**国家市场监管重点实验室（时间频率与重力计量基准）**

**2023年度开放课题申报指南**

1. **用于离子冷却的****宽带重泵光源核心技术研究**

**研究内容：**囚禁离子是量子信息、时频计量等精密测量的核心物理基础，高效冷却和稳定囚禁是实验的前提。离子的量子态制备和操控需要激光、调制、控制等复杂系统共同作用。紧凑的离子光钟系统也为SI“秒”的重新定义、光钟走出实验室奠定基础。对于能够直接激光冷却、存在亚稳态的离子，通常使用电光或声光调制的重泵激光提高冷却效率。重泵激光的频率和偏振态需要仔细设计，才能防止离子被囚禁在磁子能级偏振暗态。本项目提出研制一种基于放大自发辐射（ASE）的宽带激光，用于捕获离子实验。ASE光源无需稳频，同时激发多个超精细能级跃迁，无需电光调制，极大简化系统。本项目拟研制中心波长935 nm激光器，功率为20 mW，线宽大于5 GHz。主要内容包括：1）宽带重泵光源的原理探究和结构设计；2）系统建立，包括808 nm泵浦、Nd光纤、WDM泵浦合束、光纤法拉第旋转镜、光栅等；3）研制激光系统用于离子冷却的实验验证。

**技术指标：**

1. 输出功率为20 mW；
2. 实现线宽大于5 GHz。

**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。
4. **高稳定度低相噪微波信号关键技术研究**

**研究内容：**高稳定度低相噪微波信号在相干雷达、甚长基线干涉、下一代无线通信和精密测量等领域有极其重要的应用。现有的基于微波光子学技术产生的微波信号很难兼具超低相位噪声和良好的中长期频率稳定度。本项目拟研制一种复合型高稳定度低相噪微波信号源，采用基于飞秒光频梳的传递振荡器技术，将锁定到超稳定ULE参考腔的1.5 μm超稳激光器频率下变换至微波频段，同时用氢钟实现对ULE参考腔的频率漂移控制。主要研究内容包括：1）基于飞秒光频梳的传递振荡器；2）超低相位噪声微波信号探测；3）以氢钟为参考的超稳定ULE腔频率漂移控制。

**技术指标：**

1）在（1-1000）s积分时间内，频率稳定度优于6×10-15；

**成果形式：**

1. 高稳定度微波源1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇。
4. **高精度相位测量技术研究**

**研究内容：**高性能相位微跃器通过对一路（或多路）输入信号进行高精度频率及相位测量，并对本地高性能晶振进行控制，实现输出信号基于输入信号的频率和相位微调。传统的频率/相位差的测量方法包括采用模拟混频器鉴相/数字鉴相器鉴相或者直接采用测频的方法测频，但是测控和控制精度有限，无法满足高精度相位测量的需求。主要内容包括：1）高精度频差/相差测量技术；2）高分辨力相位/频率调整技术、极小分辨力频率调整技术等。

**技术指标：**

1. 相位控制分辨率：＜0.3 fs；
2. 附加频率稳定度：≤ 5×10-14/ s；
3. 附加相位噪声：≤-120 dBc/Hz@1 Hz。

**成果形式：**

1. 验证系统1套；
2. 研究报告1份。
3. **原子跃迁线的量子光源制备核心技术研究**

**研究内容：**原子的自旋压缩在量子精密测量领域的有着重要的应用潜力，有望将测量的灵敏度突破标准量子极限。目前实验上制备中性原子的自旋压缩主要基于量子非破坏性测量技术，基于其他技术的原子自旋压缩研究还比较少。与原子跃迁线相匹配的偏振压缩态光场可与原子系综自旋波相互映射，可实现原子的自旋压缩。本项目旨在研发一套铷原子D1线795 nm附近的压缩态光场，为探究此方案制备原子自旋压缩提供量子光源。主要内容包括：1）频率在铷原子D1线附近大范围内宽调谐、具有偏振压缩特性的量子光源制备与表征；2）探究偏振压缩态制备原子自旋压缩的最佳实验参数。

**技术指标：**

1. 偏振压缩态光场的压缩度：优于 2 dB；
2. 偏振压缩态光场的功率：＞6 mW；
3. 压缩态光场波长调谐范围：＞10 GHz。

**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。
4. **小型玻璃真空密封技术及制备工艺研究**

**研究内容：**激光干涉式绝对重力仪是目前国际市场上主流的绝对重力测量设备，其中，真空腔的制备是该设备的关键部件。绝对重力测量对环境真空度的要求较高，需要研究玻璃腔体跟不锈钢外筒之间密封技术。传统真空腔基于钛主体结构，通过压封镀膜玻璃镜片的方式实现，这种方式会造成透光面积小，腔体体积大的缺点。本项目旨在利用高透过率的石英窗片，通过镀增透膜方法，基于不同尺寸的窗片组合，探索一体式玻璃腔制造技术，同时解决玻璃腔体跟不锈钢之间的过度密封问题，实现一种高透光率，小型化一体式玻璃真空腔，腔体的极限真空度优于1×10-6 Pa，并能够实现小型化高真空玻璃腔体。主要内容包括：1）高透过率窗片的原理探究及增透膜系设计；2）玻璃腔体跟不锈钢外筒之间密封技术；3）真空腔体的结构设计，包括流导设计与计算，腔体的总体构架及构建方法等。

**技术指标：**

1. 玻璃腔体内部的主体空间尺寸优于Φ130 cm×465 cm（L）；
2. 腔体的极限真空度优于1×10-6 Pa。

**成果形式：**

1. 验证真空腔系统1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇。