

第十三届中国卫星导航年会 候选青年优秀论文公示表

姓名	颜碧波	出生年月	1992.7	论文编号	CSNC-2022-0473
论文题目	守时型汞离子微波钟研究进展				

论文概要

一、研究目的和方法

面向守时应用的汞离子微波钟在聚焦系统的可靠性和连续运行能力的同时，追求更高的频率稳定性和漂移率指标。利用密封真空维持技术，可实现长时间、无能耗的真空维持；基于分区式线形阱的汞离子微波钟实验系统，进一步减少系统的离子数频移，提升信噪比；进一步优化磁屏蔽和光学系统设计，实现更高的频率稳定度预期。

二、主要结果与结论

设计并搭建了基于分区式线形阱的汞离子微波钟样机，密封真空系统在长期运行下保持了高真空度，实现了长时间且无能耗的真空维持；在四极阱区获得了信噪比良好的钟跃迁谱线，系统的散弹噪声达到 $7.29E-14/\tau^{1/2}$ ，并实现了离子在两个阱之间的高效梭动，在 50 次的梭动过程保持了离子数稳定。

三、主要创新点

利用了密封真空系统关键技术，设计并搭建了一套面向守时应用的汞离子微波钟。系统采用四极-十二极的分区式线形阱结构，相比单区式四极阱能够有效改善离子数二阶多普勒频移，并进一步优化了磁屏蔽和光学系统设计，具有更高的频率稳定度预期。

四、科学意义和应用前景

面向守时应用的汞离子微波钟在聚焦系统的可靠性和连续运行能力的同时，追求更高的频率稳定性和漂移率指标。掌握密封真空维持和分区式线形离子阱等关键技术，是汞离子微波钟实现更高稳定度预期和走向实用化的重要条件，为实现 10^{-16} 量级的高性能守时型汞离子微波钟奠定基础。研究汞离子微波钟必将在精密测量、守时应用、卫星导航和深空探测等诸多领域发挥重要的作用。

五、解决的实际问题

在密封真空维持方案的基础上，设计并搭建了基于分区式线形阱的汞离子微波钟样机。初步试验结果表明，密封真空系统能够很好的满足真空环境的需求，信噪比的提升验证了光学系统的优化达到了预期，系统的量子散弹噪声达到 $7.29E-14/\tau^{1/2}$ 。成功实现离子在两个阱之间的高效梭动，解决了分区式线型阱系统离子操控关键问题。