并验证代谢驱动的多

模态影像肿瘤精确诊断模型 (AUC>0.85, 卵巢癌及宫颈癌的病例数 ≥ 500 例)。

研究内容: 基于改进和优化的磁共振分子靶向波谱序列, 结合生化指标实现女性盆腔恶性肿瘤特异性代谢物的量化检测与早期诊断; 解析代谢表型与女性盆腔恶性肿瘤病理特征及分子分型的关联机制, 建立基于女性盆腔恶性肿瘤代谢物特征驱动和多模态影像肿瘤诊断决策模型, 验证模型准确性。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 2 个项目, 每项资助额度 100 万元。

专题三、先进材料

方向 1: 纤维复合用高强韧、可循环环状烯烃树脂体系

研究目标: 构建可降解树脂基体, 发展高强韧与可循环一体化的环状烯烃树脂设计、绿色制造及回收技术, 建立纤维复合用的高强韧-可循环环状烯烃树脂体系。可降解树脂: 固化温度 $\leq 120^\circ\text{C}$, 固化时间小于 15 分钟; 树脂板材玻璃化转变温度 (T_g) $\geq 155^\circ\text{C}$, 缺口冲击强度 $\geq 5 \text{ kJ/m}^2$; 环状烯烃基玻璃纤维复合材料: 弯曲强度 $\geq 1200 \text{ MPa}$, 剪切强度 $\geq 50 \text{ MPa}$, 缺口冲击强度 $\geq 150 \text{ kJ/m}^2$; 树脂单体再利用: 所制备树脂板材玻璃化转变温度 (T_g) $\geq 130^\circ\text{C}$ 。

研究内容: 采用 AI 辅助设计环状烯烃单体, 构建环状烯烃聚合物的动态-静态耦合网络, 实现降解与高强度、高韧性及耐热性能之间的平衡; 筛选单体配方及聚合工艺条件, 优化可降解环状烯烃树脂的可控聚合过程; 探索适宜的外部刺激条件, 实现

环状烯烃树脂的结构解耦，实现环状烯烃树脂的低能耗再生与结构重构；研究可降解环烯烃树脂与纤维复合的成型工艺，实现环烯烃基纤维复合材料的低能耗高效制备。

执行期限：2025年11月1日至2028年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 2：AI 辅助的高性能聚酰亚胺及胶黏剂

研究目标：面向航空航天、集成电路等领域需求，创制高性能聚酰亚胺树脂及具有高可靠性和优异服役性能的导电胶。聚酰亚胺树脂的 $T_g \geq 245^\circ\text{C}$ ，拉伸强度 $\geq 100\text{ MPa}$ ，弯曲强度 $\geq 130\text{ MPa}$ ；导电胶的黏度为 $8000\text{-}12000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ ，剪切强度 $\geq 6.0\text{ MPa}$ ，体积电阻率 $\leq 0.0004\text{ ohm}\cdot\text{cm}$ ；构建具有150万条数据的结构-配方-工艺-性能数据库，实现对10组以上参数的高效优化。

研究内容：构建基于多模态特征的聚酰亚胺关键单体及聚合物结构-配方-性能预测模型；发展高性能聚酰亚胺智能设计及高可靠导电胶配方工艺优化方法，获取耐高温易加工的聚酰亚胺新结构及高性能导电胶关键配方；开展航空航天、集成电路用高性能聚酰亚胺及高可靠导电胶的制备与构效关系的研究，在相关领域实现应用验证。

执行期限：2025年11月1日至2028年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 3：精准催化转化制备金属有机化合物的研究

研究目标：提出基于结构描述因子设计高性能介孔碳载金属

催化剂的精准催化研究新范式；介孔限域空间内精准构筑催化活性中心，精准调控金属有机化合物底物的催化转化，转化率>98%、选择性>97%，催化转化数>10000；转化目标金属有机产物不少于5种，至少1种完成催化烯烃聚合的工程验证。

研究内容：建立催化剂几何和电子结构与反应性能的定量关联模型，研究基于结构描述因子的催化剂精准设计原理；发展原子级精准组装方法，可控制备介孔碳载金属单原子、双原子、三聚体及团簇催化剂；构建介孔限域催化加氢制备金属有机化合物新体系，并开发连续流加氢技术，提高反应活性、选择性和稳定性，实现工程领域的应用验证。

执行期限：2025年11月1日至2028年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向4：面向极地环境的高性能聚烯烃防护涂层研究

研究目标：揭示极地环境用防护涂层的构效关系，设计制备具有优异抗低温、抗结冰、耐磨损与耐腐蚀性能的高性能聚烯烃极地防护涂层。涂层附着力 ≥ 5 MPa，冰摩擦系数 ≤ 0.08 ， -30°C 至 -60°C 范围内无开裂，1000小时无锈蚀或脱落，1公斤载荷下Taber磨耗 < 80 mg/1000转，耐老化时间 ≥ 500 小时。

