

---

# 来自中国！第五种最高精度量级原子光频标问世

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17985.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

来自中国！第五种最高精度量级原子光频标问世。

记者4月14日从中科院精密测量院了解到，该院研究团队成功研制不确定度达 $3 \times 10^{-18}$ 的钙离子光频标，即105亿年偏差不到1秒，使我国拥有了国际上第五种不确定度指标达到 $10^{-18}$ 量级的光频标。相关成果近日在《应用物理评论》上发表。

当前世界测量精度最高的物理量是光频，最高精度已达 $10^{-18}$ 量级。其中原子光频标是光频精密测量的典型代表，是目前准确度最高的原子频标。截止目前，国际上仅有铯原子光频标(美国天体物理联合实验室JILA、日本东京大学)、镱原子光频标(美国国家标准与技术研究院NIST)、铝离子光频标(NIST)、以及镱离子光频标(德国联邦物理技术研究院PTB)等四种原子光频标的不确定度达到了 $10^{-18}$ 量级。

中科院精密测量院高克林研究团队解决了黑体辐射频移、多普勒频移、微运动效应、电四极频移等影响钙离子光频标不确定度的关键物理问题与技术难题。其中，研究人员将离子阱置于液氮低温环境中(78开尔文)，液氮容器采用导热性良好的无氧铜材料，以及在液氮容器与真空腔间加入顶针等设计，极大地降低了离子阱在竖直与水平方向上的移动。

同时，通过两束相向的钟跃迁探测激光间的频率比对，精确评估了由离子阱微小移动造成的一阶多普勒频移，通过微运动三维边带谱的方法每天对离子微运动进行优化与评估，以降低液氮容积变化对离子阱内剩余电场的影响。此外，还通过设置特定的主磁场方向以降低液氮容积变化对钟跃迁电四极频移的影响等，最终在国际上首次实现了液氮低温钙离子光频标，不确定度达到 $3 \times 10^{-18}$ 。

据介绍，高克林团队从2000年开展钙离子光频标的实验研究，通过解决抑制离子运动效应、解决超窄线宽激光、实验环境影响精确控制等一系列关键科学和技术问题，于2011年成功研制国内首台光频标，不确定度为 $7.8 \times 10^{-16}$ ，通过改进钟跃迁激光性能、采用魔幻囚禁场抑制微运动效应，2016年将光频标的不确定度提升至 $5.1 \times 10^{-17}$ ，通过实验上精确测量魔幻囚禁场频率，获得的钟跃迁静态极化率之差，2019年将钙离子光频标的不确定度提升至 $1.3 \times 10^{-17}$ 。

相关科研人员表示，在基础研究领域，光频标极低的不确定度有助于提高基本物理量定义、基本

---

物理常数测量和基本物理定律检验等的精度，以及推进新物理的发现。在应用研究领域，在时间基准、相对论大地测量、导航定位等方面具有广泛的应用场景。（来源：中国科学报荆淮侨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.17.034041>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：[shouquan@stimes.cn](mailto:shouquan@stimes.cn)。

作者：高克林等 来源：《应用物理评论》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发