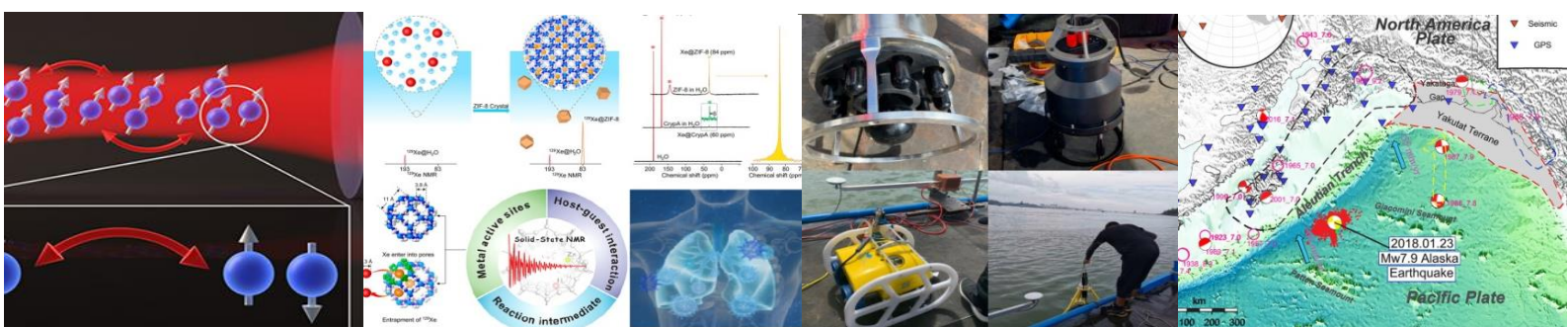


精密测量科技快报



本期焦点

- 以色列拨款 6000 万美元建造第一台量子计算机
- NATURE|核裂变中角动量的产生
- NATURE|利用光钟网络进行 18 位精度的频率比测量
- Phys. Rev. A|超冷原子-离子碰撞截面的高能分辨率测量
- GEOLOGY|在上两个间冰期，冰盖融化导致了北极的甲烷排放
- NATURE|美国各地的地下蓄水层都有大量的潜在损失
- 美国 NIST 团队比较了 3 个顶级原子钟在光纤和空气中的记录精度

目录

项目计划

以色列拨款 6000 万美元建造第一台量子计算机	1
上海市科委与联影集团联合首设“探索者计划”共推基础及应用基础研究	2

研究进展

NATURE 核裂变中角动量的产生	3
NATURE 光子量子位的无损探测	4
Phys. Rev. A Cs 和 Yb 的量子简并混合物	6
NATURE 利用光钟网络进行 18 位精度的频率比测量	7
Phys. Rev. A 超冷原子-离子碰撞截面的高能分辨率测量	8
GEOLOGY 在上两个间冰期, 冰盖融化导致了北极的甲烷排放	9
PNAS 一份数百万年前格陵兰岛植被和冰川历史的记录保存在世纪营地 1.4 公里冰层下的沉积物中	11
NATURE 美国各地的地下蓄水层都有大量的潜在损失	12
GPS Solutions 用于改进轨道和重力场确定的 Swarm 卫星 GPS 载波相位观测的带宽修正	13
Remote Sensing 用于监测和绘制矿山废料堆放场土壤铬污染的卫星图像	15

精测快讯

美国 NIST 团队比较了 3 个顶级原子钟在光纤和空气中的记录精度	16
第四届物理, 数学与统计国际学术会议 (ICPMS2021).....	18

项目计划

以色列拨款 6000 万美元建造第一台量子计算机

以色列开启了其国家量子计划的新项目，力求建造其首台量子计算机，加入量子计算的全球竞赛。

据以色列创新局的技术基础设施部副部长 Aviv Zeevi 表示，以色列国防部和创新局，正在接收来自跨国公司、以色列本土企业和学术机构，对于一个 6000 万美元项目的投标。该项目旨在建造一台 30-40 量子比特的量子计算机，预计中标者将在 2021 年底前开展工作。Zeevi 表示说，以色列不希望掉队，尤其是在这场科技盛会中。且至少要达到一个说得过去的水平，才能开发与量子计算机相关的各种软硬件。

