**国家市场监管重点实验室（时间频率与重力计量基准）**

**2021年度开放项目申报指南**

1. **用于微波信号探测的光纤环路光学微波鉴相器（FLOM-PD）技术研究**

**研究内容：**对光学-微波相位的长时稳定、精密准确的探测，对于光学原子钟、超稳微波产生、时频传递、光子雷达等众多的微波光子学应用具有重要意义。传统的光学-微波相位探测依赖直接光电探测，探测精度受限于光电转换引入的附加相位噪声。微波光纤环路光学-微波鉴相器（FLOM-PD）是一种新型的直接光学-微波鉴相技术，可以测量飞秒激光器输出的超低定时抖动的光学脉冲序列与微波信号之间的相位误差，具有更低的噪声、更高的鉴相灵敏度以及更好的鲁棒性。本项目面向原子钟比对等应用需求，建立一套全光纤化的光生微波装置。搭建FLOM-PD实验系统，研究提升鉴相灵敏度的方法。利用FLOM-PD技术直接从飞秒激光器提取超稳微波信号，并表征超稳微波的相位噪声功率谱。

**技术指标：**

1. 利用FLOM-PD从低抖动的飞秒激光器中直接提取超稳微波信号；
2. 载波频率为10GHz，相位噪声为 -120 dBc/Hz@1Hz偏频。

**成果形式：**

1. 建立两套FLOM-PD装置，分别用于环内微波相位提取和环外微波相位探测；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文2篇。
4. **基于掺Er光纤光频梳的中红外波长扩展关键技术研究**

**研究内容：**目前以掺Er 光纤光频梳为基础向可见光和近红外波段扩展技术已经逐渐成熟，并广泛应用于激光绝对频率测量和光钟比对等研究领域，但进一步向中红外波段扩展还面临一系列技术问题。利用成熟的掺Er光纤光频梳实现中红外波段扩展对于分子痕迹探测、污染监测、燃烧场诊等领域具有重要的作用。同时随着中红外波段光谱研究和应用技术的开展，中红外激光波长的校准检测和量值溯源也面临一系列难题。本项目主要面向中红外光谱的实际需求，开展基于掺Er光纤光频梳的中红外波长产生关键技术研究，包括1.5μm激光扩谱后实现1μm和2μm附近激光的功率放大，以及经差频技术实现3.2-4.5 μm的中红外波长输出。

**技术指标：**

1. 基于1.5μm激光的1μm波长附近功率放大：大于500mW；
2. 基于1.5μm激光的2μm波长附近功率放大：大于500mW；
3. 差频输出中红外波长：~3 μm。

**成果形式：**

1. 建立差频产生中红外波长装置1套；
2. 研究报告1份；
3. 发表学术论文1篇。
4. **微秒量级的终端设备时间保持与校准技术研究**

**研究内容：**面向金融贸易、检验检测、医疗卫生和公安交管等领域中计算机、数据服务器、时间戳服务器等应用终端的高精度可信时间校准需求，研究基于计算机操作系统的微妙量级时间保持与校准技术，保障电子数据记录时间的真实性和有序性，支撑我国数字经济高质量健康发展。主要包括：终端设备的微秒量级时间保持与校准关键技术研究；改造现有终端设备产生1PPS时间信号、溯源至原子时标国家计量基准UTC(NIM)，评定时间保持与校准的技术指标。

**技术指标：**

1. 终端设备相对于UTC(NIM)的时间偏差优于±100 μs。

**成果形式：**

1. 验证系统：1套；
2. 研究报告1份。
3. **集成式微型冷原子磁光阱的研究**

**研究内容：**高精度原子重力仪具有非常大的应用前景，而其便携性、稳定性、可扩展性，对在地球物理、计量学等领域的实际使用至关重要。传统重力仪通常外部光学和电学元件较多，整体庞大笨重，稳定性和可扩展性较差。本项目旨在研发一种新型的集成式微型磁光阱系统，具备高集成、轻便、功耗低、高稳定性的优势，适合多种环境下工作。将磁光阱必须的光学和磁场部件替换为一块边长厘米量级厚度mm量级的光栅芯片和磁场线圈芯片，可以外置于玻璃真空腔体外实现原子的激光冷却。基于竖直放置的细长型玻璃真空腔设计，芯片仅需倒扣在腔上侧面，并从下侧面打入单束入射光，即可在腔内近上侧面形成冷原子团，因此提供了轻便而稳定的原子重力仪核心部件。

**考核指标：**

1. 光栅芯片、磁场芯片尺寸小于3cm\*3cm，
2. 冷原子数目大于106。

**成果形式：**

1. 微型磁光阱实验装置1套。
2. **面向激光干涉绝对重力测量的振动补偿关键技术研究**

**研究内容：**为满足海洋和陆地重力普测、地球科学研究和国防军事建设等方面重力测量的应用需求，开展绝对重力仪多传感器信息融合分析以及振动扰动抑制关键技术研究，以解决复杂工况下静态、平台式动态绝对重力测量中振动扰动影响测量精度的难题。包括针对仪器自振或平台振动的振动补偿机理分析，建立从传感器到绝对重力仪参考镜振动扰动传递模型；开展多传感器数据融合振动测量方法研究，通过不同频响、不同灵敏度的传感器信息融合改善实际振动测量结果，并对不同传感器的性能进行评估；搭建多传感器振动补偿绝对重力测量系统，实现不同工况下绝对重力仪自振情况的精确测定，针对静态或平台式动态工作模式、不同准确度等要求，开展自适应振动补偿算法研究。

**技术指标：**

1. 振动测量频率范围覆盖60s~500Hz；
2. 同步采样通道大于4路；
3. 同步采样精度μs级；
4. 针对中高频段振动采样频率大于200kHz；
5. 实验室非隔振基础上振动补偿效果优于3倍。

**成果形式：**

1. 多传感器振动采集系统1套；
2. 研究报告1份。