

新闻博览

© 2020年06月11日

中国科大采用真空光镊实现单个微纳粒子质量和位置的高精度测量

我校郭光灿院士团队在高灵敏光学检测研究中取得重要进展。该团队孙方稳教授小组与新加坡国立大学仇成伟教授团队合作，基于真空光镊系统实验实现了高精度全光学的质量和位置测量。该研究成果发表在物理学知名期刊《Physical Review Letters》上。

光学检测已经成为当前科学以及应用领域最精密的测量方法，在时间、频率、位置等精密测量领域发挥了重要的作用。基于光力相互作用，光学还实现了高灵敏度力学及相关物理量的测量，例如引力波的探测以及光镊技术在生物中的操控和测量都已经获得了诺贝尔物理学奖。而真空光镊技术通过在真空环境中光学悬浮微纳颗粒，能最大程度隔绝环境噪声对测量过程的干扰，进一步提高测量稳定性和灵敏度，可以实现力、质量、加速度、扭矩及电磁场等物理量的高精度测量。

在真空光镊体系中，实验上通过对悬浮粒子位置和运动行为的高精度探测与分析来实现相关物理量的高灵敏检测。因此，悬浮粒子的运动行为操控以及将测量信号转换为实际位移的校准过程是其两项核心技术。当前，运动行为操控的不完美以及信号校准的误差将直接导致测量灵敏度和准确度的降低。现行的校准方案一般都是基于悬浮粒子质量信息与外加辅助力实现的。然后，在微纳尺度下粒子质量和外加力的测量是相当困难，且测量或估算误差较大，无法减小真空光镊系统的校准误差，严重制约着真空光镊体系的发展和應用。

孙方稳小组近年来致力于真空光镊实验体系相关技术的发展，提出利用数字化反馈控制技术实现了悬浮粒子运动行为的实时精确操控，完成了冷却、幅值锁定和频率锁定等关键技术。此外，系统研究了悬浮粒子在非简谐势场下的非线性运动过程，获得了其运动幅值与势场非线性导致的振动频率移动的关系。实验上，基于幅值锁定技术，通过精确测量一颗直径约为150nm的悬浮二氧化硅小球的非线性频率移动，获得了该粒子振动幅值的精确值，从而实现了高精度高准确度的运动信号校准。该校准方案无需微粒质量信息及外力的辅助，相关指标超过了当前所有已知的校准方案。进一步，利用该高精度校准的真空光镊系统实现了亚微米级灵敏度的位置测量和飞克量级微粒的质量测量，其测量结果的相对不确定度分别可达1%和2.2%。该位置与质量测量不确定度是当前相关测量体系所能获得的最好水平，并为与质量有关的力和加速度的精密测量打下了基础。此外，该系统还实现了单个微粒的尺寸和密度的测量，为获取微纳尺度物质的参数和性能提供了新的方法。

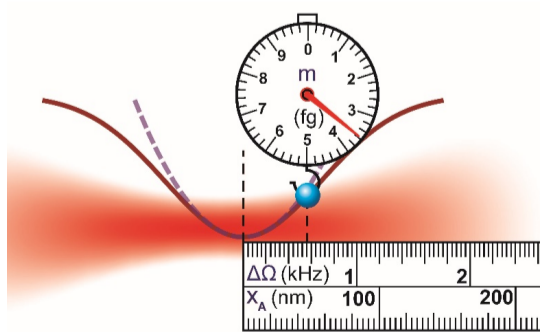
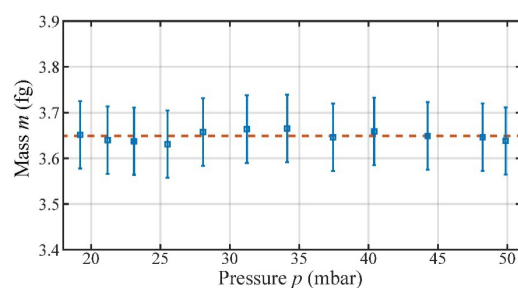


图1. 全光学质量、位置测量示意图



分享本文



(https://news.cas.ac.cn/shiwen/161431.html)

相关新闻: 中国科大采用真空光镊实现单个微纳粒子质量和位置的高精度测量



(73320.htm) 武向平院士在“王淦昌大讲堂”作学术报告 (73320.htm)

11月12日晚7点，核科学技术学院、国家同步辐射实验室主办的“王淦昌大讲...

- 11.17 学校组织观看中科院学习...
- 11.17 马克思主义学院举办“后...
- 11.16 我校召开“纪念刘有成先...
- 11.17 我校举办2020年“科技...

图2. 飞克级质量测量结果

该工作为实现高可控性的真空光镊体系打下了重要实验基础，为精密测量、微观尺度热力学以及光力相互作用等研究提供了重要实验平台。而微纳尺度下质量、力学及其相关物理量的高精度测量，将在重力仪、加速度计、陀螺仪等精密测量领域中发挥重要作用。基于该高可控性的真空光镊体系还将可能实现宏观量子叠加态，并基于量子精密测量理论进一步提高相关物理量的测量极限。

该工作的第一作者是中科院量子信息重点实验室郑瑜博士。新加坡国立大学仇成伟教授团队提供了非线性光势阱的数值模拟。上述研究得到中国工程物理研究院、国家基金委、中国科学院和安徽省的支持。

附文章链接：<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.124.223603> (<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.124.223603>)

(中科院量子信息重点实验室、中科院量子信息与量子科技创新研究院、科研部)

(././index.htm)

Copyright 2007 - 2018 All Rights Reserved.

中国科学技术大学 版权所有

联系邮箱news@ustc.edu.cn (mailto:news@ustc.edu.cn)

主办：中国科学技术大学

承办：新闻中心

技术支持：网络信息中心