研究内容：研制高性能聚烯烃多组分防护涂层，研究聚烯烃的分子链结构特征及凝聚态与涂膜关键性能的构效关系，阐明多组分配方对成膜过程及涂层性能的影响规律；优化配方及施工工艺，制备极地环境用多组分高性能聚烯烃防护涂层，开展极低温环境下长周期性能评价与应用验证。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2028 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 2 个项目，每项资助额度 80 万元。

方向 5：汽轮机转子连接熔池演化模型及焊接质量智能优化研究

研究目标：面向汽轮机转子的高质量、智能化制造需求，构建汽轮机转子焊接过程的三维动态熔池演化模型，建立工艺参数-熔池特征-焊接质量关联的多模态融合数据库（样本量 ≥ 20000 条）；结合多源感知系统与人工智能技术，实现焊接工艺精准预测及调控，精度不低于 95%。

研究内容：建立高拘束空间下的焊接熔池三维动态仿真模型，阐明熔池动态流动行为对焊接缺陷与焊缝成形的影响机制；构建融合机器学习的工艺参数、熔池特征与焊接质量的多模态数据库，提出虚拟模型-现实熔池特征匹配准则；研究焊接多源信息感知与融合方法，形成熔池仿真模型的自学习和自优化。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 6：复杂曲面空间结构智能连接工艺-性能协同调控研究

研究目标：面向高可靠性压力容器的复杂焊接需求，建立复杂曲面全位置多层多道焊接过程的免示教智能识别与规划方法，阐明耦合高温蠕变效应的多层多道焊接智能参数控制机制。

研究内容：探究曲面空间全位置多层多道焊缝自适应识别方法、复杂曲面空间焊道排布规划方法、多参数焊接工艺控制策略；

构建多层多道焊接应力场快速模拟方法，研究耦合高温蠕变效应的多层多道性能控制机制，量化工艺-性能协同关系，发展智能焊接控制策略。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 7：周期性热应力对复合焊接结构疲劳、腐蚀机理影响研究

研究目标：面向大容量灵活调峰火电机组服役需求，探索高温高压下激光焊承压焊缝服役疲劳机理，揭示激光熔敷承压件的高温抗腐蚀机理和方法，形成最快、最慢两组调峰参数下热疲劳应力对应的应力-寿命曲线，及不少于3组温度下的腐蚀速度曲线。

研究内容：面向灵活调峰锅炉周期性热应力变化对受压件焊缝服役稳定性的挑战，揭示激光焊及激光+电弧复合焊用于高等级材料构件的承压焊缝在高温高压工况下服役的疲劳机理；研究不同焊缝成型系数下的应力分布和残余寿命对应关系，以及不同高等级材料的高温腐蚀速度。提出激光重熔改型对提高焊缝疲劳抗性的机理。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 8：深腔环境下大型构件电弧破拆机理及等离子放电规律研究

研究目标：面向大型汽轮机构件高效破拆的需求，构建电弧

高效破拆理论与方法，揭示大能量密度条件下电弧等离子放电机理与弧柱发展规律，提出弧柱有效控制机制，实现深腔环境下（不低于 1500mm）材料高效蚀除与排出，相对于现有方法效率提升 50%，最高去除率不低于 3000mm³/min。

研究内容：探究多场条件下等离子体的形成及扩张演变行为，阐明深腔环境中流场及磁场作用下电弧弧柱驱动机制，构建高能量密度等离子体弧柱调控策略，揭示电弧等离子体与典型汽轮机构件材料的交互作用关联；分析核心要素对效率和质量的影响规律，形成高效电弧破拆方法并验证。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 9：多能场诱导熔池凝固微区演化机理及极低温强韧性行为研究

研究目标：面向核聚变堆用高可靠多能场焊接需求，揭示以电磁场为主的多能场下焊接熔池凝固、相变及微观组织的演化规律；阐明微观组织特征与极端低温（4.2K/77K）下焊接接头强韧性及断裂行为的内在关联机制；建立电磁场对焊缝凝固组织和固态相变产物形成与演化的调控方法；相较于传统焊接方法，极低温断裂韧性提升 20%。

研究内容：研究电磁场与焊接热力场耦合对熔池流动、凝固形态、相变路径及最终微观组织的影响机理；系统研究不同电磁场参数下焊接接头的晶界、位错和二次相等微观组织特征，表征

其在极端低温下的强度、塑性与断裂韧性，阐明电磁场调控微观组织及极低温断裂韧性的方法。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 10：大型闭式叶轮增材制造的形性调控原理及规律研究

