**国家市场监管重点实验室（时间频率与重力计量基准）**

**2022年度开放课题申报指南**

1. **小型金字塔型磁光阱核心技术及制备工艺研究**

**研究内容：**冷原子量子技术是量子精密测量、量子计算与量子模拟、量子通讯、基础物理研究等领域的核心基础技术之一，磁光阱为其最核心器件，用于对原子进行冷却与俘获。然而，现有常用的三维磁光阱（3D-MOT）由无磁或弱磁金属块机械加工成的多面体组成，其体积大，需要对原子进行冷却的激光光束多、功率大，因此使得所研制的仪器很难小型化，也使得其激光系统复杂。本项目旨在研发一种新型的小型金字塔型磁光阱，利用功率小于30mW的单一激光光束在300ms内实现不低于3E6个原子的冷却与俘获，并在Doppler机制下冷却后，实现原子温度不高于5μK。主要内容包括：1）小型金字塔型磁光阱的原理探究和结构设计；2）制备工艺参数探究，包括加工、镀膜和真空处理工艺参数等。

**技术指标：**

1. 小型金字塔型磁光阱尺寸小于30×30×40mm3；
2. 45°基底斜面的角度误差小于30角秒；
3. 基底斜面对780nm激光的反射率＞90%。

**成果形式：**

1. 验证系统1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇以上。
4. **基于北斗载波相位的高精度时频比对及验证系统**

**研究内容：**高精度时间频率传递广泛应用于国防安全、基础科研、通信、电力、金融等领域，GNSS载波相位时间频率传递技术具备低成本、易维护、高精度等特点。我国北斗卫星导航系统已经为全球用户提供高精度的定位、导航和授时服务。由于卫星精密轨道和钟差产品相对滞后，GNSS载波相位技术主要采用事后处理模式。研究基于自主北斗的载波相位时频比对处理技术，提高高精度时间比对处理能力，建立1套高精度时频比对验证系统。

**技术指标：**

1. 时间比对不确定度优于1ns；
2. 频率比对不确定度优于1E-16；

**成果形式：**

1. 验证系统1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇以上。
4. **基于6.8G声光调制器集成芯片的单束激光量子态操控研究**

**研究内容：**高频率、大带宽的激光移频和开关在冷原子物理的应用中是必不可少的组件之一。然而，受限于传统电光调制器的机理，不能有效地实现对激光的单边带调制，而声光调制器虽然可以实现单边带移频和开关，但是其工作频率一般在100MHz量级。本项目旨在研发一种新型的芯片集成的声光调制器，通过制备芯片上高效率的声波换能器，可以实现芯片上6.8GHz频率声波的高效激发和调控，通过制备和调控100nm尺度的光学波导结构以及集成光学微腔的模场和色散特性，实现声光相互作用的相位匹配，最终实现片上低开关时间的高效率声光调制器。在此基础上，利用单束激光移频产生6.8GHz激光，实现激光冷却铷原子所需的冷却光和重泵光，并将原子制备到F=2量子态。本方案具备高集成度、轻便、功耗低、高稳定性的优势，适合与芯片上的倍频器、芯片集成磁光阱等冷原子相关器件兼容，未来有潜力实现无自由空间光学元件的全芯片集成的冷原子实验平台。

**技术指标：**

1. 单片集成780nm声光调制器；
2. 6.8GHz移频效率高于2%；
3. 开关时间小于100ns。

**成果形式：**

1. 验证系统1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇以上。
4. **重力梯度仪的全张量评估方案设计研究**

**研究内容：**重力梯度测量相对于重力测量具有明显的优势，对于地质结构的形状、尺寸和埋藏深度等信息，重力梯度测量能够提供更高的空间分辨率，特别适合于探测局部地质结构及其细节。20 世纪 90 年代开始，国内相关科研单位开展重力梯度仪实验室样机的研制，形成了部分张量的实验室样机及标定方法，而全张量重力梯度测量具有更全的梯度信息，尤其对于导航方面有着重要的意义。本项目旨在研究重力梯度仪各分量的静态测量指标的评估方法，评估内容包括：量程、分辨率、稳定性等；研究重力梯度仪各分量的动态测量指标的评估方法，评估内容包括：分辨率、测量带宽等；针对静态和动态测量评估，提出初步的装置方案设计，开展不确定度影响因素评估。

**技术指标：**

提出一套重力梯度仪全张量评估方法。

**成果形式：**

1. 研究报告1份；
2. 发表学术论文1篇以上。