此新项目是以色列 12.5 亿谢克尔（以色列官方货币，约合人民币 24 亿）国家计划的一部分，该计划旨在培养量子能力。该国家计划要求在六年内投入 12.5 亿谢克尔(约 24.3 亿人民币)。大部分资金将来自高等教育委员会、国防部研究、武器开发和技术基础设施管理局以及学术机构的现有预算，其中政府将投入 1.9 亿谢克尔(约 3.85 亿人民币)。该计划目标是利用以色列在量子计算和外围硬件应用开发方面的相对优势，使其成为一个进入量子研究领域的“门槛国”，即使以色列不是量子计算领域的全球领导者，它也必须加入这场竞赛，获得知识和经验，以免因特殊原因，他国可能限制对其出口量子技术。在该计划中，除量子计算外潜在的关注领域还有量子感测和量子材料。



图 1 Quantum Machines 团队

中美德等其他国家，纷纷投入了大量资金，以研究量子计算这项前沿技术。以色列作为一个科技强国，拥有数十家独角兽公司，或者说是价值超过 10 亿美元的私有科技公司，但量子计算初创企业却寥寥可数。

以色列在该领域比较具有代表性的公司有 Classiq Technologies 软件公司、量子计算机软硬件公司 Quantum Machines。

Quantum Machines 的首席执行官 Itamar Sivan 表示，政府这一举措迈出了重要的第一步，希望通过持续投资，以色列可以发展出蓬勃的量子生态系统。

（仇华炳 编译）

原标题：**Israel Allocates \$60 Million to Build First Quantum Computer**

原链接：<https://www.bloombergquint.com/onweb/israel-allocates-60-million-to-build-first-quantum-computer>

上海市科委与联影集团联合首设“探索者计划”共推基础及应用基础研究

新年伊始，上海市科委与联影集团签订了推进基础研究及应用基础研究合作框架协议，双方将联合首设“探索者计划”，针对高端医疗装备技术发展中的重大科学问题和关键技术难题，吸引和集聚全市优秀研究机构与科研人员，重点围绕医疗设备、医疗人工智能等相关领域，共同支持相关基础研究和应用基础研究，促进跨部门、跨行业、跨区域的协同创新，推动相关领域自主创新能力的提升。

联影集团是国内领先的高端医疗影像设备制造商，拥有领先的技术和雄厚的实力。本次签约后，双方将按一定比例配套出资，吸引和集聚全市研究机构和科研人员围绕医疗设备、医疗人工智能等相关领域，开展基础研究和应用基础研究，从源头助推我国高端医疗设备行业发展。根据协议，“探索者”计划将于 2021 年度启动项目征集工作。该计划将依托上海市科委“科技创新行动计划”，面向相关科研人员，进行公开征集并择优支持。

市科委主任张全表示，基础研究是整个科学体系的源头，也是所有技术问题的总机关。“十四五”时期，上海将按照党中央和国务院要求，强化基础研究系统布局，加快形成政府投入为主、社会多渠道投入机制，进一步激发各类创新主体活力，引导、支持企业投入基础研究。

“高端医疗设备行业是技术壁垒高、创新密集、人才密集、资本密集的高新技术产业，基础研究的突破，对联影乃至整个产业的发展都至关重要。”谈及与政府携手支持基础研究的原因，联影集团董事长薛敏说。2011 年成立以来，联影集团始终坚持自主研发，并成立了开展前瞻性技术研究的中央研究院，如今已初步实现全线产品核心部件的技术突围。

据悉，联影集团已牵头实施 10 项科技部“数字诊疗装备研发重点专项”项目，包括一体化全身 PET/MR、新一代临床全数字 PET-CT、320 排 CT、5.0T 超导磁共振、3.0T 儿科专用磁共振、DR/CT 探测器专用集成电路等。这些项目不仅填补了我国高端医疗设备尖端领域空白，也将有力推进精准医疗、生物治疗、分子诊断等科技前沿领域研究。未来两年，联影集团将携手多家高校、科研院所、三甲医院协同创新，推动产品核心性能达到国际领先水平。“探索者计划”的设立，将为这一从“并跑”到“领跑”的进程提供有力支撑。

（仇华炳 编辑）

原标题：上海市科委与联影集团联合首设“探索者计划”共推基础及应用基础研究

原链接：http://www.most.gov.cn/dfkj/sh/zxdt/202101/t20210129_161062.htm

研究进展

NATURE | 核裂变中角动量的产生

重原子核的稳定性是通过一系列力的微弱平衡来控制的，包括倾向于解离原子的核质子间库伦排斥力、驱使核成球型配置的核表面张力和为某些核形状提供额外稳定性的量子壳效应。当这种平衡出现一个支持库伦排斥力的微扰时，原子核将出现裂变。重原子核裂变时，人们观察到产生的碎片有着自旋。对于开始自旋为 0 或者几乎为 0 的系统，每个碎片内部产生 6 或者 7 个单位角动量是特别让人困惑的，以至于在过去 40 年内已经成为核物理中的一个谜团。当前尚没有实验性观察结果能够对产生角动量的机理的许多竞争理论进行决定性的区分。然而，多数科学家存在一个共识，在核裂变之前集体振动模式的激发产生了固有自旋。