研究目标：面向大型闭式叶轮用镍基高温合金，揭示激光粉末床熔融中缺陷演化-疲劳性能的量化关联机制，阐明热力耦合畸变的多尺度控制原理及悬垂结构熔池稳定性的界面动力学规律；实现 $\leq 30^\circ$ 小角度无支撑打印（表面粗糙度 $\leq Ra3.2$ ），完成典型尺寸闭式叶轮模拟件的技术机理验证。

研究内容：研究激光粉末床熔融显微缺陷的生成动力学及其对高周疲劳行为的跨尺度影响机制，优化全局工艺参数；构建基于熔池尺度热机械响应的畸变预测方法，提出普适性动态调控原理；研究惰性气体流场-粉末粘附-熔体润湿的耦合效应对熔池坍塌临界条件的调控规律，建立界面能主导的凝固稳定性理论。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 11：极端梯度约束下超大厚度不锈钢激光熔池成形演化机理研究

研究目标：面向高质高效低变形制造的需求，揭示超大厚度不锈钢在真空条件下激光能量传输和耦合的影响机理，阐明极端梯度约束合金熔池快速凝固成形机理及合金固态相变行为；建立

≥100mm 超厚材料焊接的接头形性一体化调控方法，实现单面焊双面成型，单道熔深 70mm。

研究内容：研究真空激光焊接过程中金属羽烟动态行为演化规律和大尺度匙孔动态流变行为；探索激光焊接非平衡态下熔池瞬态凝固行为和微观组织演化规律，阐明激光焊接接头高应力梯度和成分梯度对焊接接头性能的影响规律，建立接头力学性能和微观组织的关联机制。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

专题四、民用航空

方向 1：有限参数空间内气动特性智能计算方法及其可信度研究

研究目标：针对飞机系列化研制过程中气动特性获取试验周期长、成本高的问题，开展变参数条件下气动特性智能获取方法研究，建立参数化构型生成与高精度 CFD 数据快速计算体系，构建基于物理规律的数据置信度量化模型，基于基本型基础数据开发一套系列化飞机气动特性快速计算的智能方法与模型。实现机身长度（±30%）、机翼弦长（±15%）、翼梢小翼参数（高度±15%/面积±30%）变化下的气动特性快速仿真，实现仿真数据与真实流场特征吻合度≥90%。

研究内容：建立气动性能、几何外形约束下的复杂飞机外形参数化生成方法；构建样本空间优化策略，筛选代表性飞机构型组合，平衡覆盖性与计算资源；建立标准化 CFD 计算体系，自动

生成计算网格，控制计算过程随机误差；基于基础数据开发变参数气动特性快速计算的智能方法与模型；结合空气动力学机理量化计算数据的置信度。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 2：基于大模型的气源系统风扇空气活门故障预测方法研究

研究目标：针对气源系统风扇空气活门（FAV）小样本故障预警难题，研究样本扩增方案，建立融合多构型设计与运行数据的时间序列-文本大模型，提出统一的模态对齐与迁移建模方法。实现多构型场景下 FAV 故障预测的虚警和漏警率均不超过 10%，提高关键设备运行可靠性与维护效率。

研究内容：构建涵盖设计参数与运行数据的 FAV 故障诊断数据集，建立时间序列-文本融合模型；研究小样本条件下的高效迁移机制，实现跨构型故障模式识别与预测；开发并验证具备模态融合感知能力与故障预测能力的大模型。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 80 万元。

方向 3：基于大模型的民用飞机机载软件需求自动生成算法研究

研究目标：基于自然语言处理技术与大语言模型能力，结合需求工程方法，建立自然语言语法模式集、需求范例集以及需求

自动化开发与分析方法，并构建从需求模式到需求模型的转换规则，实现对当前系统与软硬件自然语言需求进行自动分析与建模。使用该研究成果编制的需求，通过确定性规则检查工具进行扫描，发现问题和漏洞的概率不高于 5%。

研究内容：研究机载软件需求与上下级需求的逻辑关系，制定自然语言需求描述的标准规范、语法模式集，形成需求范例集；构建面向机载软件需求的生成式大模型，开发需求编写与自动化分析工具，实现需求自动化开发、分析与漏洞检查，提高需求开发和检查的效率。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 4：机载全光纤激光矢量空速测量原理与方法研究

研究目标：针对航空器飞行控制的高可靠性、高精度空速感知需求，建立高精度激光矢量空速计设计方法，阐明机载应用条件对测量性能的影响机理。研制小型机载全光纤激光矢量空速测量样机，满足时间分辨率 $\geq 4\text{Hz}$ 、最大可测空速 $\geq 300\text{m/s}$ 、空速不确定度 $\leq 0.5\text{m/s}$ 。

研究内容：研究飞机典型巡航高度下的激光空速矢量测量机理，分析测量精度和数据有效率对光束聚焦距离等系统设计参数的依赖关系；研究机载激光空速计小型化设计方法，研发光学头部和后端系统可分离装配的全光纤、模块化激光空速计；研究激光空速计安装条件适应性，评估机身共形光窗曲率与厚度、激光光束指向分布等因素对测量能力的影响。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 150 万元。

