



上海光机所脉冲光抽运铷原子钟研究取得突破

文章来源：上海光学精密机械研究所

发布时间：2013-01-05

【字号：小 中 大】

中科院量子光学重点实验室王育竹院士领导的新型星载原子钟课题组在脉冲光抽运铷原子钟研究中取得突破性进展。课题组在2012年12月15日出版的国际学术期刊《光学快报》上发表的论文[*Opt. Lett.* 37, 5036 (2012)]中，首次报道了利用基于磁光旋转效应的正交偏振探测技术探测气泡式铷原子钟的钟跃迁信号，获得了对比度高达90%的超高对比度钟跃迁信号，抑制了散弹噪声，极大地提高了钟跃迁信号的信噪比和原子钟频率稳定度。

国际上气泡式铷原子钟的跃迁信号都是利用吸收法探测，由于散弹噪声的限制，获得的钟跃迁信号对比度最高不超过30% [*Phys. Rev. A* 81, 013833 (2010), *Metrologia* 49, 425 (2012)]。正交偏振探测技术可以将探测光的背景光强滤除，因此抑制散弹噪声和激光引入的噪声，从而大幅提高原子钟的频率稳定度。在相同条件下，利用正交偏振探测技术获得的以阿伦方差表征的铷原子钟频率稳定度比传统的吸收探测技术提高一个数量级。

众所周知，原子钟是卫星导航定位系统（如美国的GPS和中国的北斗系统）的核心部件之一，当今各国广泛采用光谱灯抽运的铷气泡型原子钟作卫星导航系统的星载钟。但是，由于传统铷气泡型原子钟利用了连续光抽运技术，因此存在光频移，由于散弹噪声的影响，原子钟的中长期频率稳定性不好。采用正交偏振探测技术的脉冲光抽运铷原子钟可以消除光频移，使其频率稳定度指标比被动氢原子钟略高，并且具有体积小和重量轻的优点，是下一代导航系统的理想星载钟。

《光学快报》审稿人对该工作做出了高度评价：“这是一篇有趣的工作，作者利用磁光旋转方法代替吸收法，极大的压制了背景光强噪声，提高了钟跃迁谱线信噪比。该方法应该得到原子钟研究领域的关注。”

文章发表一周后，意大利国家计量研究院时间频率部Micalizio博士（脉冲光抽运铷原子钟研究世界最好记录保持者）发来贺电称：“祝贺你们在你们的设备上取得的杰出成果……”。

该项研究得到973项目、中科院仪器设备功能开发技术创新项目以及863项目的支持。

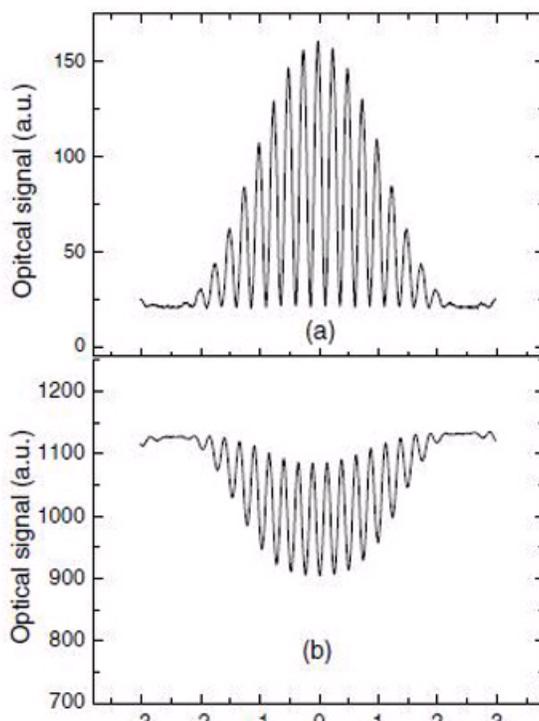


图1、正交偏振探测技术获得的Ramsey条纹 (a) 对比度90%，信噪比840，吸收探测技术获得的Ramsey条纹；
(b) 对比度20%，信噪比130。

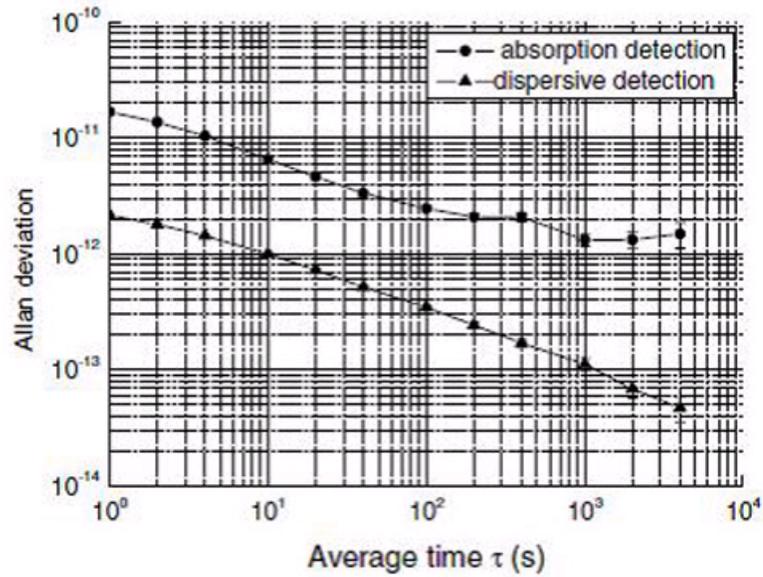


图2、正交偏振探测技术（三角形）和吸收探测技术（圆点）的原子钟阿伦方差对比

打印本页

关闭本页