然而，2021 年 2 月 24 日，法国巴黎萨克雷大学 J. N. Wilson 等国家的核物理学家在《NATURE》上发表题为《Angular momentum generation in nuclear fission》的文章却颠覆了这种共识。研究组在法国奥赛 IJC 实验室 ALTO 粒子加速器设施中诱发核裂变反应，并对过程中产生的伽马射线进行测量。结果显示在碎片自旋与伴侣碎片自旋之间没有明显的关联，实际上证实了角动量是在核裂变之后产生的。碎片平均自旋和质量有着很强的依赖关系，随着质量变化呈现锯齿状分布。碎片自旋对伴侣碎片核的质量、核电荷没有明显的依赖，这也明确了自旋机理的非关联裂变后产生的本质。为了解释这些观察结果，作者提出核裂变系统断裂中核子的集体运动会产生两个独立的扭矩，类似于弹性松紧带的折断。根据统计理论，基于角动量态布居的参数化很好地描述了整个实验数据。这个对核裂变中自旋的深入了解颠覆了科学家之前关于裂变前产生自旋的共识，不仅对裂变的基本理解和理论描述很重要，而且对核反应堆的 γ 射线加热问题，富中子同位素结构的研究，以及超重元素的合成和稳定性也有影响

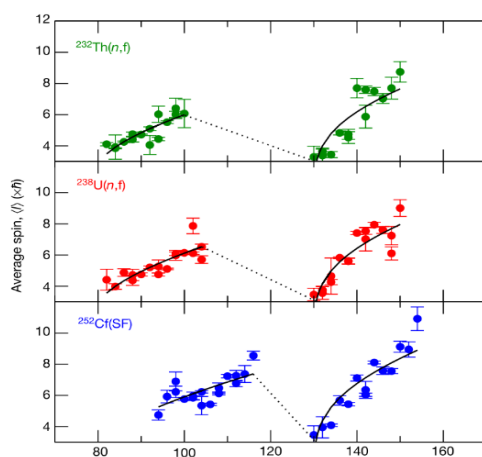


图 2 平均自旋对碎片质量的依赖关系

（周朋朋 编译）

原标题: **Angular momentum generation in nuclear fission**

原链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03304-w>

NATURE | 光子量子位的无损探测

量子位是量子信息科学中的基础信息单元。将量子位编码到单个光子的两个模式可以实现量子信息长距离范围内的分发。这将促进很多实验，例如从量子物理中的基本测试到量子通信和量子网络相关的应用。然而，长传输通道中不可避

免的吸收、衍射、散射造成的光子丢失限制了其传输距离。并且这种丢失通常独立于编码量子位的光学模式。事实上在光纤中，量子位载体、光子的丢失率比编码量子位的所有退相干速率要大很多倍。对于光子，这种丢失是非常基础的，在任何设想的量子信息处理任务中都不可消除。然而人们能够通过无损量子位探测器(NPQD)追踪光子来减弱这种丢失效应。

2021 年 3 月 24 日,《NATURE》科学杂志发表了德国马克斯普朗克研究所和西班牙巴塞罗那科学与技术研究所等单位研究人员文章《Nondestructive detection of photonic qubits》。文章证明了利用强耦合到两个独立光学振荡器模式中的单原子来实现一个 NPQD。其中,光子极化量子位被发送到一个量子位腔。光子在腔中被反射的同时在原子叠加态上引入一个 π 相移。通过原子叠加态的相干操纵,相位信息能够映射到布居数信息上,而布居数信息能够通过态探测腔来进行读出。这个信号宣示了量子位腔反射的光子量子位的无损探测。这种两个腔提供的强原子-光子相互作用能够实现一个高效的 NPQD。作者表示这种探测器在当前参数下相比于早先的方法能够改善长距离纠缠和量子态分发的速率和保真度,能通过量子位放大提供资源优化,并能实现无漏洞探测的贝尔测试。

