

第十届中国卫星导航年会 候选青年优秀论文公示表

姓 名	郝 强	出生年月	1987.10	论文编号	CSNC-2019-0132
论文题目	一种低温度敏感度的气泡型原子钟物理系统				
论 文 概 要 一、研究目的和方法 气泡型原子钟的温度敏感度主要与物理系统相关，本文旨在保持高信噪比的前提下，针对空气环境，实现一种具有低温度敏感度的气泡型原子钟物理系统。我们首先设计了一种内径 20 mm 的磁控管微波腔，方向因子为 0.9。然后，采用充有 $P_{Ar}/P_{N_2}=1.6$ 的混合缓冲气体的吸收泡，将物理系统的零温度系数点设置为 65℃；同时，吸收泡的泡尾体积仅为整体体积的 1%，使得几何效应产生的附加温度系数仅为 $2 \times 10^{-11}/^{\circ}\text{C}$。最后，采用三级控温方案及被动隔热设计，以减小环境温度变化对系统温度的影响。 二、主要结果与结论 该物理系统的散弹噪声极限约为 $1.6 \times 10^{-14} \tau^{-1/2}$，与国际最好水平相当；系统的温度系数仅为 $2 \times 10^{-11}/^{\circ}\text{C}$；大气环境下，连续 20 天的测试结果显示，腔泡系统温度的阿伦方差为 $6 \times 10^{-5}/\text{天}$，首次实现优于真空环境的温度控制精度 $8 \times 10^{-5}/\text{天}$(意大利计量院 INRIM: Metrologia 49(4): 425-436.3)。 三、主要创新点 首次提出并实现了一种针对空气环境的高性能气泡型原子钟物理系统。连续 20 天温度监测结果表明该系统在大气环境下的温度控制效果理想。 此外，针对多级温度控制环路之间的热耦合和震荡问题，我们提出了一种闭环控制和开环控制结合的温度控制方案，简化了多级温度控制的参数优化过程，也提升了系统的可靠性。 四、科学意义和应用前景 与其它类型的原子钟相比，气泡型原子钟在成本、体积、可靠性等方面具有一定优势。而温度敏感度高是气泡型原子钟普遍存在的问题，这严重限制了高性能气泡型原子钟的地面应用，如卫星导航用户终端、甚长基线干涉测量、高精度时间传递等。该工作使得气泡型原子钟的地面应用成为可能。 五、解决的实际问题 本文解决了气泡型原子钟在大气环境中对环境温度变化敏感的问题。对于气泡型原子钟而言，温度敏感度高是一个普遍的亟待解决的问题，而且此问题在空气环境下表现的尤为突出，表现为阿伦方差会在积分时间大于 1000s 甚至 100s 时开始恶化。研究表明，气泡型原子钟的温度敏感度主要与物理系统相关，本文实现了一种低温度敏感度的物理系统。					

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。