

NASA 将试飞首个测量重力的量子传感器

黑色背景下的高低起伏的地球彩色三维模型，显示了重力的变化。南北美洲的颜色极其明显。红色区域表示重力较大，蓝色区域表示重力较小。

地球重力地图。红色表示地球上引力较大的区域，蓝色表示引力较小的区域。终有一天，科学级的量子重力梯度仪能够以前所未有的精确度绘制出这样的地图。

这项任务将为对从石油储备到全球淡水供应等各种资源进行突破性的观测奠定基础。

来自 NASA 南加州喷气推进实验室、私营公司和学术机构的研究人员正在开发首个用于测量重力的天基量子传感器。在 NASA 地球科学技术办公室（ESTO）的支持下，这项任务将开创量子传感的先河，并将为对从石油储备到全球淡水供应等各种资源进行突破性的观测奠定基础。

地球的引力场是动态的，随着地质过程在地球表面重新分配质量，引力场每天都在发生变化。质量越大，重力越大。

在日常生活中，你不会注意到重力的这些微妙变化，但是利用灵敏的重力梯度仪，科学家可以绘制出地球重力场的细微差别图，并将其与含水层和矿藏等地下特征联系起来。这些重力地图对于导航、资源管理和国家安全至关重要。

JPL 地球科学首席技术专家兼 JPL 量子空间创新中心主任 Jason Hyon 指出：“我们可以用原子来确定喜马拉雅山的质量。”Hyon 及其同事在最近发表于《EPJ 量子技术》（EPJ Quantum Technology）的一篇论文中阐述了他们的量子重力梯度仪探路者（QGGPf）仪器应用背后的理论。

重力梯度仪跟踪的是一个物体在某一位置下落的速度与一个物体在不远处下落的速度的比较。这两个自由下落的物体（也称为测试质量）之间加速度的差异与重力强度的差异相对应。测试质量在重力较强的地方下落得更快。

QGGPf 将使用两团超冷铷原子作为测试质量。冷却到接近绝对零度的温度后，这些云中的粒子表现得像波一样。量子引力梯度仪将测量这些物质波之间的加速度差异，以确定引力异常。

JPL 的实验物理学家 Sheng-wei Chiow 解释称，使用超冷原子云作为测试质量是为了确保天基重力测量长期保持精确的理想方法。“有了原子，就能保证每

次测量都是一样的，不会受到环境的影响。”

使用原子作为测试质量也使得在单个航天器上使用小型仪器测量重力成为可能。QGGPf 的体积约为 0.3 立方码（0.25 立方米），重量仅为 275 磅（125 千克），比传统的天基重力仪器更小更轻。

量子传感器的灵敏度还能更加精确。据估计，科学级量子重力梯度仪测量重力的灵敏度可能是传统传感器的 10 倍。

这项技术验证任务计划在 2030 年左右发射，其主要目的是测试一系列在原子尺度上操纵光与物质之间相互作用的新技术。

“JPL 的博士后研究员本·斯特雷（Ben Stray）指出：“还没有人尝试过让这些仪器飞起来。我们需要让它飞起来，这样才能弄清楚它的运行状况如何，才能够推动量子重力梯度仪的发展，以及整个量子技术的发展。”

这一技术开发项目涉及 NASA 与小型企业之间的重要合作。JPL 的团队正与 AOSense 和 Inflection 合作推进领先传感器技术，而位于马里兰州格林贝尔特的 NASA 戈达德太空飞行中心正与 Vector Atomic 合作推进激光光学系统。

最终，在这次探路者任务中取得的创新成果将提高我们研究地球的能力，以及我们了解遥远行星和重力在塑造宇宙中所起作用的能力。“QGGPf 仪器将促进行星科学应用和基础物理学应用的产生。” Hyon 指出。

<https://www.jpl.nasa.gov/news/nasa-aims-to-fly-first-quantum-sensor-for-gravity-measurements/>

翻译：王广辉 校对：左夏玮