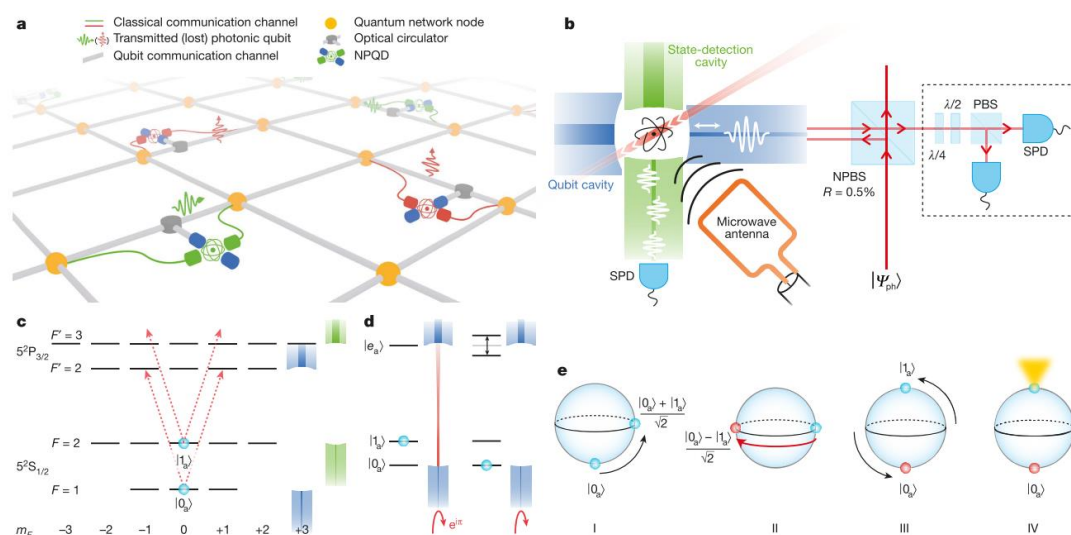


图 3 无损量子位探测器

(周朋朋 编译)

原标题: **Nondestructive detection of photonic qubits**

原链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03290-z>

Phys. Rev. A | Cs 和 Yb 的量子简并混合物

超冷原子混合气体为许多研究提供了一个有吸引力的平台,比如新型量子相的实现,量子液滴、孤子和集体动力学的研究,二元流体动力学和量子扰动、Efimov 态的研究,以及超冷极性分子的产生等。早期的混合气体实验主要集中在双碱金属元素中。但目前人们对碱金属和闭壳层原子的混合,以及高磁性镧系 Er 和 Dy 元素的混合物越来越感兴趣。其中 Cs-Yb 混合物在量子波动之类的非平均场效应研究中有显著的优势。其 Cs 原子的富 Feshbach 结构使得人们可以在低磁场下对 Cs 原子间散射长度进行精密控制且不影响处于基态的 Yb 原子。同时, Yb 原子不同的同位素也有利于人们研究 Bose-Bose 和 Bose-Fermi 系统。

2021 年 3 月 9 日,英国杜伦大学 Simon L. Cornish 研究组在《PHYSICAL REVIEW A》上发表题为“Quantum degenerate mixtures of Cs and Yb”的文章。作者结合 1070 nm 和 532 nm 激光建立了双色光偶极阱(BODT),制备了具有吸引相互作用的($\text{Cs}+^{174}\text{Yb}$)和排斥作用的($\text{Cs}+^{170}\text{Yb}$)的 Bose-Bose 混合系统。其中, Cs、Yb 原子的相对阱深能够被有效地控制,以及在蒸发冷却过程中, Cs 原子能够被 Yb 原子高效地协同冷却。对于 $\text{Cs}+^{174}\text{Yb}$ 体系,作者获得了原子数为 $N_{\text{Yb}} \sim 5 \times 10^4$ 、 $N_{\text{Cs}} \sim 5 \times 10^3$ 的量子混合物。作者发现在该体系中,不同元素原子间的吸引

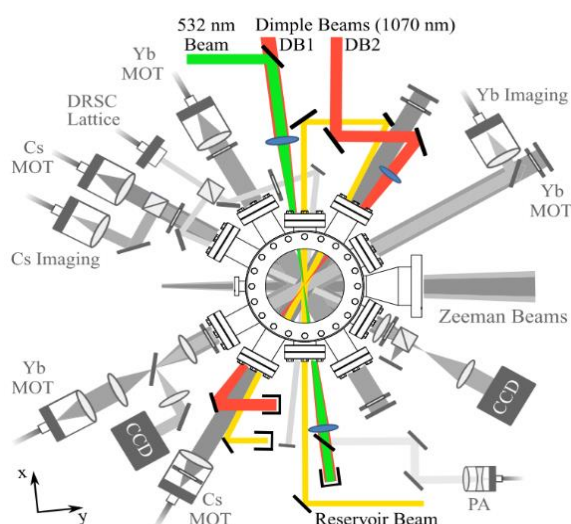


图 4 实验装置示意图

相互作用($a_{\text{CsYb}} = -75a_0$)被相同元素原子之间的排斥相互作用抵消了。对于 $\text{Cs}+^{170}\text{Yb}$ 体系,作者获得的原子数为 $N_{\text{Yb}} \sim 4 \times 10^4$ 、 $N_{\text{Cs}} \sim 1 \times 10^4$ 。然而该体系不

