**“纳米科技”重点专项**

**2018年度项目申报指南**

1.新型纳米制备与加工技术

1.1 碳纳米管有序宏观体功能化及在极端条件下的应用

研究内容：以碳纳米管有序宏观体为基，并通过合金化和多功能化方法拓展其性能；发展规模化制备技术，研制出在高温、低温、腐蚀等条件下有重要应用的宏观有序纳米功能材料；研究其电、声、热效应及构效关系，发展相关器件，实现关键应用。

考核指标：面向碳纳米管有序宏观体的关键科学问题及其在国防等领域的重要应用，实现高温（>2000 K）、低温（<77 K）、腐蚀（包括海水、盐雾等）条件下应用的宏观有序纳米功能材料；发展2-3种合金化和多功能化的方法；建立在上述极端环境下的构效关系和失效规律；在2000 K下强度达到室温的80%，77 K下韧性保持80%，海水、盐雾等腐蚀环境下寿命提高10倍，热导率达到500 W/(m·K)，在2-18 GHz频段内衰减大于10 dB；发展出3种以上基于碳纳米管有序宏观体功能材料和器件，实现极端条件下的关键应用。

1.2 新型纳米结构器件和集成系统的制造技术与应用

研究内容：发展对纳米结构的定域定向精确调控和制造技术，突破传统制造技术的局限；发展绿色印刷制造技术用关键纳米材料和器件，建立以固体、液体和气体为模板的新概念绿色印刷制造方法；建立功能纳米材料的高精度图案化的制造技术，实现超高灵敏微纳传感器及集成微系统的规模制造和应用。

考核指标：突破传统印刷技术精度极限，以绿色印刷方式实现不同功能纳米材料的高精度图案化，印刷精度达100纳米；印刷制备一批性能优异的微纳光电功能器件，并在智能包装、触控显示、发光器件等领域实现示范应用；制造现场快速检测微纳传感器及集成微系统，纳米结构最小尺度达到10 nm, 一次构筑面积大于85 cm2 (ϕ 4英寸)，一致性优于95%，检测限达到ppb量级，响应时间达到秒量级，在3个以上地市级或省级监测站进行现场检测验证并形成技术规范和标准。

2.纳米表征与标准

2.1纳米催化机器学习与动态模拟

研究内容：开展基于机器学习方法的第一性原理高精度反应势函数构建与大规模反应模拟，建设催化体系全局势能面数据库，建立技术标准；开展高温、电压、光照等氧化还原条件下纳米催化动态演化模拟；研究二氧化碳制大宗化学品的纳米催化材料理性设计

考核指标：开发基于神经网络全局势函数的大规模原子模拟软件，形成软件接口标准，实现2000个原子以上，1纳秒以上，在高温、电压、光照等条件下表界面催化过程分子动力学模拟和结构搜索；建立100种以上不同组分纳米催化剂体系的神经网络反应势函数，形成100个以上纳米催化体系的全局势能面数据库，制定技术规范与数据库标准；实现100个原子以上，包含H2O，CO，CO2等重要能源催化反应分子的纳米催化机理自动匹配搜索，进而结合理论模拟和实验手段，获得5~8种CO2高效转化纳米催化剂，催化选择性≥95%，催化转化率≥85%，催化性能全面达到同期同领域的国际先进水平；完成5种以上5 nm尺度金属／半导体颗粒复合材料，在氧化和还原性气氛中的动态结构演化和催化反应模拟。