方向 5：基于多目视觉的机组行为动态监测与轻量化存储方法研究

研究目标：针对驾驶舱机组行为监测需求，通过多目计算机视觉系统，实现驾驶舱内部环境的高精度三维重建，三维点云模型误差不超过 5cm；实时估计人体三维关节点坐标，人体主要关节点坐标误差不超过 5cm 且手部关节点坐标误差不超过 3cm。基于三维关节点坐标序列与三维数字化驾驶舱环境的时空交互信息，实现机组行为动态监测及轻量化存储，数据存储量不超过 20MB/h，所有核心算法以可验证代码形式交付。

研究内容：开展多目视觉传感器架构系统的开发与部署，实现机组动态高精度追踪；构建机组驾驶舱操作专用数据集；重建驾驶舱数字孪生体；通过多视角几何对齐与人体姿态先验捕捉，实现强遮挡环境下飞行员人体/手部三维姿态记录和重建；建立驾驶舱数字孪生体和机组动作姿态的时空融合模型，完成机组行为量化监测。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 6：大飞机机舱外源性传染病监控方法研究

研究目标：针对商用飞机客舱中传染性感染和传播的防控问题，阐明舱室环境下呼吸道传染病传播时空演变规律，建立

机舱环境空气中致病微生物的实时监测方法，研制在线全局预警与精细分析的监控采样分析系统样机，监控响应时间少于 1 秒，监测微生物浓度 1-500 CFU/升，采样分析全流程时间少于 60 分钟，分析致病微生物种类大于 12 种。

研究内容：研究典型机舱环境中病原体的传播过程，网格化分析空气中致病微生物的时空演变，通过浓度跟踪和试验模拟建立传播模型；研究机舱环境空气中致病微生物的实时监测方法，分析致病微生物的种类和浓度，开发致病微生物在线精准监测分析系统，对关键和高危种类做出预警；实现样机在飞机行李架与内饰壁板上现有开口的便捷安装。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 7：基于超声波传感的大飞机油量测量方法研究

研究目标：针对大飞机燃油油量高精度测量需求，研究复杂工况下影响超声波液位测量精度的关键因素及其规律，开发一套集成化超声波油量测量系统样机，测量响应时间小于 1 秒，燃油液位测量精度 $\leq \pm 0.5\%$ ，实现辅助燃油箱剩余油量计算。

研究内容：阐明动态液面波动与超声回波的耦合作用机制，研究燃油中气泡对超声波传播的散射衰减特性，建立非平整液面条件下液面重构方法；研究基于 MEMS 技术的多元超声波信号采集方法，提出基于多元超声波信号的油液液面处理算法；针对辅助燃油箱场景，开展地面模拟环境下的剩余油量算法验证。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 80 万元。

专题五、先进制造

方向 1：基于人工智能的燃机压气机叶型设计方法研究

研究目标：面向燃机压气机高性能叶型的设计需求，建立燃机压气机叶型关键参数与叶型附面层发展之间的关联关系，开发基于人工智能的燃机压气机叶型优化方法，将现有中高亚音 CDA 叶型安全运行范围的水平提升大于 20%，二维叶型设计工况下气动损失下降率大于 5%。

研究内容：梳理现有燃机机型压气机叶型的参数范围，通过人工智能方法建立燃机压气机叶型损失和落后角代理模型，并基于代理模型对叶型设计参数进行敏感度分析，建立叶型关键设计参数与叶型附面层发展之间的关联关系，识别叶型关键设计参数，并使用典型叶型的试验数据对代理模型进行优化，形成压气机叶型优化设计流程以及叶型数据库。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 2：燃气轮机氨/氢融合燃烧机理与低排放调控方法研究

研究目标：面向先进燃气轮机氨/氢融合低污染燃烧的需求，揭示氨/氢掺烧污染物生成和控制机制，阐明燃烧活性调控的反应动力学机理；重点解析燃气轮机燃烧室氨/氢旋流火焰中污染生成的特性规律，实现 NO_x 排放水平不超过 200ppmv@15%O₂ 并完成试验验证。

研究内容：探究温度、压力、空气当量比、裂解率等参数对燃烧反应活性和污染物生成的影响规律；研究氨/氢融合旋流火焰稳定性、火焰结构的动态演化过程，建立高精度燃烧反应动力学模型，揭示燃料反应活性与火焰稳定性的内在关联机制；揭示氨/氢污染排放调控规律，开展富燃-贫燃分级燃烧模拟和实验研究，形成氨/氢融合低排放燃烧组织设计方案。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 3：超大长径比蒸汽发生器管板孔及传热管质量的高精度检测方法研究