同元素原子间的排斥相互作用($a_{CsYb} = 96a_0$)远大于相同元素原子间的相互作用,以至于体系处于局部混溶的状态。这些 Cs-Yb 混合物体系提供了多功能的平台用以研究杂质物理、集体动力学、二元流体动力学和双组分量子湍流等。

(周朋朋 编译)

原标题: **Quantum degenerate mixtures of Cs and Yb**

原链接: <https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRevA.103.033306#fulltext>

NATURE | 利用光钟网络进行 18 位精度的频率比测量

原子作为时间单位的绝佳参考,因为它们以明确的共振频率发射和吸收光子,而这些共振频率在很大程度上是与环境扰动解耦的。目前,基本标准(^{133}Cs)能够实现高达 16 位精度的第二个,这受到测量和控制微波频率的极微小扰动(10 赫兹水平)能力的限制。然而,基于光学跃迁的钟可以利用比微波标准高 100,000 倍的共振频率来更好地控制分数频率扰动。因此,与主要的微波标准相比,基于光学跃迁的时钟在频率稳定性和系统不确定度方面都有超过 100 倍的提高,为基础科学和应用科学提供了 10^{-18} 级的新能力。在单个实验室内,基于相同原子种类的时钟之间的测量结果显示频率再现性接近该水平,而基于不同原子种类的光学时钟的频率比测量结果则严重滞后,最低测量不确定度为 2.5×10^{-17} 。此外,多个实验室仅直接测量了一个比值 $^{199}\text{Hg}/^{87}\text{Sr}$, 其一致性在 2.0×10^{-16} 的综合不确定度范围内。在这里,他们报告了美国国家标准与技术研究所(NIST)和科罗拉多州博尔德的 JILA 的三个光学时钟的网络比较,分数比不确定度介于 6×10^{-18} 和 8×10^{-18} 之间。除了为重新定义 SI 秒提供一个关键的进展之外,他们还使用这些测量来测试一个超轻暗物质的模型,将其耦合参数与标准模型场的约束收紧了 10 倍于粒子质量五个数量级。

2021 年 3 月 24 日,美国博尔德原子钟光网络(BACON)合作在《Nature》杂志上,发表了题目为“Frequency ratio measurements at 18-digit accuracy using an optical clock network”的文章。原子钟在包括基础物理测试在内的一系列技术和实验中至关重要。在光学频率下工作的时钟现在已经在 10^{-18} 水平上证明了分数稳定性和再现性,比微波高出两个数量级。光学时钟之间的频率比测量是利用这种卓越精度的许多应用的基础。然而,据报道,频率比测量的最高精度在十多年

来基本保持不变。在这里，他们操作一个基于 $^{27}\text{Al}^+$ 、 ^{87}Sr 和 ^{171}Yb 的光学时钟网络，测量它们的频率比，其分数不确定度等于或低于 8×10^{-18} 。利用这种精确度，他们推导出超轻玻色子暗物质与标准模型场的潜在耦合的改进约束条件。他们的光钟网络不仅利用光纤，还利用 1.5 千米的自由空间连接。频率比测量方面的这一进展为未来的移动、机载和远程光学钟网络奠定了基础，这些网络将用于测试物理定律、进行相对论大地测量并大大改进国际计时。