2.2 纳米结构跨频域及跨时域尺度的动力学表征

研究内容：发展宽频域、宽时域、高灵敏度的时间分辨光谱技术，研究相干激发与等离激元激发的物理本质，研究纳米结构中缺陷态的特性以及与光转换效率的内在关联。

考核指标：实现纳米结构跨频域（紫外、可见、近红外及中红外光谱区）、跨时域（从小于50飞秒的超快过程直到毫秒尺度的慢过程）、高灵敏度（10-5 ΔOD）、瞬态分子振动光谱探测分辨度<5波数的光谱表征；发展相干光谱技术（可见-近红外飞秒时间分辨宽频相干激发-宽频探测），实现二维电子相干光谱相位稳定性<1/120 λ，揭示相干态特性与激子及光生载流子空间离域尺度的关系、退相干的物理机制、等离激元的动力学特征；实现纳米光转换材料中缺陷能态在能量空间和实空间分布的定量表征，揭示缺陷态对光转换性能的影响，建立相关缺陷态特征谱系和数据库标准。

3. 纳米生物医药

3.1 具有明确临床适应症的功能纳米材料宏量制备与临床诊疗技术

研究内容：针对重大疾病明确临床适应症的重要活性分子，研制特异性分子元件，构建对疾病具有诊疗功能纳米材料，发展适合组织器官活体实时原位诊疗的新技术、新方法。解决合成具有医药应用价值的纳米材料所涉及的前驱体分解，单体、颗粒的扩散及体系传热等问题，针对明确临床适应症的关键生物分子，完成功能分子修饰的纳米材料的宏量制备工艺，建立体外检测与医学影像平台，开展相关临床应用技术研究。

考核指标：研制出3-5种针对于明确临床适应症的生物传感或医学影像用新型分子探针；1种以上有临床应用前景的功能纳米材料的连续、稳定的宏量合成方法，单套系统可连续并重复制备规模不小于20千克/批次的功能纳米颗粒，药效等指标至少满足药物审评的等效性原则；1-3种疾病标志物分子靶向功能化的纳米材料，获得CFDA临床试验许可，建立相关产品的临床使用规范。

3.2 生物相容性纳米表面/界面调控原理及其生物医学应用

研究内容：发展基于纳米表面/界面的分子修饰与组装新原理和生物相容性医用自组装纳米材料构筑新技术，在生物环境中构建具有新生物功能的分子自组装纳米结构材料，实现生物环境下的体外与体内自组装结构与性质的精准调控；研发具有化疗功能以及智能型分子组装纳米材料，应用于肝癌、肠癌、胰腺癌、乳腺癌或食道癌等恶性肿瘤，研究其x射线或γ射线放疗协同增敏效应、调控肿瘤表观遗传、基质和血管的作用及机制、肿瘤环境响应性等，实现多步级联释放和可控定点释放新功能；发展智能型分子组装纳米材料的体内过程分析及安全性评价的新方法。

考核指标：完成至少3种生物相容（可水分散、无细胞毒性、可降解排出、无非特异性吸附等）的新分子或分子组装体系，应用于纳米颗粒修饰时，其修饰前后水合粒径改变< 5 nm（其中1种< 3 nm），可满足纳米药物设计和纳米生物检测需求，相关技术参数需经第三方检测机构认可；提出1种基于分子自组装的协同化疗纳米药物的时空可控释放新策略；完成2-3种基于分子自组装的智能型抗肿瘤纳米结构材料，其中1种至少达到3倍EPR增强效应，1种对医用x射线或γ射线放疗剂量（小于5Gy）具有灵敏响应；完成至少1种基于分子自组装肿瘤基质或血管调控型抗肿瘤纳米结构材料的临床前药效评价及其安全性评价。

4. 纳米信息材料与器件

4.1多场耦合纳米异质结构光电子器件的基础研究

研究内容：纳米异质结构中多场耦合机理及调制工程，包括半导体电抽运高效光发射中载流子注入、输运和复合辐射特性，纳米结构对激射波长、模式、线宽和偏振态的调控；半导体纳米异质结沟道外延新技术；多波长纳米激光器及其阵列；宽光谱探测响应增强新原理；纳米超导结构微波激射原理及微波激光器等; 在相应信息系统中演示验证。

