

搜索

□


[\(http://www.apm.cas.cn/\)](http://www.apm.cas.cn/)
当前位置: [首页](#) >> [科研动态](#)

科研动态

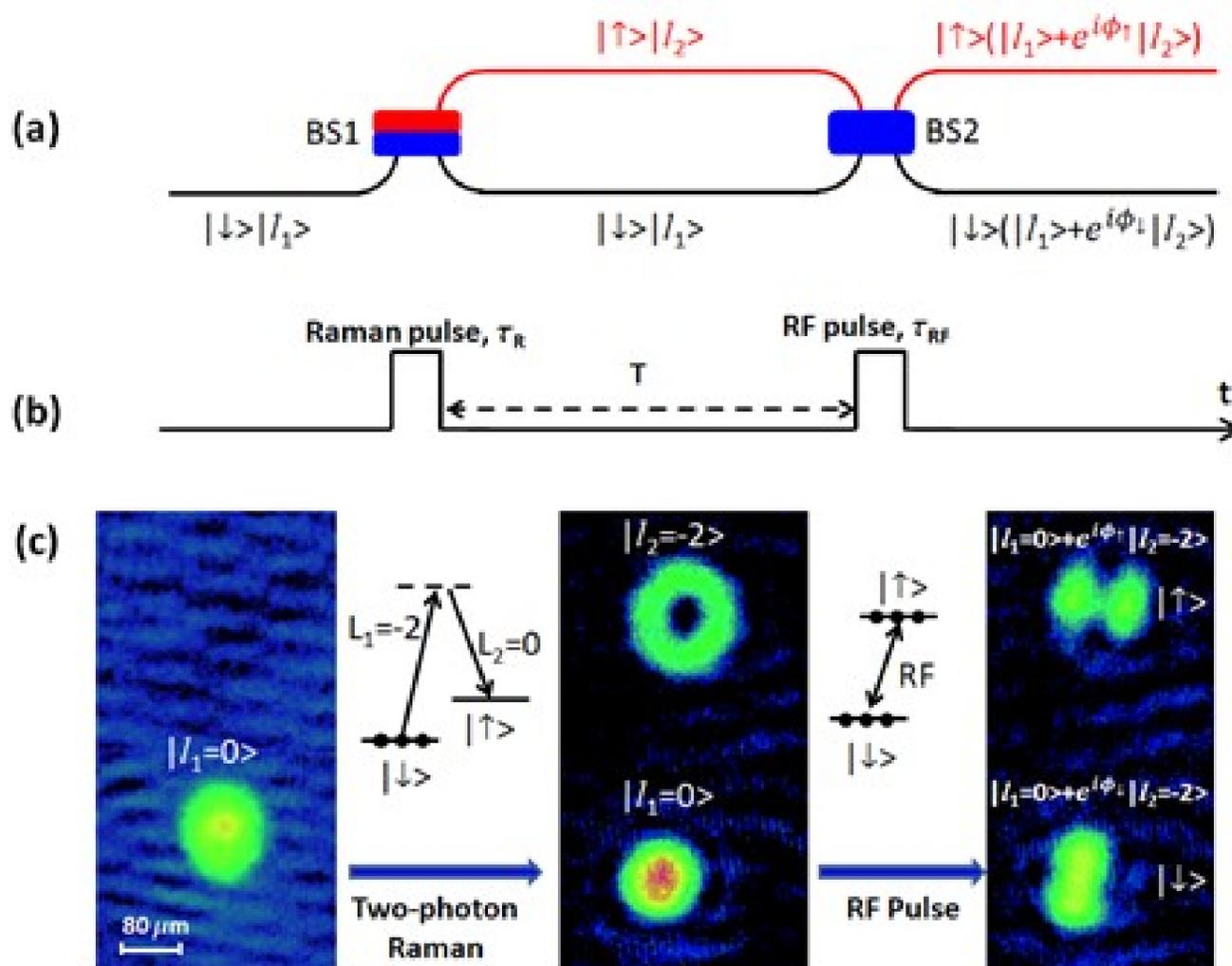
精密测量院研制出相位锁定的涡旋物质波干涉仪

来源: 时间: 2022-07-13

近日, 精密测量院江开军研究团队研制出基于超冷原子气体的涡旋物质波干涉仪, 并观察到两自旋分量上干涉条纹的相位锁定现象, 相关研究成果 6月30日发表在学术期刊《npj Quantum Information》上。