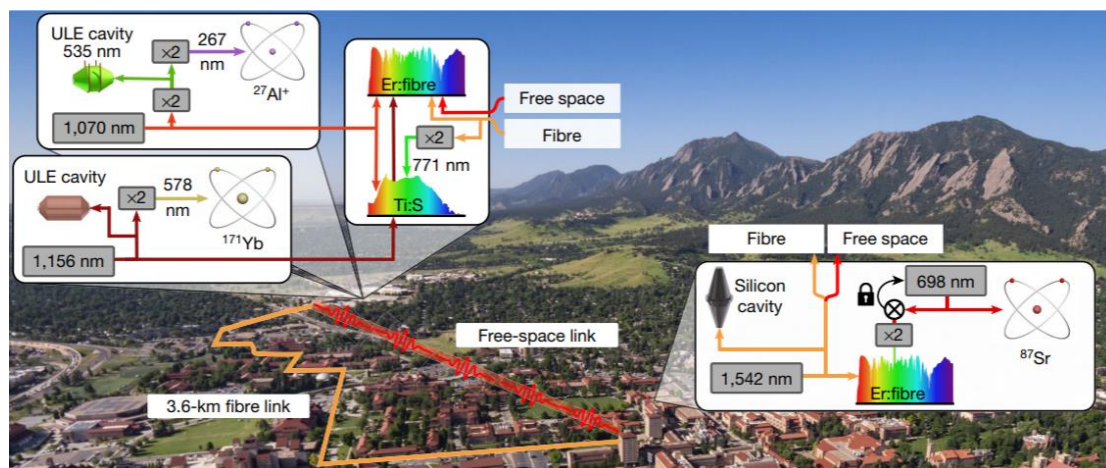


图 5 博尔德原子钟光网络（BACON）系统概况

（拜合 编译）

原标题：**Frequency ratio measurements at 18-digit accuracy using an optical clock network**

原链接：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03253-4>

Phys. Rev. A | 超冷原子-离子碰撞截面的高能分辨率测量

过去十年见证了超冷原子-离子系统的出现和发展。这些系统由于对量子化学、量子计算和量子模拟领域的潜在贡献而受到广泛关注。原子和离子之间的碰撞产生了一个引力的长程极化势，这个极化势拥有 r^{-4} 属性，在很大的碰撞能量范围内导致了一种半经典行为。在非常低的能量下，量子现象，如 Feshbach 和形状共振，被预测出来，类似于原子-原子和原子-分子碰撞中观察到的现象。因此，他们扩大了大量的实验工作，将原子-离子混合物冷却成几个分波区，从而高分辨率地测量了不同碰撞和反应的截面能量依赖性。

2021 年 3 月 5 日，以色列魏茨曼科学研究所的 Roee Ozeri 组在《PHYSICAL

REVIEW A》杂志上，发表了题目为“High-energy-resolution measurements of an ultracold-atom-ion collisional cross section”的文章。给定过程的横截面从根本上量化了该过程发生的概率。在低能量子区，由于量子效应，碰撞截面随碰撞能量的变化很大。在这里，他们报告了一种直接测量 $0.2\text{-}12\text{mk}\times\text{k}_B$ 能量范围内的原子-离子碰撞截面的方法，通过将囚禁在光学晶格中的超冷原子穿梭于射频囚禁离子之间。利用这种方法，每个实验的平均原子-离子碰撞次数低于 1 次，因此能量分辨率不受广义（幂律）稳态原子-离子能量分布的限制。在这里，他们估计能量分辨率低于 $200\ \mu\text{k}\times\text{k}_B$ ，受到离子过量微运动补偿漂移的限制，能量分辨率可以降低到几十 $\mu\text{k}\times\text{k}_B$ 。这种分辨率比以前测量冷原子-离子碰撞截面能量依赖性的实验高一个数量级。用他们的方法测量了非绝热电子激发交换（EEE）和自旋轨道变化（SOC）过程中非弹性碰撞截面的能量依赖性。他们发现，在测量的能量范围内，EEE 和 SOC 截面与经典的 Langevin 截面在统计上是一致的。该方法可测量各种非弹性过程的截面，并为寻找原子离子量子特征（如形状共振）开辟了可能。

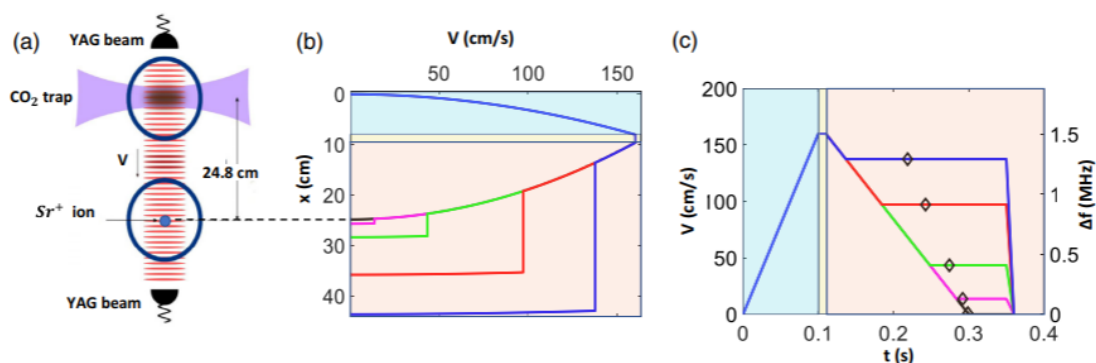


图 6 原子-离子系统和输运速度分布的图解

（拜合 编译）

原标题: **High-energy-resolution measurements of an ultracold-atom-ion collisional cross section**

原链接: <https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRevA.103.032805#fulltext>

