

第十三届中国卫星导航年会 候选年会最佳论文公示表

姓 名	崔家齐	出生年月	1993. 11	论文编号	CSNC-2022-0669
论文题目	超高性能气泡型铷原子钟物理系统设计研究				
论 文 概 要					
一、研究目的和方法					
<p>本单位研制的高性能星载铷钟为北斗二号、北斗三号卫星导航系统的建设和运行提供了强有力技术支撑。但为满足后续新一代北斗导航系统和其它深空探测任务的更高技术需求，本文工作通过提高物理系统信噪比等方法和技术手段，探索研究超高性能的谱灯抽运气泡型铷原子钟。</p>					
二、主要结果与结论					
<p>依据散粒噪声极限稳定度的评估方法对本文设计的物理系统进行了评估，其对铷钟短期稳定度的贡献为 $5.1 \times 10^{-14} \tau^{-1/2}$，将该物理系统与本实验室研制的铷钟电路系统进行桌面联调测试，在常压环境下测得稳定度指标达到 $1.5 \times 10^{-13} \tau^{-1/2}$ (1s~100s) 水平，这与最高性能的激光抽运铷钟指标在同一水平，这也是迄今为止国内、外有报道的谱灯抽运气泡型铷钟获得的最好短期稳定度指标。</p> <p>根据实验结果和噪声分析计算，实验中用作频率参考源的氢钟限制了铷钟的短期稳定度测试结果，且铷钟尚为桌面系统，环境因素对百秒以上稳定度指标影响较大，这也正是我们后续的研究内容和方向。</p>					
三、主要创新点					
<p>为进一步增加参与共振跃迁原子数目、增强原子跃迁信号，我们适当增大了物理系统尺寸，并对微波腔、光谱灯以及物理系统整体结构进行了改进和优化，设计出了全新的 $\Phi 40\text{mm}$ 开槽管式微波腔物理系统，在腔泡系统中首创设计了微波阑部件，以减小外界微波场对微波腔工作模式的干扰。此外，我们重新优化设计了物理系统工作温区的热结构、机械结构，增强了滤光系统的滤光效率。</p>					
四、科学意义和应用前景					
<p>本文的研究成果突破了现有的气泡型铷原子钟短期稳定度指标，达到了国际领先的水平，这也为今后铷钟长稳指标突破 1×10^{-15} 进入 10^{-16} 量级奠定了基础，向着探索铷钟极限迈出了新的一步。具有超高性能的铷钟必将使其拥有更广阔应用前景，可满足高精度卫星导航、深空探测、基础物理研究等多种需求。</p>					
五、解决的实际问题					
<p>星载铷钟作为空间段时间频率基准是北斗导航卫星的关键核心设备，铷钟稳定度提高可直接减小导航卫星信号的时间误差，从而提高整个卫星导航系统的定位精度和授时精度。</p>					

填表说明：请论文作者如实填写表格，字体采用“楷体 小四”，总字数控制在 600 至 800 字。