

“战略性先进电子材料”重点专项 2018年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》和《中国制造2025》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“战略性先进电子材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布2018年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向国家在节能环保、智能制造、新一代信息技术领域对战略性先进电子材料的迫切需求，支撑“中国制造2025”、“互联网+”等国家重大战略目标，瞄准全球技术和产业制高点，抓住我国“换道超车”的历史性发展机遇，以第三代半导体材料与半导体照明、新型显示为核心，以大功率激光材料与器件、高端光电子与微电子材料为重点，通过体制机制创新、跨界技术整合，构建基础研究及前沿技术、重大共性关键技术、典型应用示范的全创新链，并进行一体化组织实施。培养一批创新创业团队，培育一批具有国际竞争力的龙头企业，形成各具特色的产业基地。

本重点专项按照第三代半导体材料与半导体照明、新型显示、大功率激光材料与器件、高端光电子与微电子材料4个技术方向，

共部署 35 个研究任务。专项实施周期为 5 年（2016-2020 年）。

2016 年，本重点专项在 4 个技术方向已启动 15 个研究任务的 27 个项目。2017 年，在 4 个技术方向已启动 15 个研究任务的 37 个项目。2018 年，在 4 个技术方向启动 5 个研究任务，拟支持 12-24 个项目，拟安排国拨经费总概算为 1.77 亿元。凡企业牵头的项目和典型应用示范类项目，须自筹配套经费，配套经费总额与国拨经费总额比例不低于 1: 1。

项目申报统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为 1-2 项。项目实施周期不超过 4 年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。项目下设课题数原则上不超过 5 个，每个课题参研单位原则上不超过 5 个。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为 1-2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 第三代半导体新结构材料和新功能器件研究

1.1 超宽禁带半导体材料与器件研究（基础研究类）

研究内容：开展金刚石、氧化镓、氮化硼等超宽禁带半导体

单晶衬底和外延材料的生长、掺杂、缺陷控制和光电性质研究；开展材料加工和器件制备的关键工艺研究；开展基于上述超宽禁带半导体材料的高性能器件研制。

考核指标：金刚石半导体单晶衬底和外延材料直径 ≥ 2 英寸、X射线摇摆曲线衍射峰半高宽 ≤ 50 arcsec、方均根表面粗糙度 ≤ 1 nm，掺杂金刚石 p 型空穴浓度 $\geq 1 \times 10^{18}$ cm⁻³、n 型电子浓度 $\geq 1 \times 10^{16}$ cm⁻³，非掺杂金刚石室温电子和空穴迁移率分别为 3000 cm²/V·s 和 2500 cm²/V·s，研制出金刚石原型电子器件和深紫外光电器件；氧化镓单晶材料直径 ≥ 3 英寸，位错密度 $\leq 10^4$ cm⁻²，研制出氧化镓金属—氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）器件，击穿电压 ≥ 1000 V，导通电阻 ≤ 2 m Ω ·cm²；制备出高质量氮化硼外延薄膜，研制出波长 ≤ 230 nm 的氮化硼深紫外光电探测器，器件开关比 $\geq 5 \times 10^3$ 。申请发明专利 15 项，发表论文 20 篇。

1.2 氮化物半导体新结构材料和新功能器件研究(基础研究类)

研究内容：研究氮化物半导体低维量子结构的可控制备，基于量子点结构的单光子发射器件；研究氮化物半导体子带跃迁量子阱结构的外延生长和紫外、红外双色探测器件；研究氮化物半导体太赫兹发射和探测器件；研究氮化物半导体自旋性质及自旋场效应晶体管。

考核指标：实现基于氮化物半导体量子结构的光泵浦紫外或蓝光波段室温工作单光子源，二阶相关度 ≤ 0.3 ；氮化镓（GaN）

基 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 红外探测器件工作温度 $\geq 77\ \text{K}$ ，实现紫外红外双色探测器件的单片集成；实现 $\geq 0.3\ \text{THz}$ 室温工作的 GaN 基太赫兹发射和探测器件，发射器件输出功率 $\geq 8\ \mu\text{W}$ ；实现氮化物半导体自旋场效应晶体管原型器件，自旋注入效率 $\geq 8\%$ 。申请发明专利 15 项，发表论文 20 篇。

1.3 第三代半导体新型照明材料与器件研究（基础研究类）

研究内容：研究激光照明用第三代半导体激光器；研究适用于激光大功率密度激发的荧光材料，研制激光照明光学系统和应用产品；研究基于单芯片技术的全光谱白光照明材料和器件；开展非晶衬底、石墨烯等插入层上高质量氮化物半导体的外延生长研究和器件研制；开展基于新型有机无机钙钛矿材料的高效 LED 研究。

考核指标：实现激光暖白光照明（3000K）到冷白光照明（6000K）范围内的色温可调，显色指数达到 85，开发出车用激光照明等应用产品；单芯片全光谱白光器件效率 $\geq 100\ \text{lm/W}$ ，显色指数达到 90；基于新型非晶衬底的氮化镓基 LED 芯片内量子效率 $\geq 40\%$ ；钙钛矿 LED 亮度 $\geq 10^5\ \text{cd/m}^2$ ，外量子效率 $\geq 20\%$ 。申请发明专利 20 项，发表论文 15 篇。