研究目标：面向核岛蒸汽发生器管束组件制造质量评价的需求，研究测量系统理论模型、耦合光学器件畸变的系统参数标定和误差补偿方法，以及海量点云数据的宏微几何参数提取和重建等关键技术，形成适用于尺寸大于 $\Phi 14\text{mm}\times 1000\text{mm}$ 的深孔类零件多尺度参数检测方法，检测精度优于 $7\mu\text{m}$ ，检测效率高于 1min/m 。

研究内容：研究深孔类零件多尺度参数复合高效高精度的三维测量方法，优化设计光路参数、建立测量系统模型、提取相位特征、开展三维重建；研究深孔类零件多尺度测量系统参数标定及误差补偿技术，建立参数标定模型及综合测量误差补偿模型；基于人工智能技术开展多尺度统一数据源的宏微形貌特征分离与参数重构的研究。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 4：汽轮机叶片三维测量方法研究

研究目标：面向汽轮机叶片叶型高精检测的需求，提出叶片激光高精度三维自动全场非扫描测量方法，阐明激光与粗糙表面的作用机制对测量性能的影响。测量精度优于 $1\mu\text{m}$ ，同等条件下较接触式三坐标测量方法测量效率提高 40% 以上。

研究内容：研究激光对粗糙表面测量机制的完整模型，及电磁波领域中的多维信息融合方法；研究高速亚微米量级三维精准定位方法，实现大范围内高速全场的非扫描式测量；开展精度验证，将所测叶片的三维形貌数据与三坐标检测结果以及叶片形貌设计值进行对比和评价。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 5：精密零部件缺陷检测及网络安全控制方法研究

研究目标：针对航空发动机等精密零部件的检测需求，提出基于多模态 AI 模型的高精度缺陷智能检测与实时分类方法，构建数字孪生驱动的虚实融合检测实时交互模型及安全控制原型系统，实现零部件表面缺陷识别准确率达到 98% 以上，误检率控制在 0.3% 以内。

研究内容：研究多角度光源协同的高质量成像和高精度图像拼接方法，建立缺陷精准检测分类的多模态 AI 模型；研究数字

孪生驱动的实时检测、状态同步和表征优化方法，构建仿真验证模型；研究虚实融合测控网络安全风险及其控制方法。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 6：高密度及稀疏部署环境下高精度超宽带无线定位方法研究

研究目标：面向地铁列车定位应用需求，揭示以 SIL4 功能安全为目标的超宽带无线信号多径传输判别算法机理，建立高速移动条件下高精度测距的补偿方法，阐明高密度环境下超宽带无线信道分配调度机制。实现高低速下定位精度分别优于 $\pm 10\text{m}$ 和 $\pm 10\text{cm}$ ，测距周期 $\leq 100\text{ms}$ 。

研究内容：研究超宽带设备高密度及稀疏部署环境下的高精度无线定位方法；开展超宽带无线信号多径传输的判断、环境建筑和列车间遮挡影响的分析、非视距信号识别及剔除的研究；探究高精度测距速度补偿方法、地面基站时钟同步方法；研究无线信道分配调度方法、调度协议及信道冲突检测机制。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 7：复杂形状缸体铸件壁厚检测方法研究

研究目标：围绕大型火电汽轮机缸体壁厚在机高精度检测与加工补偿需求，设计具有大跨度测厚能力的干耦合超声在机测厚方法，达到1~150mm壁厚范围内毫米级的测厚精度；构建在机

超声测量系统，实现曲面测量区域的精准定位与可靠检测，测量精度达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

研究内容：研究面向复杂形状铸件表面的超声共形干耦合技术及大跨度厚度超声检测工艺与信号特征辨识方法，建立五轴在机测量动力学模型，提出高精高效的测头姿态参数标定方法与零件定位方法；探索测量壁厚与加工路径修正量的映射关系，建立基于壁厚数据的加工路径预测补偿模型，形成壁厚在机检测-加工-迭代的闭环工艺方法。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 8：高精度曲轴制造过程关键参数测量方法研究

研究目标：针对高精度曲轴制造与质量评价需求，提升曲轴制造中切削力测量和尺寸测量的精确性与实时性，探究相应的实时监测方法；建立切削力与尺寸测量数据对加工质量影响的理论模型。

研究内容：研究切削力精确实时测量机理、方式方法以及数据智能处理算法。研究曲轴加工尺寸测量的高精度与实时性方法，探索适合曲轴加工的非接触式高精度测量方法；分析切削力与尺寸测量数据对加工质量影响，建立基于数据驱动的加工质量预测模型。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 9：大型工件多机器人联合作业技能学习与协同控制机理研究

研究目标：面向大型工件多机器人联合协同加工的需求，构建“知识支撑-协同感知-智能规划-柔顺控制”的理论体系；发展动态可迭代的工业知识图谱方法，加工任务知识的提取准确率和环境语义识别准确率均 $\geq 90\%$ ；探究分层协同规划机制，冲突消解响应时间 $\leq 500\text{ms}$ 。

