

“纳米前沿”重点专项 2025 年度项目申报指南

（征求意见稿）

“纳米前沿”重点专项的总体目标是围绕物质在纳米尺度（1~100 纳米）上呈现出的新奇物理、化学和生物特性，开展单纳米尺度效应和机理、新型纳米材料和器件制备方法、纳米尺度表征新技术等方面的基础前沿探索和关键技术研究，催生更多新思想、新理论、新方法和新技术等重大原创成果。同时，开展纳米科技与信息、能源、生物、医药、环境等领域的交叉研究，提升纳米科技对经济社会发展重点领域的支撑作用。

2025 年度指南将围绕单纳米尺度等前沿科学探索、纳米尺度制备核心技术研究、纳米科技交叉融合创新等 3 个重点任务方向，在任务 3 部署项目，拟支持 2 个常规项目，安排国拨经费概算约 1960 万元。同时，拟支持 7 个青年科学家项目，安排国拨经费概算约 1750 万元。项目统一按指南二级标题（如 3.1）的指南方向申报。同一指南方向下，原则上常规项目和青年科学家项目都只支持 1 项。

申报单位根据指南支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行设计。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部研究内容。项目执行期一般为 5 年。常规项目下设课题数不超过 4 个，每个项目参与单位总数不超过 6 家。

常规项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南方向 4 是青年科学家项目，支持青年科研人员承担国家科研任务。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，年龄 40 周岁以下（1985 年 1 月 1 日以后出生），原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

本专项所有涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究，须遵守我国《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人胚胎干细胞研究伦理指导原则》等法律、法规、伦理准则和相关技术规范。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，并通过实验动物福利和伦理审查。

3. 纳米科技交叉融合创新

3.1 面向量子计算的低温微纳光电子器件研究

研究内容：研究低温半导体异质纳米结构物理，设计低温微纳垂直腔面发射激光器结构，研制低温高速低功耗微纳激光器；研究低温下薄膜光波导中的电场-光场相互作用，设计和制备微纳调制器；研制低温高速低功耗微纳电光调制器阵列；研究多通道、大容差、大温度区间的微纳光纤阵列与光芯片耦合方法，实现低温下光芯片和微纳光纤高效率耦合。

考核指标：（1）低温高速低功耗微纳面发射激光芯片，

4 K 温区调制带宽 ≥ 50 GHz, 能效 ≤ 350 fJ/bit@50 Gbps (不归零编码格式)。(2) 低温高速低功耗微纳电光调制器阵列芯片, 调制器阵列通道数 ≥ 4 个, 4 K 温区调制速率 ≥ 40 Gbps, 能效 ≤ 50 fJ/bit (不归零编码格式)。(3) 多阵列高效低温微纳芯片-光纤耦合: 4K 温区光芯片-光纤耦合效率 $\geq 80\%$ 。

经费说明: 国拨经费概算参考数约 1200 万元。

3.2 眼压测量与调节纳米器件、系统与智能研究

研究内容: 研制 1~2 种基于力学和电学敏感纳米元件的角膜接触镜式眼压传感器, 研发基于光电、压电或电磁等新材料技术和人工智能的实时眼压测量纳米器件; 基于人工智能算法, 构建物理化学参数与眼压变化的动态耦合模型, 以及实时眼压监测与个体化眼压反馈调节方案; 开发智能化降眼压实时调节技术, 基于动物实验验证眼压测量与调节技术的生物安全性、眼压监测灵敏度及眼压调节效果。

经费说明: 国拨经费概算参考数约 760 万元。

4. 青年科学家项目

4.1 原子级精准构筑新型纳米关联电子材料研究

发展扫描隧道显微镜原子自主操纵技术, 在关联电子材料表面上精准构筑特定原子构型的新型低维纳米结构, 并实现对其物性的精细调控, 制备 2~6 种特定原子构型的新型低维关联电子材料, 所构筑的纳米结构原子数量不少于 1000 个。

经费说明: 国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.2 近红外波导互联二维纳米发光探测集成器件研究

针对硅基芯片间高效信息互联需求，研究适用于近红外波段的新型二维纳米光源和二维纳米探测器件，研究波导连接电激励二维纳米光源与电控二维纳米探测器的集成技术，发展波导行波探测等片上短距离通信功能的关键技术，实现波导光互联集成器件功能验证。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.3 纳米光电芯片 EDA 建模计算与超高维设计空间优化方法研究

面向纳米光电集成芯片对性能、面积和功耗的设计需求，构建复杂二维材料与光电器件结构的电-磁-热多物理场非线性耦合模型，建立可计算框架、高效算法及求解器，研究可系统处理约束、可自动发掘复杂耦合参数重要性、可应对超高维参数和结构空间的新型优化方法，形成纳米集成芯片系统-工艺协同 EDA 建模计算与优化设计工具。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.4 纳米硒放疗增敏剂及其肿瘤增效减毒机制研究

针对肿瘤放射治疗中的副作用、放疗抵抗和免疫抑制三大瓶颈问题，研发可临床转化的纳米硒放疗增敏剂，探究其放射响应特性与本质，揭示其对肿瘤/免疫细胞的调控规律，开展 30 例以上临床队列研究，揭示纳米硒在机体复杂环境中的作用机制与生物效应。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.5 电泵浦纳米激光器原理与关键技术研究

开展电泵浦纳米激光器原理与激射关键技术研究，探究纳米结构增益材料与介质层及等离激元结构对能量传递路径与耦合效率的影响规律，优化器件结构与热管理策略，揭示电泵浦过程中损耗抑制与高效激射的物理机制，突破电泵浦纳米激光器激射，纳米激光器特征尺寸小于 200 nm，激射波长为可见光-近红外波段。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.6 直调 8.3 μm 半导体微纳光收发核心器件研究

围绕新一代自由空间通信系统对高功率、高速率、低功耗集成化光电器件的迫切需求，开展基于纳米超晶格能带工程的光-电-热协同调控机理研究。发展半导体子带跃迁理论与纳米超晶格能带设计方法，揭示载流子超快驰豫动力学机制；突破纳米超晶格量子材料外延生长与器件微纳加工关键技术，研制 8.3 μm 直调量子级联激光芯片和多量子阱探测器，构建中红外辐射源-探测器收发系统。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

4.7 碳基超快相干电子源材料与关键技术研究

面向飞秒电子和亚纳米空间分辨表征探测的前沿技术，研究超快高亮度低能散电子发射纳米材料与结构，研究超快发射相干电子物理动力过程及机理，发展出射电子相干性保

持方法与技术，研制碳基纳米材料超快相干电子源，研究超快相干电子时域特性表征方法与技术，实现飞秒相干电子源及飞秒-亚纳米的时空电子物理过程表征。

经费说明：国拨经费概算参考数约 250 万元。

华南农业大学 zslgxxk