

新闻博览

[首页](#) / [新闻博览](#) / 正文

© 2024年01月24日

中国科大实现稳定度和不确定度均优于 $5E-18$ 的铯原子光晶格钟

中国科大潘建伟、陈宇翱、戴汉宁等组成的研究团队，成功研制了万秒稳定度和不确定度均优于 5×10^{-18} （相当于数十亿年的误差不超过一秒）铯原子光晶格钟。根据公开发表的数据，该系统不仅是当前国内综合指标最好的光钟，也使得我国成为继美国之后第二个达到上述综合指标的国家。该成果对未来实现远距离光钟比对、建立超高精度的光频基准和全球性光钟网络奠定了重要的技术基础。相关成果于1月12日发表于国际计量领域重要学术期刊《计量学》。

目前，最先进的光钟比国际上用于秒定义的微波喷泉钟的精度高出了两个数量级以上。正是基于量子精密测量技术的发展，第二十七届国际计量大会通过了“关于秒的未来重新定义”的决议，计划于2026年提出关于利用光钟重新定义国际单位制（SI）“秒”的具体路线，并将在2030年做出最终决定。为了推动基于光钟的新一代秒定义，要求至少3个不同实验室的光钟不确定度优于 2×10^{-18} ，并通过光学链路或移动光钟实现优于 5×10^{-18} 的频率比对精度。

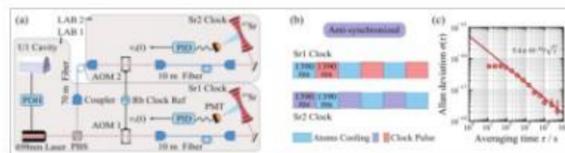


图1 中国科大Sr 1和Sr 2光钟的异步比对操作和稳定度性能

研究团队近年来在基于光晶格的超冷原子量子模拟方面开展了卓有成效的工作，已先后在《自然》和《科学》发表了9篇论文，为发展高精度的光晶格钟奠定了必要的技术基础。在该工作中，研究团队实现了铯原子（ ^{87}Sr ）的激光冷却，并将其束缚在长寿命的一维光晶格中，利用一束预先锁定到超稳腔的超稳激光来探寻铯原子钟态跃迁，并实现了光钟闭环运行。通过两套独立的铯原子光晶格钟（Sr 1和Sr 2）进行了频率比对测量，得到单套光钟的稳定度在10000秒积分时间被达到了 4×10^{-18} ，在47000秒达到了 2.1×10^{-18} ，整体达到了 $5.4 \times 10^{-16}/\sqrt{\tau}$ ， τ 是积分测量的时间。在此基础上，研究团队还对Sr 1光钟的系统频移因素开展了逐项评定，最终得到其系统不确定度为 4.4×10^{-18} 相当于72亿年仅偏差1秒。上述性能指标表明该光钟系统已部分满足“秒”重新定义的要求。

该研究工作提升了我国原子光频标的性能指标，结合潘建伟、张强、姜海峰、彭承志等前期实现的万秒稳定度优于 4×10^{-19} 的百公里自由空间高精度时间频率传递 [Nature 610, 661 (2022)]，为下一步建立远距离光钟比对（如 Sr/Yb, Sr/Ca⁺）奠定了坚实基础，对未来构建新一代全球时间基准乃至提供引力波探测、暗物质搜索的新方法等具有重要价值。

该研究工作得到了科技部、安徽省、上海市、自然科学基金委、中国科学院和新基石科学基金会等的资助。

论文链接:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1681-7575/ad1a4c>

(合肥微尺度物质科学国家研究中心、物理学院、中国科学院量子信息与量子科技创新研究院、科技部)

分享本文



相关新闻



计算机学院开展2023年度基层党支部述职...

为深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神，认真贯彻落实习近平总书记关于党的...

01.26 学校召开2023年度院级党组织书记抓基层...

01.26 超级陶瓷装置国际顾问委员会首次会议在...

01.26 “智能驾驶相关标准评估、标准化专项预...

01.26 饮食服务集团开展十项“安全标兵”评选工作