GEOLOGY | 在上两个间冰期，冰盖融化导致了北极的甲烷排放

北极的甲烷储层由陆地和海洋沉积物(300 米水深)中的天然气水合物和游离气体组成，如果在冰川和永久冻土融化期间释放出来，可能会增加大气中的甲烷

浓度。尽管最近的一项分析指出,在最后一次去冰川期间,地质甲烷对全球碳库的贡献很小。但对末次冰期前,最大冰期甲烷排放知之甚少。

2021 年 3 月 22 日,挪威北极大学地球科学系北极天然气水合物环境与气候中心和法国布列塔尼海洋开发研究中心的 P.-A. Dessandier 研究组在《GEOLOGY》杂志上,发表题目为“*Ice-sheet melt drove methane emissions in the Arctic during the last two interglacials*”的文章。文章认为:环北极地区的冰川正在以前所未有的方式融化,目前被困的地质甲烷的释放可能对全球变暖期间冰盖的退缩起到积极的反馈作用。

在倒数两个间冰期(Eemian,ca.125ka),这个时期的冰川海冰比现在少,温度也比现在高,目前还没有甲烷释放的证据。在这里,研究组人员认为,基于挪威海外斯瓦尔巴特群岛的有孔虫氧同位素钻孔研究发现,甲烷排放发生在欧亚的冰盖突然终止蠕动期间的最后(Weichselian)和倒数第二(Saalian)冰期。甲烷排放的逐渐增加似乎首先是由底栖有孔虫 $\delta^{13}\text{C}$ 的减少记录的。其次是有孔虫壳内外过度生长的甲烷自生碳酸盐沉淀,底栖和浮游有孔虫的 $\delta^{18}\text{O}$ 较重, $\delta^{13}\text{C}$ 较低。

在两种终止过程中观察到的事件之间的相似之处,表明地质甲烷储量的周期性释放有一个共同的驱动因素。研究组认为最好的模型是沿斯瓦尔巴群岛西部边缘天然气水合物稳定区以下的浅层气藏的反复泄漏,这种排放可在地面的海洋冰原初始不稳定时重新激活。与这个模型类似,随着格陵兰岛冰川融化的加速,冰盖下方和附近现有的甲烷储存库可能会不稳定。

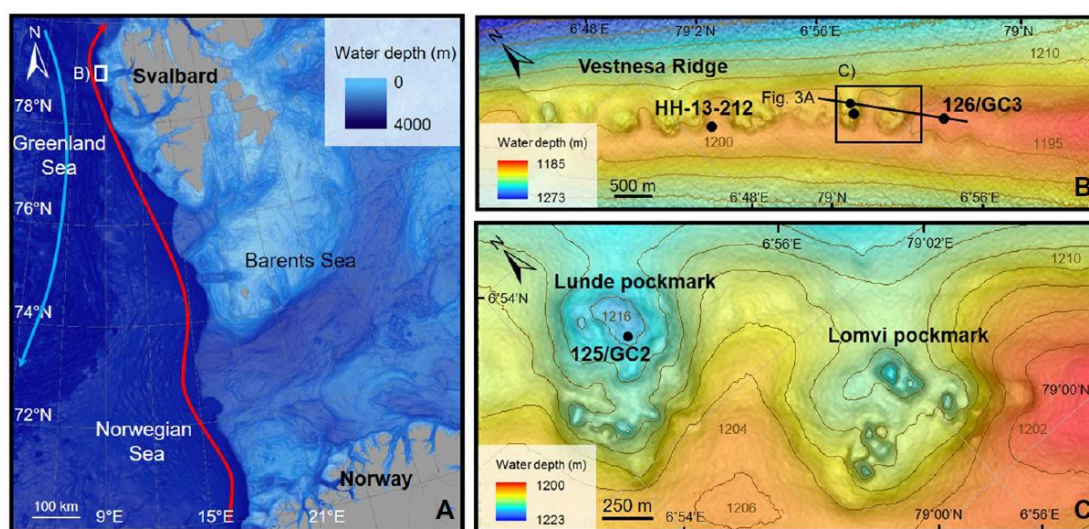


图 7 (A)挪威斯瓦尔巴特群岛近海 Vestnesa Ridge 的位置图,红色箭头表示北大西洋洋流,蓝色箭头表示东格陵兰洋流。(B)用于年代地层对比的麻坑、岩心和地震线。(C)研究核心的地

点。

（杨启池 编译）

原标题：**Ice-sheet melt drove methane emissions in the Arctic during the last two interglacials**

原链接：<https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-abstract/doi/10.1130/G48580.1/595627/Ice-sheet-melt-drove-methane-emissions-in-the?redirectedFrom=fulltext>