研究内容：研究多模态感知数据的统一融合理论，形成大型工件加工场景下的多模态数据时空基准对齐方法与不确定度传播模型；探究分层协同规划机制，研究多机器人分布式任务分配与运动规划；研究多源扰动下的机器人稳定性控制机理，建立多机器人协同工作的自适应力-位混合控制理论框架。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 10 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 100 万元。

方向 10：复合磨削中心随动功能路径自主规划方法研究

研究目标：针对复杂零件的高精度、高效率磨削加工需求，揭示基于人工智能的复合磨削中心随动路径自主规划与误差溯源的内在机理。建立融合“机床控制-传动链-磨削过程”耦合机制的世界模型，实现几何仿真误差 $\leq 5\%$ ；建立磨削随动功能路径自主规划智能算法，加工效率提升 10% 以上。

研究内容：研究融合“机床控制指令、传动链动态特性、磨削加工过程”的多物理场耦合高保真世界模型，探索高保真状态表征原理；研究人工智能驱动的最优随动路径决策机理；研究加工状

态数据与误差的内在关联机制，建立误差溯源理论方法，并探索增量学习更新策略，持续优化模型精度和泛化能力。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 11：镍基合金大锻件热加工特性与组织调控机制研究

研究目标：面向熔盐堆镍基合金大锻件制造的需求，研究 N10003 镍基合金在高温热变形与热处理过程中的力学行为与微观结构演化规律，构建面向该合金热加工过程的全场晶体塑性本构模型和再结晶演化模型，预测误差低于 10%。

研究内容：研究 N10003 镍基合金在高温变形过程中的织构演化、动态再结晶与第二相交互机制，建立可描述多微观机制竞争的晶体塑性模型；围绕热锻过程中的损伤开裂行为，探索微区变形局域化及第二相与晶界耦合作用对热裂纹敏感区形成的机制；研究析出相的形貌演化规律及强化效应，构建热处理参数-组织演化-性能响应的耦合关联模型。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 12：极端环境液态金属轴承润滑与密封机理研究

研究目标：面向液态金属轴承在高温（ $\geq 200^{\circ}\text{C}$ ）、高转速（ $\geq 10000\text{rpm}$ ）及真空（ $\leq 0.1\text{Pa}$ ）极端工况下的使用需求，揭示在此工况下的润滑与密封机理，并形成基于“结构-性能-工况”协同优化的自主化设计方法，实现极端工况下零泄漏。

研究内容：解析高温真空极端工况下液态金属摩擦反应膜的界面结构与润滑性能的关联机制；结合液态金属相变动力学特征，建立融合稀薄效应与相变影响的热动力润滑模型，揭示液态金属轴承密封机理；研究密封结构对转子稳定性的调控策略，提出液态金属轴承抑振减摩优化设计方法。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

方向 13: 动静压混合气体轴承多物理场分析及调控方法研究

研究目标：面向气体轴承低承载、低阻尼的难题，开展动静压混合气体轴承多物理场耦合分析，建立正向一体化设计方法，提出智能主动调控方法，实现轴承承载力 $\geq 500\text{N}$ 、转速 $\geq 20000\text{r/min}$ 。

研究内容：分析动压和静压混合润滑、传热和形变规律，研究多物理场耦合特性；建立非线性时域动态性能预测模型，开展轴承-转子系统动力学行为研究；建立轴承性能快速预测模型，形成界面-结构-材料-性能正向一体化设计方法；研究轴承在启动、不平衡质量和冲击工况下的智能主动调控方法并验证。

执行期限：2025年11月1日至2027年10月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度100万元。

专题六、先进光学器件及工艺研究

方向 1: VCSEL 出射光束指向波动机理研究

研究目标：针对 VCSEL 芯片出射光束指向波动的问题，通

过研究 VCSEL 芯片结构设计和制造工艺等特性，阐明导致 VCSEL 芯片出射光束指向波动 $> 1\text{mdeg}$ 的根因，实现 VCSEL 芯片在 23°C 、 2mW 发光功率工作下出射光束指向波动 $< 1\text{mdeg}$ 维持至少 7 年的目标。

研究内容：针对特定型号 VCSEL 开展出射光束指向波动的机理研究，分析 VCSEL 设计过程中的 DBR 结构、表面浮雕结构、表面出光孔结构、外延层等 VCSEL 结构设计和制造工艺对出射光束指向波动的影响规律；建立 VCSEL 芯片出光口径、发散角、阈值电流等常见设计指标与出射光束指向波动的理论模型；研究出射光束指向稳定性寿命预期估算方法。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 200 万元。

