北京大学量子材料科学中心
International Center for Quantum Materials, PKU

Weekly Seminar

Entanglement enhanced sensing with quantum amplification and deamplification

刘奇

南京大学物理学院



Time: 3:00 pm, Nov.4, 2026 (Wednesday)

时间：2026年11月4日（周三）下午3:00

Venue: Room w563, Physics building, Peking University

地点：北京大学物理楼，西563会议室

摘要

经典传感器利用彼此独立的粒子进行信号测量，其测量灵敏度受到标准量子极限的约束。通过在粒子之间引入多体量子纠缠则可以突破这一极限，实现超越经典测量精度的量子增强测量。传统的量子增强测量方案在信号探测前利用非线性动力学制备自旋压缩态，从而降低测量时的量子投影噪声。然而，这类方案的测量精度往往受到系统探测噪声的限制。近年来发展的量子放大技术则通过在相位积累前后引入压缩与时间反演过程，实现对待测信号的有效放大，从而显著降低探测噪声对最终测量精度的影响。本报告将介绍我们近期在 Rb 原子和 Yb 原子体系中开展的相关研究工作，包括：利用 Rb 玻色爱因斯坦凝聚体中的准周期动力学及自旋压缩回声实现的非线性干涉仪，以及利用光学腔反馈压缩机制在 Yb 原子光钟跃迁上实现自旋压缩及其时间反演。最后，报告还将介绍一种基于量子去放大的理论方案，探讨如何通过量子放大与去放大技术协同作用，进一步拓展精密测量的动态范围。

参考文献：

1. L. Zaporski*, Q. Liu*, G. Velez*, M. Radzihovsky*, Z.-Y. Li, S. Colombo, E.-P. Peñafiel and V. Vuletić, Quantum-amplified global-phase spectroscopy on an optical clock transition. Nature 646, 309 (2025)

2. Q. Liu*, M. Xue*, M. Radzihovsky, X. Li, D. V. Vasilyev, L.-N. Wu, and V. Vuletić, Enhancing dynamic range of sub-quantum-limit measurements via quantum deamplification. Physical Review Letters 135, 040801(2025)

3. Q. Liu*, L.-N. Wu*, J.-H. Cao, T.-W. Mao, X.-W. Li, S.-F. Guo, M. K. Tey and L. You, Nonlinear interferometry beyond classical limit facilitated by cyclic dynamics. Nature Physics 18, 167 (2022)

4. T.-W. Mao*, Q. Liu*#, X.-W. Li, J.-H. Cao, F. Chen, W.-X. Xu, Y.-X. Huang#, M. K. Tey and L. You#, Quantum enhanced sensing by echoing spin-nematic squeezing in atomic Bose-Einstein Condensate, Nature Physics 19, 1585 (2023)

报告人简介

刘奇，南京大学物理学院副教授，博士生导师。刘奇长期从事冷原子体系中多粒子纠缠态制备及突破标准量子极限(SQL)的测量方案研究。他发展了基于Rb原子自旋交换碰撞的量子放大技术，随后将该技术迁移到Yb原子光晶格体系中，利用腔反馈压缩机制在光钟跃迁上实现了相位的量子放大测量。刘奇于2025年获得国家海外优青，在Nature/Science/Nature Physics/PRL等期刊发表论文10余篇，曾获得中国科学十大进展及中国光学十大进展提名奖。