考核指标：实现硅衬底上直接选区外延InP系多波长纳米激光器及阵列, 阈值小于10 mA，功率大于1 mW；线宽小于10 MHz 的GaAs系纳米激光器及阵列，阈值小于1 mA，功率大于2 mW；宽光谱高响应纳米探测器阵列与电路集成。实现中心频率在3 ~ 10 GHz微波激光，频率调谐大于5%。实现上述器件在信息系统中演示验证。

4.2高性能中远红外激光器与探测成像芯片及应用

研究内容：研究半导体纳米调制结构中的载流子、光子和声子的形态特征和相互作用机制，探索纳米异质结构制备、表征、调控新技术新方法，研制中远红外波段低阈值高增益高功率激光器和低噪声高灵敏高像素探测成像芯片，在高性能装备中得到应用。

考核指标：阐明半导体纳米异质结构对载流子、光子和声子的调制作用，掌握应变异质结构材料生长和器件制作技术。实现8~15 μm激光器阵列室温连续工作，单模调谐范围200 nm，功率大于10 mW。实现0.4~15 μm宽光谱和双波长焦平面探测芯片，峰值探测率D\*～1E11 Jones@77K，像素大于640×512。相关器件在环保、安全、高光谱遥感等装备中得到应用。

5. 能源纳米材料与技术

5.1 高节能透明柔性有机无机纳米复合光功能膜及宏量制备技术

研究内容：有机无机纳米复合光功能膜材料体系的光学设计与分子模拟设计，透明无机纳米颗粒分散体的制备，纳米无机颗粒与高分子链的相互作用、分散机理及其对结晶动力学的影响规律，无机纳米颗粒与聚酰亚胺和聚酯为代表的有机高分子复合加工成透明膜的新方法及宏量制备新技术，创制出若干高节能透明柔性有机无机纳米复合光功能膜。

考核指标：揭示透明有机无机纳米复合光功能膜的结构与光学性能、水汽阻隔性能等的构效关系，研制出3-4种纳米节能膜，建成2-3条示范生产线，其中：柔性电子器件用聚酰亚胺复合膜：产能≥120万平米/年，100 μm膜的透光率≥88%、Tg≥260 oC、水汽透过率≤1×10-5 g·m2/24h；氧化钒系温控智能贴膜：产能≥1000万平米/年，分散后无机颗粒最大尺寸≤50 nm，可见光透过率15~50%间可调、红外线调节率≥30%、调节转换温度范围40±10 oC、耐候性≥10年；实现在柔性OLED显示、柔性太阳能等器件与建筑智能节能玻璃上的示范应用，平均节能率提高20%。

6. 环境纳米材料与技术

6.1工业源挥发性有机硫化物治理及资源化利用的纳米材料与技术

研究内容：用于工业源挥发性有机硫化物的低温高效转化及资源化利用的纳米材料与技术。

考核指标：研发用于工业源挥发性有机硫化物低温催化转化（≤ 200 oC）与资源化利用的非过渡金属纳米催化材料与技术，突破传统催化工艺过程低浓度有机硫化物残留和催化材料易中毒失活的技术瓶颈，揭示典型含硫有机分子结构与纳米催化材料表面的相互作用机制及反应机理；研究低浓度残留有机硫化物高效清除的高级氧化纳米技术，形成多技术集成的成套工艺与设备，并实现在典型化工行业的工程示范。考核指标：设计制备出2-3个新型纳米催化材料，有机硫化物经处理后起始总浓度从150 mg/m3以上降至0.1 mg/m3以下，实现催化材料百公斤级放大制备；工程示范指标：利用本项目所开发成套工艺与设备，对有机硫化物处理的总转化率≥98 %，硫磺回收率≥90 %，示范处理气量2000 m3/h以上，处理后达到国家及行业排放标准。

**7. 纳米科技重大问题**

目前已在纳米科学前沿取得国际公认的重大创新突破，通过从基础研究到应用研究的全链条一体化设计，经过3~5年研究，培育形成纳米科技在重大资源转化等应用领域的颠覆性技术的重大问题。