方向 2：特定波段偏振态调控方法研究

研究目标：研究特定波段对于光束偏振态的调控技术，达到线偏振光角度（AOP）控制精度 $< 3.5^{\circ}$ 、退偏光偏振度（DOP）精度 $< 3\%$ ，实现不同偏振态之间的相互切换和精准控制。

研究内容：研究特定波段高能量利用率偏振转换组件的设计制备方法，实现由单一线偏振光向空间连续线偏振分布的调制；研究特定波段高能量利用率退偏器的设计制备方法，实现由单一振动方向的线偏振光向退偏光的调制。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 200 万元。

方向 3: 污染对光学元件保偏性能和热效应的影响机理研究

研究目标: 厘清特定波段激光诱导化学污染对精密光学元件的保偏性能和热效应的影响机理, 建立光致沉积化学污染与光学元件保偏性能等光学性能基本参数之间的定量关系。

研究内容: 针对光学镜片表面存在不同种类、不同厚度的光致沉积污染物问题, 根据提供的污染实验数据, 通过理论研究和仿真计算, 探究光学元件表面激光诱导化学污染对光学元件保偏性能和热效应的影响机理与作用规律, 构建污染诱导的热效应对波像差影响的定量关系模型。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日

经费额度: 定额资助, 拟支持不超过 1 个项目, 每项资助额度 200 万元。

方向 4: 低粗糙度磁流变液物化特性及表征方法研究

研究目标: 在氧化钬磁流变液粒径 $D_{50} \leq 80\text{nm}$ 、单颗粒粒径 $\leq 10\text{nm}$ 、羰基铁粉粒径 $1\text{-}3\mu\text{m}$ 之间的条件下, 研究磁流变液物化特性影响因素, 建立磁流变液在实际工况下微观模型、静-动态磁流变液物化性能表征方法, 为提升磁流变液加工能力提供理论依据。

研究内容: 基于低粗糙度磁流变液, 构建磁性颗粒、磨料、分散剂等关键组分与分散性、抗沉降性、抗氧化性、零场粘度、剪切力等物化特性间关系, 探究纳米级磨料与微米级羰基铁粉在不同强度磁场下的微观分布情况及影响规律, 建立磁流变液磁场下剪切层厚度测试方法, 并探究影响厚度的主要因素。

执行期限: 2025 年 11 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 150 万元。

方向 5：射频离子源机理性能提升方法研究

研究目标：分析射频离子源（RF-ICP）工作机理及影响其抛光去除率大小、稳定性的关键因素，建立束流引出和温度预测模型，指导引出及中和系统组件的结构设计和主体温度控制。

研究内容：研究射频离子源等离子体产生机理及条件配置，分析影响等离子体强度大小、稳定性和均匀性的主要因素并阐明其影响规律；建立等离子体束流引出模型，探究束流引出和中和系统形状、尺寸等对束流强度、均匀性及汇聚点距离的影响规律；分析等离子体及主体的温度变化趋势，建立主体温度控制策略，保证主体温度基本不变。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 150 万元。

方向 6：离子束加工中的环境材料表面溅射及表面释气控制机理研究

研究目标：研究 IBF 设备真空腔体内金属表面溅射的产生机理及其控制方法；研究真空中材料表面释气机理及其控制方法。经防溅射处理后的 IBF 设备可实现以下性能：在加工 10h 后（可分轮次累计时长，但不出舱），腔体真空度 $<2\times 10^{-3}$ Pa，加工后工件表面不产生明显溅射污染，动态吸附气体释放率 <0.4 pptv。

研究内容：研究 IBF 设备加工过程中，金属表面（束流直接接触部件-光阑等，间接接触部件-中和器/腔体/工装工具等）的溅

射产生机理及控制方法；研究金属表面结构对气体吸附的影响及控制方法；研究不同防护膜层材料在离子束加工工况下产生溅射并释放气体的机理及影响。

执行期限：2025年11月1日至2026年12月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度120万元。

方向7：超精密连接紧固稳定性机理研究

研究目标：分析螺钉集成工艺、表面加工质量和外部载荷对结构力学特征和稳定性的影响机理，指导建立对应力学预测模型，其预测误差不超过30%，能够指导结构与装配工艺，并提升稳定性。

研究内容：建立力学模型，分析集成工艺与表面加工质量如何影响结合面和被连接结构的受力和变形过程，识别关键影响因素，探究影响机理；分析冲击、振动、温度、长时间等外界激励对连接结构微观力学性能的影响，分析确认连接结构的不稳定性来源；建立实验手段，监测结合面、被连接结构的纳米级力学特征与稳定性，验证分析模型，优化结构与集成工艺，建立适用于典型结构的螺钉连接工艺规范。

执行期限：2025年11月1日至2027年12月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度200万元。

方向8：特定波段激光辐照过程中光学薄膜性能变化机理研究

研究目标：探究特定波段激光辐照参数（重频 $\geq 1\text{kHz}$ 、能量密度为 $0\text{--}20\text{ mJ/cm}^2$ ）条件下，熔石英、氟化钙光学元件表面的

