

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	郑发松	出生年月	1989.08	论文编号	CSNC-2022-0653
论文题目	用于铷喷泉钟的低温度敏感微波真空一体 Ramsey 腔				
论 文 概 要					
一、研究目的和方法					
<p>喷泉钟是时间-频率的计量仪器，具有超高频稳定度和频率复现性，以及极小频率不确定度，在守时授时、卫星导航定位等领域发挥着重要作用。但是，目前喷泉钟的 Ramsey 腔采用无氧铜材料制备，使得腔的谐振频率对温度敏感，对于铷喷泉 Ramsey 腔，其温度系数达到了$-115 \text{ kHz}/^\circ\text{C}$，从而使得喷泉钟的工作温度范围小，且对温度波动敏感。此外，Ramsey 腔及其微波馈线放置在喷泉钟物理系统真空内部的传统布局，使得物理真空系统体积大、难装调，且在物理系统整机真空烘烤后腔的谐振频率不可调谐。针对此问题，本文将研制低温度敏感性的微波-真空一体化的 Ramsey 腔，实现喷泉钟的小型易搬运、易装调性、低温度敏感性和较大工作温度范围。</p>					
二、主要结果与结论					
<p>本文研制了具有低温度敏感特性的微波真空一体 Ramsey 腔，并将其应用了铷喷泉钟上。所研制腔的 Q 值为 11500，腔的温度敏感性为$-16.3 \text{ kHz}/^\circ\text{C}$，较具有相同尺寸的传统无氧铜 Ramsey 腔的温度敏感性 ($-115.9 \text{ kHz}/^\circ\text{C}$)，降低了 7.1 倍；所研制腔减小了喷泉钟物理真空系统体积，易于安装；在喷泉钟物理真空系统整机烘烤后，腔的谐振频率可调谐，调谐范围为 130 kHz。</p>					
三、主要创新点					
<p>1) 针对目前喷泉钟物理真空子系统体积大，难装调，以及腔谐振频率不可调谐的问题，国内首次实现了微波-真空一体 Ramsey 腔方案。减小了喷泉钟系统体积，易于安装，可精密调节腔谐振频率。</p> <p>2) 针对目前喷泉钟系统工作温度范围小、对环境温度变化敏感的问题，国际上首次提出并实现了低温度敏感 Ramsey 腔技术，利用两种热膨胀系数不同的材料，通过腔体尺寸温变自补偿，可实现腔谐振频率对温度变化不敏感。</p>					
四、科学意义和应用前景					
<p>该研究将实现喷泉钟的小型易搬运、易装调性、低温度敏感性和较大工作温度范围，将推动喷泉钟的商业化应用，更好地在守时授时、卫星导航定位和精密时间-频率比对中发挥重要作用。</p>					
五、解决的实际问题					
<p>1) 目前喷泉钟物理真空子系统体积大，难装调，以及腔谐振频率不可调谐；</p> <p>2) 目前喷泉钟系统工作温度范围小、对环境温度变化敏感。</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。