

2024 年度国家自然科学基金专项项目

——“先进 IC 制造装备共性基础”项目指南

为贯彻落实党中央、国务院关于加强基础研究的重要战略部署，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）工程与材料科学部拟资助“先进 IC 制造装备共性基础”专项项目。本专项针对先进 IC 制造装备零部件、子系统、整机系统的材料、制造与控制问题，通过材料、机械、工程热物理等多学科的深度交叉融合，开展材料性能衰退、精度与性能测量、环境系统控制与系统仿真建模等研究，为自主可控研制先进 IC 制造关键装备提供支撑。

一、科学目标

聚焦光-机-电-热-声耦合作用下先进 IC 制造装备超精密高稳定运行问题，开展整机系统高保真数字孪生建模、零部件材料性能衰退机理、高精度加工与超精密测量、温度测量与气流控制等共性基础问题研究，形成面向先进 IC 制造装备的高性能材料制备、高精度制造、高精密度测量、高稳定控制的理论与方法，助力我国先进 IC 制造装备自主研发。

二、核心科学问题

先进 IC 制造装备整机系统精度与稳定性的保持理论与调控方法。

三、资助方向

（一）光机电系统数字孪生建模理论与方法。

研究信息流、能量流关键参数与光机电系统性能映射关系，建立

刚柔及流固耦合结构、纳米精度运动、测量传感的数字模型，形成信息采集、解析、追溯与优化的一般方法，构建光机电系统数字孪生体系构架。

（二）高性能磁流变抛光液材料及其性能退化规律。

研究光学元件面形评价参数与磁流变抛光液物化参数之间的映射关系，提出满足大口径光学元件面形精密加工要求的新型磁流变抛光液材料制备方法，揭示其服役过程性能退化规律，探索提高其长期稳定性的方法。

（三）精密光机结构与材料极微蠕变机理与抑制方法。

研究长期服役条件下光机结构及其相关材料蠕变行为特性，揭示极微蠕变产生机理及其诱发因素，建立材料-力-热耦合作用与蠕变行为之间的映射关系，探索系统性的极微蠕变抑制方法，完成可行性验证。

（四）工艺膜层及微结构对光学传感影响规律。

研究工艺膜层与不同波段光相互作用机理，探究多膜层及微结构对光学传感器影响的加权机制和规律，建立工艺膜层及微结构影响光学传感器测量精度的模型和分析方法，并完成可行性验证。

（五）高频振动抑制策略与主被动阻尼减振元件设计。

研究高速运动台高频振动产生与传递机理，提出高速运动台多频段振动主被动协同抑制策略，建立高频振动主被动减振性能指标评价体系，形成高频振动主被动阻尼减振元件设计方法。

(六) 气流噪声产生机理、传播规律与抑制方法。

研究气流噪声产生机理及其在管路材料结构中的传播规律，探明气流噪声频谱特性与局部空间构型参数的映射关系，提出抑制气流噪声的高效表面材料与结构设计方法，完成可行性验证。

(七) 耐辐照光纤束制造新方法。

研究不同波段紫外光对光纤材料的作用机理，探明光纤束材料受辐照性能退化机制，提出材料-结构-制备-后处理全过程评价机制与光纤服役寿命优化方法，发展耐辐射紫外照明光纤制造工艺，完成可行性验证。

(八) 液体镜头温度波动对曝光性能影响规律。

研究动态扫描曝光下液体镜头内温度分布时空演变规律，建立流场-热场-光场的多场耦合模型，揭示多场边界条件、液体镜头温度波动和折射率变化对波像差的影响规律，提出减小波像差的液体镜头温度波动控制方法。

(九) 球面/非球面光学表面/亚表面疵病检测与评价方法。

研究球面/非球面光学表面/亚表面疵病特征及其参数化表征方法，揭示表面/亚表面全类疵病分布规律，提出全自动精确定量疵病检测方法，建立球面/非球面光学表面/亚表面质量评价方法，完成可行性验证。

(十) 投影物镜波像差检测物理光学模型与误差降低方法。

研究投影物镜波像差超高精度横向剪切检测的光学机理，揭示波像差检测精度、速度、误差之间的耦合关系，建立其物理光学模型与

系统误差评估方法，探索保障亚纳米检测精度的误差降低方法，完成可行性验证。

四、资助期限和资助强度

本专项项目资助期限为2年，申请书中研究期限应填写“2025年1月1日—2026年12月31日”。计划资助10项左右，平均资助强度约150万元/项。

五、申请要求

（一）申请资格。

1. 具有承担基础研究项目（课题）或其他基础研究经历的科学技术人员均可提出申请。

2. 具有高级专业技术职务（职称）或者具有博士学位。

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。

1. 申请人同年只能申请1项专项项目的研究项目。

2. 申请人和主要参与者只能申请或参与申请1项本专项项目。

3. 本专项项目从申请开始直到自然科学基金委做出资助与否决定之前，不计入申请和承担总数范围，获资助后计入申请和承担总数范围。

六、申请程序

1. 申请人在填报申请书前，应当认真阅读本“专项项目指南”《国家自然科学基金专项项目管理办法》《2024年度国家自然科学基金项

目指南》的相关内容，不符合项目指南、管理办法和相关要求的项目申请不予受理。

2. 申请接收截止 **2024 年 12 月 12 日 16:00 时**，以国家自然科学基金网络信息系统（以下简称“信息系统”）提交时间为准，在提交截止时间之后提交的申请将不予受理。申请之前请与工程与材料科学部工程科学二处电话联系，咨询项目指南的需求背景。

3. 请申请人登录信息系统 <https://grants.nsf.gov.cn> 撰写申请。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。在信息系统中选择“在线申请”-“新增项目申请”-“申请普通科学部项目”-“专项项目”-“研究项目”进行项目申报。根据申请的具体研究内容选择相应的申请代码（以 E 开头的申请代码），附注说明选择“科学部综合研究项目”。以上选择不准确或未进行选择的项目申请将不予受理。

4. 项目实行无纸化申请，申请人完成申请书撰写后，在线提交电子申请书及附件材料。依托单位只需在线确认电子申请书及附件材料，无须报送纸质申请书，但应对本单位申请人所提交申请材料的真实性和完整性进行认真审核。在项目接收工作截止时间前通过信息系统逐项确认并提交本单位电子申请书及附件材料；在截止时间后 24 小时内在线提交本单位项目申请清单。项目获批准后，依托单位将申请书的纸质签字盖章页装订在《资助项目计划书》最后，在规定的时间内按要求一并提交。签字盖章的信息应与信息系统中的电子申请书保持一致。

七、咨询方式

1.填报过程中遇到的技术问题，可联系自然科学基金委信息中心协助解决，联系电话：010-62317474。

2.其他问题可咨询工程与材料科学部工程科学二处，电话：010-62327084。