光学薄膜在激光辐照过程中光学性能的变化规律，并揭示薄膜光学性能变化的内在机理。

研究内容：应用相关实验与仿真手段，探究熔石英、氟化钙表面薄膜在高重频、高峰值功率、高能量密度特定波段脉冲激光辐照过程中透过率、反射率、吸收率等光学性能变化的规律；探究特定波段脉冲激光辐照过程中薄膜光学性能变化的内在机理，如薄膜材料结构变化、界面结构变化、缺陷的消失和恢复等；从膜系设计、薄膜材料选型与制备工艺等方面提出技术方案，以提升光学薄膜在特定波段脉冲激光辐照过程中光学性能指标及稳定性，并进行相关实验验证。

执行期限：2025年11月1日至2026年12月31日

经费额度：定额资助，拟支持不超过1个项目，每项资助额度200元。

方向9：水印缺陷形成机理研究

研究目标：研究光刻胶中有效成分向水中扩散、水滴向光刻胶反向渗透两种作用的机理，建立水滴与光刻胶互相作用的有限元模型。

研究内容：通过分子动力学、第一性原理等方法研究光刻胶与水滴的互相扩散的物理机制，计算光刻胶中光酸产生剂、光酸、碱等有效成分在界面处的扩散系数，与光刻胶宏观的析出率性能进行对比；研究水滴向光刻胶反向渗透的物理机制，提出描述渗透程度的物理量及可宏观测量的方法；通过有限元方法构建微米至毫米级尺寸的水滴与光刻胶反应的模拟程序，定量分析从水滴产生至蒸干过程中光刻胶与水滴的溶质随时间的变化关系。

执行期限：2025 年 11 月 1 日至 2027 年 12 月 31 日

经费额度：定额资助，拟支持不超过 1 个项目，每项资助额度 150 万元。

二、申报要求

除满足前述相应条件外，还须遵循以下要求：

1. 项目申报单位应当是注册在本市的法人或非法人组织，具有组织项目实施的相应能力。

2. 对于申请人在以往市级财政资金或其他机构（如科技部、国家自然科学基金等）资助项目基础上提出的新项目，应明确阐述二者的异同、继承与发展关系。

3. 所有申报单位和项目参与者应遵守科研诚信管理要求，项目负责人应承诺所提交材料真实性，申报单位应当对申请人的申请资格负责，并对申请材料的真实性和完整性进行审核，不得提交有涉密内容的项目申请。

4. 申报项目若提出回避专家申请的，须在提交项目可行性方案的同时，上传由申报单位出具公函提出回避专家名单与理由。

5. 所有申报单位和项目参与者应遵守科技伦理准则。拟开展的科技活动应进行科技伦理风险评估，涉及科技部《科技伦理审查办法（试行）》（国科发监〔2023〕167 号）第二条所列范围科技活动的，应按要求进行科技伦理审查并提供相应的科技伦理审查批准材料。

6. 所有申报单位和项目参与者应遵守人类遗传资源管理相关法规和病原微生物实验室生物安全管理相关规定。

7. 已作为项目负责人承担市科委科技计划在研项目 2 项及以

上者，以及在研“探索者计划”项目负责人，不得作为项目负责人申报。

8. 项目经费预算编制应当真实、合理，符合市科委科技计划项目经费管理的有关要求。

9. 各研究内容同一单位限报 1 项。

10. 申请人在申请前应向联合资助方了解相关项目的需求背景和要求。请联系程老师，联系电话 63875151-693。

11. 申请项目评审通过后，申请人及所在单位将收到签订“探索者计划资助项目协议书”的通知。申请人接到通知后，应当及时与联合资助方联系，在通知规定的时间内完成协议书签订工作。

三、申报方式

1. 项目申报采用网上申报方式，无需送交纸质材料。请申请人通过“上海市科技管理信息系统”（<https://svc.stcsm.sh.gov.cn>）进入“项目申报”，进行网上填报，由申报单位对填报内容进行网上审核后提交。

【初次填写】使用“一网通办”登录（如尚未注册账号，请先转入“一网通办”注册账号页面完成注册），进入申报指南页面，点击相应的指南专题，进行项目申报；

【继续填写】使用“一网通办”登录后，继续该项目的填报。有关操作可参阅在线帮助。

2. 项目网上填报起始时间为2025年9月5日9:00，截止时间（含申报单位网上审核提交）为2025年9月24日16:30。

四、评审方式

采用第一轮通讯评审、第二轮见面会评审方式。

五、立项公示

上海市科学技术委员会将按规定向社会公示拟立项项目清单，接受公众异议。

六、咨询电话

服务热线：8008205114（座机）、4008205114（手机）

上海市科学技术委员会

2025年8月28日

（此件主动公开）