
科研人员构建城际量子传感网络

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38043.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！

科研人员构建城际量子传感网络。

近日，中国科学技术大学等系统实现了核自旋量子精密测量技术的原理性突破，并构建了国际首个基于核自旋的城际量子传感网络，首次在实验上突破了对拓扑缺陷轴子暗物质约束的天体物理观测极限。

当前研究表明，在宇宙的物质构成中，普通可见物质仅占约4.9%，而暗物质则占约26.8%。然而，暗物质的微观本质仍是现代物理学的谜团。破解这一谜团的关键在于寻找暗物质候选粒子，其中轴子成为当前理论动机最强的候选者之一。

轴子构成的场在宇宙早期相变中可能产生拓扑缺陷——这是一种类似宇宙弦或畴壁的、具有稳定结构的宏观“褶皱”。当这种结构穿越地球时，会与地面上部署探测器中的原子核自旋发生相互作用产生旋转信号。但是，由于信号极其微弱且持续时间短，对探测技术提出了极高要求。

科研团队创新

性地发展了核自旋量子精密

测量技术，原理性突破了惰性气体原子（¹²⁹

Xe）核自旋对瞬时信号的响应探测难题，

将微秒级别的暗物质拓扑缺陷结构信号“存储”到接近分钟级别的核自旋相干态中。

同时团队结合自主提出的核自旋量子放大技术，

将微弱信号放大了至少100倍，使得自旋旋转探测灵敏度达到约1微弧度，较之前实验室探测技术实现了约4个量级的灵敏度提升。

为进一步提升探测灵敏度、抑制局部噪声并排除单站式探测盲区，团队建成了国际首个基于核自

旋的城际量子传感网络。

该网络由分布于合肥—杭州的5台自主研发的核自旋量子传感器组成，利用卫星同步实现跨度为320公里的分布式量子传感，构成了超灵敏的暗物质信号鉴别系统。

长基线使得真实暗物质事件在不同节点间产生可分辨的信号延迟与相位差，结合多节点数据的三维拟合，能有效抑制局部干扰，成功将误报率降低约三个数量级。相较于国际上已有的基于碱金属传感器的全球核子磁力计网络（GNOME），该新型核自旋探测网络的能量分辨率提升了约4个量级，为拓扑缺陷暗物质提供了更强大的探测工具。

通过连续2个月的观测与量子传感网络数据关联分析，团队未发现统计显著的拓扑缺陷穿越事件。基于此“无信号”结果，团队在轴子质量10 peV至0.2

μeV的宽广范围内，给出了迄今最严格的轴子—中子耦合实验室限制。尤其在84 peV附近，耦合尺度上限达 4.1×10^{10}

GeV，比超新星SN1987A的天体物理限制高

出40倍，

首次在该质量区间实现了实验室探测对天文观测的超越，为探索天文观测以外的物理参数空间提供了手段。

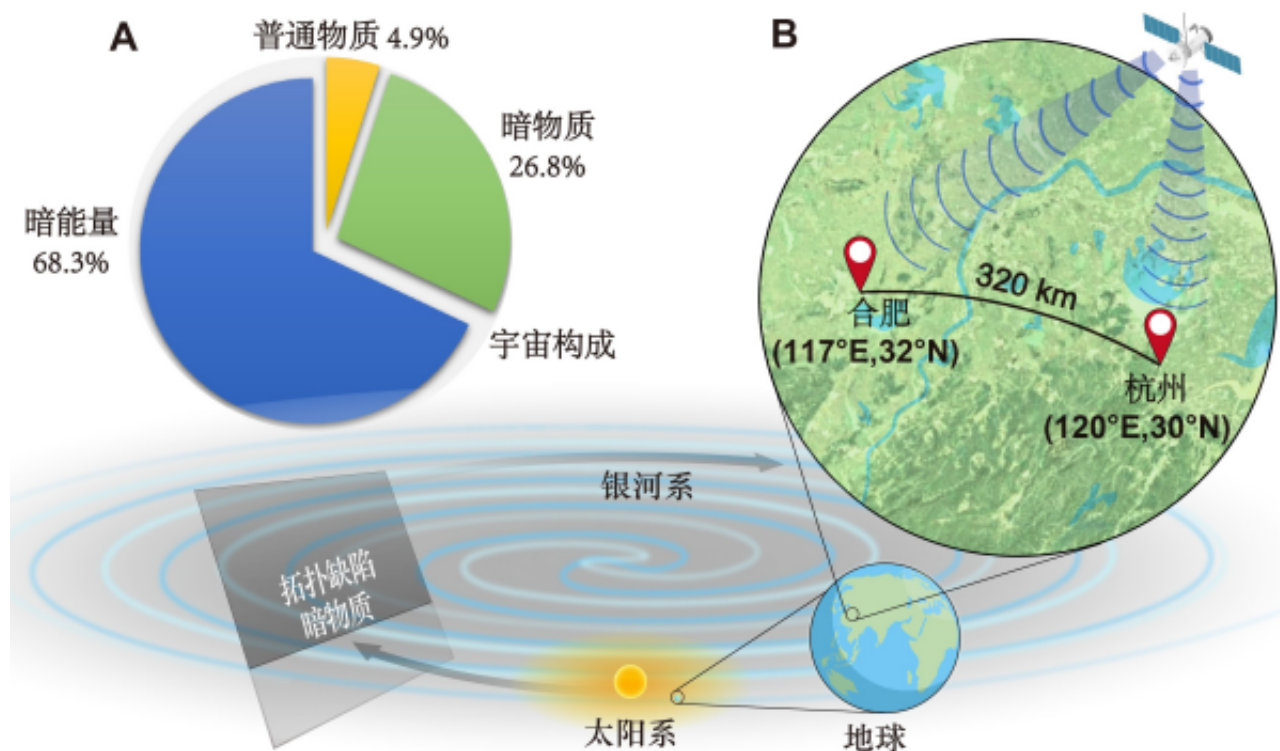
这一研究是团队在量子精密测量与基础物理研究的交叉科学前沿取得的最新突破，实现了从单站式测量到多站点协同探测的跨越，通过构建分布式传感器网络，系统性地开展了瞬态暗物质的实验搜寻，不仅为拓扑缺陷暗物质探测提供全新途径，也为搜寻轴子星、轴子弦等更多超越标准模型的瞬态新现象开辟了新方向。

此类传感器网络可与引力波天文台等设施协同，构成多信使观测网络，捕捉双黑洞并合等极端天体事件可能释放的轴子辐射，开启了探索暗物质与宇宙极端事件关联的新窗口。

团队计划通过全球组网、空间部署及发展新一代的惰性气体核自旋量子传感技术，将探测灵敏度再提升 10^4 倍，迈向更深远的物理前沿。

相关研究成果发表在《自然》（Nature）上。

[论文链接](#)



A：宇宙构成成分图；B：基于城际量子传感网络的暗物质搜寻。该网络由位于合肥中国科技大学的4台量子传感器与位于杭州浙江工业大学的一台量子传感器组成。

研究团队单位：中国科学技术大学

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](#)转发