干涉是经典波动力学和量子力学中的基本现象, 以此为基础的干涉仪可以通过测量不同路径或通道间的相位移动对物理量进行精确测量。超冷原子气体具有组分纯净、相干性好且内外态精确可控的特点, 基于该体系的物质波干涉仪近年来成为精密测量和基础物理研究的重要工具。目前在超冷原子气体中实现的物质波干涉主要是通过操控物质波的平动自由度实现分束, 观测具有不同线动量的物质波干涉条纹进行相位测量。而另一方面, 由角动量表征的转动是体系另一个重要自由度, 并且超冷量子气体中的角动量与体系的涡旋、超流等量子现象具有密切的联系。在超冷原子气体中可以基于不同的角动量态实现一类新型的涡旋物质波干涉, 有望用于测量体系的外部磁场、转动、粒子间相互作用和几何相位等物理量。实现涡旋物质波干涉的前提是在超冷原子气体中可控的制备和操控涡旋态。近年来携带角动量的拉盖尔-高斯光与冷原子相互作用研究的进展, 为建立涡旋物质波干涉仪奠定了基础。

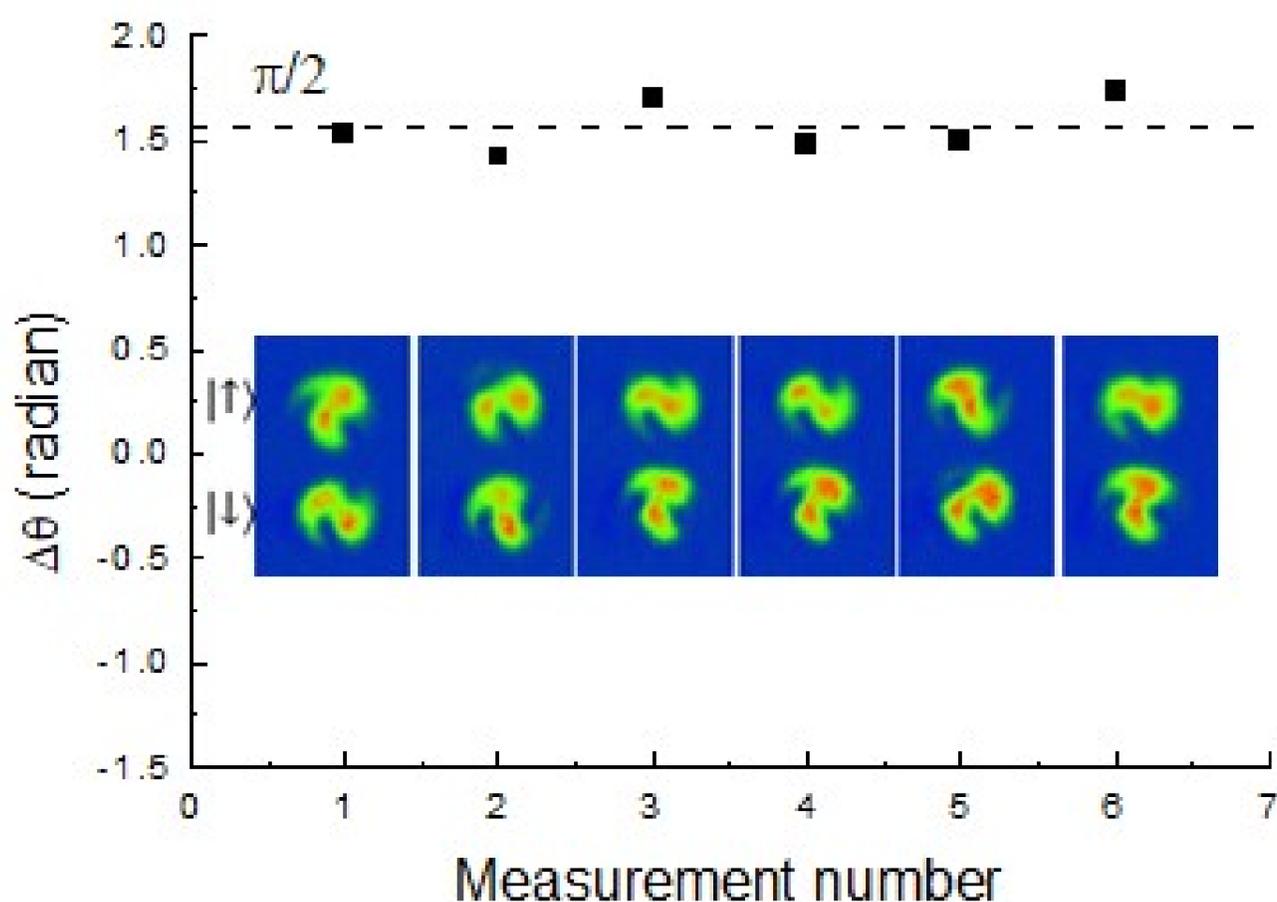
研究团队近年来对超冷原子气体的涡旋光场调控开展了研究, 掌握了利用涡旋光场驱动双光子拉曼跃迁实现超冷原子涡旋态的制备、操控与测量方法, 测量了自旋-角动量耦合超冷原子气体的量子相变 [Physical Review Letters 122, 110402 (2019)]。