2. 三基色激光显示生产示范线

2.1 三基色激光显示整机生产示范线（典型应用示范类）

研究内容：设计三基色激光显示整机生产示范线流程，开展

工艺、装备和检测等工程化开发。示范线包括：整机关键工艺设备设计与开发；高效能激光驱动系统自动化检测技术及平台；激光显示散斑等多种干扰的检测技术与设备开发；视频信号保真度响应的自动化测试系统及平台。

考核指标：建成三基色激光显示整机生产示范线，产能达到：三基色激光显示整机 10 万台/年，生产合格率 $\geq 90\%$ ，其中 100 英寸级高清三基色激光电视，色域 $\geq 160\%$ NTSC，成本 < 5 万元，激光工程投影机最高光通量 $> 10^5$ lm。

2.2 三基色激光二极管（LD）材料与器件生产示范线（典型应用示范类）

研究内容：设计适用于激光显示的三基色 LD 材料与器件生产示范线流程，开展批量生产技术研究。示范线包括：材料制备、结构设计与外延生长、芯片制备与器件封装、在线检测与老化筛选；研究生产示范线贯通过程中 LD 各关键工艺技术的导入、衔接、匹配、优化和拓展技术，批量生产状态下 LD 产品一致性、稳定性和重复性的可控制备技术，提高产品的成品率和降低产品的生产成本。

考核指标：建成用于激光显示的三基色 LD 材料与器件生产示范线，450 nm 波段蓝光、520 nm 波段绿光以及 640 nm 波段红光半导体激光器产能示范达到 5000 万支/年规模，生产合格率：蓝光 LD $\geq 50\%$ 、绿光 LD $\geq 30\%$ 、红光 LD $\geq 70\%$ 。生产成本分别

降到蓝光 LD 每瓦 25 元以下、绿光 LD 每瓦 120 元以下、红光 LD 每瓦 28 元以下。

3. 激光材料与器件在精密检测、激光划片及医疗领域的应用示范

3.1 激光材料与器件在精密检测领域的应用示范(典型应用示范类)

研究内容：开展激光精密检测技术研究，研究高精度铁轨障碍物激光测量新方法，开展铁轨障碍物激光监测报警系统在铁轨检测领域的应用示范研究。开展障碍物及疑似障碍物包括落石、树枝、草团、动物、行人、列车等的智能分析判断研究，探索其对行车安全造成威胁的障碍物判断算法，研制能够满足各种气象条件且实现长期值守、自动发现线路障碍物，能够对过往列车提供预警信息的自动化监测系统。

考核指标：激光监测系统，系统工作环境温度： $-45\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；系统工作最大相对湿度 $\geq 80\%$ ；角度分辨率 $\leq 0.1^{\circ}$ ，距离定位精度优于 $\pm 10\text{ cm}$ ，准测率 $\geq 99\%$ ，钢轨最大监控距离 $\geq 100\text{ m}$ （ $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 目标），虚警率 $\leq 3\%$ ，漏报率=0，申请发明专利 5 项。

3.2 激光材料与器件在激光划片领域的应用示范(典型应用示范类)

研究内容：开展超短脉冲激光与半导体晶片材料的作用机制研究，开发用于硅、碳化硅、蓝宝石等材料的激光隐形切割系统，

开展高速自动对焦及动态焦点补偿技术研究；开展智能化厚度跟踪切割技术研究；开展超短脉冲激光动态光束整形技术与多焦点聚焦光斑光学设计系统研究；实现超短脉冲激光在半导体晶片划片中的应用示范研究。

考核指标：开发出激光隐形切割系统，可实现硅、SiC、蓝宝石等材料的隐形切割，划片精度优于 $3\mu\text{m}$ 、划片速度 $\geq 500\text{ mm/s}$ ，动态直线度 $< \pm 0.5\ \mu\text{m}$ ，动态平面度 $\leq \pm 0.5\ \mu\text{m}$ ，可在光轴方向形成 2 个以上可变焦点，且可变焦点聚焦能量和能量分布可调。申请发明专利 5 项以上。

3.3 激光材料与器件在医疗领域的应用示范（典型应用示范类）

研究内容：开展基于特种激光光源的肿瘤和血管疾病的靶向光动力诊治研究，开展肿瘤和血管疾病的靶向光动力精准治疗一体化的临床应用示范研究；发展高峰值功率钕激光调 Q 技术，提供降低激光消融牙硬组织过程中热损伤的技术方法，开展钕激光牙科治疗的应用示范。

