**“量子调控与量子信息”重点专项**

**2018年度项目申报指南**

1、关联电子体系

1.1拓扑超导等关联体系的量子态

研究内容：拓扑超导等新型关联体系的新奇量子态与相变，及量子态的多场调控。

考核指标：发现一种新的拓扑超导材料；利用界面工程构筑二维拓扑超导等新型关联体系；建立极端条件下硬点接触和栅极调控等实验技术，在非超导的关联体系中调制出拓扑超导等非常规超导特性；揭示拓扑超导、高温超导等关联体系的新奇的量子相变特性，如量子Griffith奇异性；构筑小量子极限的高质量拓扑关联体系，揭示离散标度不变性、对数量子振荡等新奇量子有序态与量子规律。

1.2综合极端条件下的新型关联电子体系

研究内容：综合极端条件下新型关联电子材料体系的制备，奇异的量子演生现象和物性的多场调控。

考核指标：揭示综合极端条件导致的新奇量子演生现象；建立综合极端条件下的新材料制备和表征技术，在10 GPa下合成出大于10立方毫米的大体积单晶，以及在大于1立方毫米的空间范围实现15 GPa静水压下的综合物性调控；构筑面向应用的磁-电耦合新材料体系；制备新型的高轨道关联电子体系，阐明由强自旋-轨道耦合造成的新奇量子效应和调控规律，建立系统的构效关系。

2、小量子体系

2.1 新型二维量子功能材料和器件

研究内容：二维原子晶体等原子/分子尺度新型量子功能材料的设计、可控生长、表征和功能调控，及原型量子器件的构建。

考核指标：建立量子材料构效关系新理论，设计数种具有新奇特性的二维原子晶体材料；建立高精度显微结构表征技术及局域谱学物性测量技术，实现毫电子伏能量分辨率上对量子材料的化学键合、电子结构、自旋、磁相互作用等的实验测量；构筑基于新型量子材料的原型量子器件。

2.2高压下的多尺度小量子复合体系

研究内容：多尺度小量子复合体系的压致新结构、相变、量子效应，及量子限域体系界面的高压调控。

考核指标：建立百万大气压以上磁化率和低温红外高压原位调控技术，及15万大气压、2000摄氏度以上厘米级大腔体的制备技术；阐明高压下的结构变化规律，揭示压致相变、压致量子新效应及其机制；获得高压下转变温度超过百K的超导材料，韧性接近金属、硬度与单晶金刚石相比拟的厘米级纳米结构超硬块材；实现纳米尺度小量子复合体系的致密化、块材化，构筑宽温区和高性能热电原型器件。

2.3分子体系磁性量子材料及器件

研究内容：分子和离子体系磁性量子材料及器件的可控制备，量子态和性能调控。

考核指标：建立新型分子体系磁性量子材料的可控制备和调控技术，揭示材料结构与功能的关系和调控机理；获得二种以上新型分子体系磁性材料和磁结构；阐明离子、分子及分子聚集体系自旋效应，建立相应的表征技术和评价方法；构筑高密度、低能耗磁分子自旋电子存储器件。

2.4量子结构及量子效应器件

研究内容：量子结构和量子材料及其异质结构的输运特性，以及基于量子效应的功能器件。

考核指标：揭示量子结构和量子材料及其异质结构的新量子态，载流子及自旋输运特性；建立量子结构和量子材料中新量子态和输运特性的表征技术，以及多场调控技术；制备出具有新奇量子效应的功能结构和新材料；构筑具有新量子效应的原型器件，并实现新型器件的功能演示。

3、人工带隙体系

3.1 基于人工微结构的中红外光电耦合

研究内容：表面等离激元结构和超构材料等人工微结构对中红外光电耦合的调控机理，及集成的高灵敏中红外探测器的研制。

考核指标：阐明人工微结构对中红外光电耦合的调控、光电转换增强与背景噪声抑制机理；构筑人工微结构与中红外半导体材料的集成结构；获得高品质中红外雪崩单光子探测材料，其暗电流比传统材料低一个量级(≤50 A/cm2)、雪崩增益提高一个量级（增益≥100）；实现人工微结构集成的中红外雪崩探测原型器件及焦平面阵列（芯片规模≥64×64）。

3.2 新型超快光场的相干调控

研究内容：光子与微纳结构量子态的耦合效应，及新型超快光场的相干调控。

考核指标：揭示超快光场与微纳结构量子态耦合新效应；建立超快相干光场的兆赫兹高速调制技术，及从紫外到近红外宽波段、百兆赫兹的超快光场相干调制技术，实现对电子量子态的相干调控；揭示电子态在阿秒时间和亚埃空间分辨上的时空演化过程，并实现成像；实现基于微腔中激子玻色-爱因斯坦凝聚态的极低阈值电泵浦激射。

4、 量子通信

4.1 基于相位编码和硅基工艺的城域量子保密通信关键技术研究

研究内容：基于相位编码高速、高成码率、适应强干扰的量子密钥分发系统的实现技术，以及基于硅基工艺的量子密钥分发集成化系统研究。

考核指标：基于相位编码的量子密钥分发系统工作频率≥2.5GHz，成码率≥2Mbps（50km标准通信光纤），系统误码变化量≤2%（信道随机扰动1Hz~100Hz），执行密钥分发的时间占空比不低于90%；免误码监测系统工作频率≥2GHz，误码≥15%（50km标准通信光纤）时仍能生成安全密钥；研制可支持动态功能配置、高速单元结构切换的硅基片上系统，实现≥1.25GHz QKD系统的诱骗态调制、编码调制、窄线宽滤波功能，调制深度≥20dB@1550nm，调制解调引起的固有误码≤2%，滤波带宽≤5GHz@3dB。

5、量子计算与模拟、量子精密测量

5.1 异核量子简并混合气体多体效应研究

研究内容：在异核量子简并混合气体中制备并研究玻色-费米双超流、超固体等新奇量子物态及极化子、近藤效应等杂质多体效应。

考核指标：实现玻色-费米双超流中量子涡旋晶格的原位观测，探测量子涡旋的非平衡动力学行为；制备碱金属与镧系磁性金属的量子简并混合气，观测Feshbach谱中的量子混沌现象，实现超固体、电荷密度波等奇异量子相；在玻色-费米简并混合气中实现强相互作用的玻色极化子，探测其准粒子的性质和Efimov束缚态对极化子的影响；在异核量子简并混合气中，实现近藤效应和近藤晶格，观测量子临界点行为和模拟重费米气等多体量子效应。

5.2 基于金刚石色心的量子相干控制及应用

研究内容：基于金刚石色心自旋的量子调控及其在量子计算与量子精密测量中的应用。

考核指标：实现金刚石色心体系8-16个量子比特的相干操控和量子纠缠，量子比特相干存贮时间≥1秒，量子纠缠存贮时间≥100毫秒，普适量子逻辑门保真度≥99.9%，单比特量子逻辑门保真度≥99.99%；验证量子指数加速，实现对拓扑材料、复杂分子等量子物理及量子化学的实验量子模拟；实现单分子磁共振谱学，空间分辨率优于1纳米、灵敏度优于1皮特斯拉\*赫兹-1/2，实现低维量子材料的原子尺度磁共振成像，分辨率达到1个玻尔磁子。