涡旋物质波干涉仪的实验构型


 微信
公众号

在前期工作的基础上，研究团队利用偏置磁场在铷87原子 $F=1$ 超精细能级的三个磁子能级间产生较大的二阶塞曼频移。团队利用一对具有不同角动量的拉曼光束诱导双光子跃迁，获得干涉仪的第一个分束器，干涉仪的两臂具有不同的自旋和角动量（涡旋态）；随后利用射频脉冲作为第二个分束器，在两个自旋态（对应分束器的两个输出端口）上都实现涡旋物质波的干涉。通过选择合适的拉曼光和射频脉冲的失谐量，确保原子只布居在两个磁子能级，产生无损的分束器。不同于线动量干涉产生的线向干涉条纹，实验上观察到角向干涉条纹。通过对干涉图样的分析，发现两自旋态上的干涉条纹具有反相位关系（ π 相位差），该相位关系不受两涡旋态的角动量差、拉曼光的组成和超冷原子自由膨胀时间等实验参数的影响。提出了利用涡旋物质波干涉仪测量磁场的方案，并对磁场测量的灵敏度进行了评估，指出该方案可以测量有限大小的磁场，并且测量灵敏度不受原子数波动的影响。该工作为构建基于涡旋物质波干涉的新型量子传感器提供了实验基础。



两自旋态干涉条纹相位关系的实验测量

相关研究成果以“相位锁定的涡旋物质波干涉仪(Phase-locking matter-wave interferometer of vortex states)”为题，发表在学术期刊《npj Quantum Information》上。精密测量院博士生孔令冉为论文第一作者，特别研究助理高天佑和研究员江建军为通讯作者。

该工作获得科技部重点研发计划、国家自然科学基金、中科院国际团队以及湖北省创新群体项目等的资助。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41534-022-00585-5> (<https://www.nature.com/articles/s41534-022-00585-5>)

下一篇：[精密测量院徐富强研究员团队基于基因编码生物磁共振成像技术实现特异类型神经元网络的活体成像 \(/t20220713_6476738.html\)](https://www.nature.com/articles/s41534-022-00585-5)



(<http://www.cas.cn>)

中国科学院精密测量科学与技术创新研究院

地址：武汉市武昌小洪山西30号 电话：027-87199543 邮政编码：430071

ICP备案号：鄂ICP备20009030号-1 (<https://beian.miit.gov.cn>) 鄂公网安备 42011102003884号