考核指标：肿瘤靶向激光波长 400 nm 波段和 630 nm 波段，光斑（ $\Phi 100\text{ mm}$ ）能量密度不均匀性 $\leq \pm 5\%$ ，治疗早期肿瘤有效率 $\geq 90\%$ ，治疗中晚期肿瘤有效率 $\geq 60\%$ ；用于眼科及皮肤科的血管靶向激光波长 510 nm、输出功率 10 W，光斑（ $\Phi 100\text{ mm}$ ）能量密度不均匀性 $\leq \pm 5\%$ ，治疗有效率 $\geq 98\%$ ；用于牙科治疗的钕激光峰值功率 $\geq 300\text{ kW}$ ，脉宽 $\leq 150\text{ ns}$ ，重频 $\geq 50\text{ Hz}$ ，激光消

融牙本质热损伤范围 $\leq 40\ \mu\text{m}$ 。申请发明专利 10 项。

4. 大功率激光器在风电轴承表面强化、激光清洗等领域的应用示范

4.1 大功率激光器在大型轴承表面强化中的应用示范（典型应用示范类）

研究内容：开展金属粉末材料在熔凝过程中的物理化学过程研究，开展高性能钢材料激光熔覆过程中综合力学性能演变机制研究；开展激光致金属材料表面相变过程研究，开展大功率光纤耦合半导体激光表面强化在风电轴承领域的应用示范。

考核指标：研制出大功率激光表面强化应用装备，直径 $\geq 3\ \text{m}$ 的超大型风电主轴轴承激光淬火变形 $\leq 0.3\ \text{mm}$ ，淬火宽度 $\geq 100\ \text{mm}$ ，实现 5~8 MW 风机主轴轴承应用示范；单道激光熔覆厚度 $\geq 3\ \text{mm}$ ，稀释率 $\leq 5\%$ ，热影响区深度 $\leq 0.5\ \text{mm}$ ，基体变形 $\leq 1\ \text{mm}/100\ \text{mm}$ 。申请发明专利 10 项以上。

4.2 大功率激光清洗装备应用示范

研究内容：开展柔性传输短脉冲激光逐层去除飞机蒙皮涂层的机理研究，开展短脉冲激光与涂层材料的相互作用的热效应研究，开展移动式高峰值功率准连续激光清洗装备研究及在飞机蒙皮涂层逐层清洗领域的应用示范。

考核指标：研制出大功率激光清洗应用装备，工作距离 $> 20\ \text{m}$ ，飞机蒙皮单层清洗速度 $\geq 5\ \text{m}^2/\text{h}$ ，基材表面保护性氧化膜无损伤，

单层清洗厚度 $\geq 100\mu\text{m}$,精度 $\leq \pm 20\mu\text{m}$,清洗后单位面积表面残留物 $\leq 5\%$,去除过程中基材瞬间温度 $\leq 80^\circ\text{C}$ 。申请发明专利 10 项。

5. 高密度存储集成技术

5.1 高密度新型存储器材料及器件集成技术研究（共性关键技术类）

研究内容：研究高密度新型存储器材料、结构单元与阵列制造的关键工艺技术，包括存储单元与互补金属氧化物半导体（CMOS）电路的匹配互连和集成、芯片外围电路设计、封装和测试等关键技术；研究不同存储器件的尺寸效应、微缩性能、三维存储阵列的集成工艺；研究新型存储器材料与器件的热稳定性和可靠性；研究阵列的读、写、擦操作方法，优化控制方法与电路结构；研制高密度存储芯片，并对其存储性能进行验证。

考核指标：实现与 CMOS 工艺兼容的高密度存储器集成工艺；解决高密度存储电路的共性关键技术，建立外围电路模块的共性设计技术；突破存储器的可靠性测试技术，建立存储的失效模型，获得信息存储与处理相融合的解决方案；存储单元面积 $\leq 6.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ；擦写速度 $< 50 \text{ ns}$ ，读取速度 $< 25 \text{ ns}$ ，保持特性 > 100 小时@ 150°C ；三维堆叠层数 ≥ 8 ；存储芯片密度 $> 1.5 \text{ Gb/cm}^2$ 。申请专利 10 项，发表论文 20 篇。

5.2 高密度磁存储材料及集成技术研究（共性关键技术类）

研究内容：研究新型磁性隧道结材料及其器件结构的优化设

计，研究磁随机存储器在多物理场协同作用下的低功耗写入原理与具体方式；研究电流驱动型磁随机存储器单元与阵列制造的整套关键工艺技术，研究与主流 12 英寸 CMOS 晶圆工艺兼容的磁性隧道结的纳米图型化和刻蚀制备方法，实现与 12 英寸磁电子工艺匹配的 CMOS 芯片控制电路设计，研制高密度磁存储芯片。

考核指标：研制出 2~3 种实用型高密度磁随机存储材料及存储单元器件；研制出存储密度 $\geq 1 \text{ Gb/cm}^2$ 的高速低能耗磁随机存储器（基于自旋转移力矩效应或自旋轨道转矩效应）芯片；芯片中磁性隧道结（阵列）存储单元的室温隧穿磁电阻比值达到 150%，写入和读取时间 $\leq 30 \text{ ns}$ ，操作电压 $\leq 1 \text{ V}$ ，可重复擦写次数 $> 10^{15}$ ，室温下数据保存时间 > 10 年。申请专利 15 项，发表论文 30 篇。