PNAS | 一份数百万年前格陵兰岛植被和冰川历史的记录保存在世纪营地 1.4 公里冰层下的沉积物中

了解格陵兰冰原(GrIS)的历史对于确定其对气候变暖的敏感性和对海平面的贡献至关重要；然而，在最后一次间冰期之前，这段历史鲜为人知。大多数知识来自对海洋沉积物的解释，这是对过去冰盖范围和行为的间接记录。从冰芯底部提取的冰下沉积物和岩石，为 GrIS 在更新世时期的行为提供了陆地证据。

2021 年 3 月 20 日，美国佛蒙特大学地质系的 Andrew J. Christ 研究组在《PNAS》杂志上，发表题目为“A multimillion-year-old record of Greenland vegetation and glacial history preserved in sediment beneath 1.4 km of ice at Camp Century”的文章。在这里，研究人员使用多种方法从 1966 年收集的沉积冰芯底部的冰下沉积物中确定 GrIS 的历史。这些材料包含了格陵兰岛西北部跨越更新世的冰期和植被的地层记录。

孔隙冰稳定同位素的富集表明，低海拔地区的降水意味着没有冰原。沉积物中的植物大化石和生物标志物表明，以前间冰期的古生态系统保存在 GrIS 下。宇宙成因 $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ 和发光数据表明，最下部沉积物埋藏在 $<3.2\pm 0.4\text{Ma}$ 和 $>0.7-1.4\text{Ma}$ 之间。在最上层沉积物中，宇宙成因的 $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ 数据需要暴露在最近的 $1.0\pm 0.1\text{My}$ 内。世纪营的独特冰下沉积记录记录了至少两段无冰、植被覆盖的时期，每一段时期之后都发生了冰川作用。下部沉积物来源于早更新世的 GrIS 前缘。最上层沉积物中的 $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ 比值与格陵兰岛中部冰下基岩的比值相吻合，这表明 GrIS 地区有着相似的冰层覆盖历史。我们的结论是，GrIS 在更新世的大部分时间里都存在，但自 1.1 Ma 以来至少融化和改造过一次。

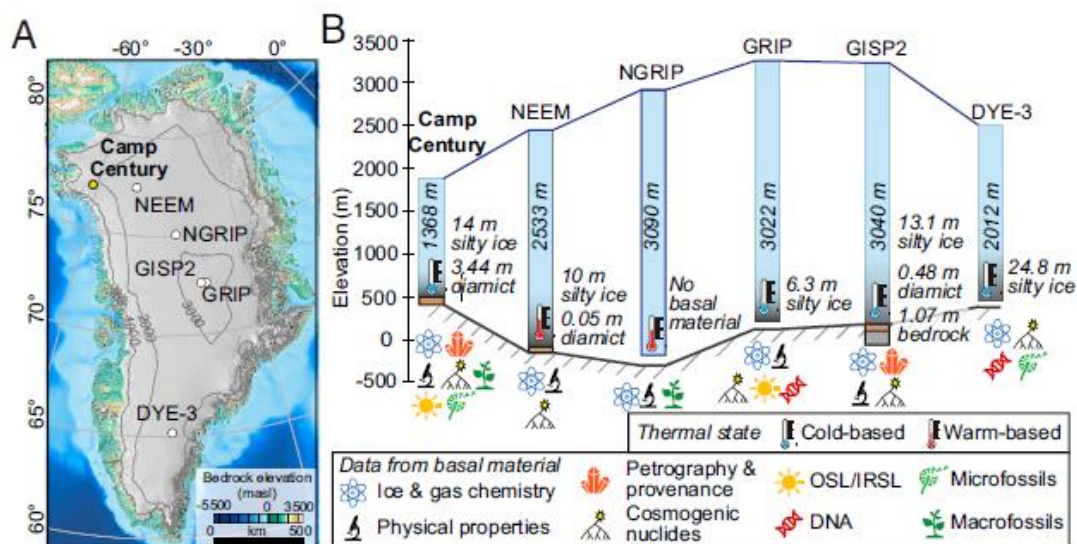


图 8 (格陵兰冰芯和基础材料。(A)冰芯位置(圆圈)显示基岩地形和冰表面 1000 米高程等高线(浅灰色)。(B)冰芯冰川基岩高程以上的冰厚(按比例)(深灰色线)、基底物质厚度(夸大)和基底物质分析(符号)。

(杨启池 编译)

原标题: **A multimillion-year-old record of Greenland vegetation and glacial history preserved in sediment beneath 1.4 km of ice at Camp Century**

原链接: <https://www.pnas.org/content/118/13/e2021442118>

NATURE | 美国各地的地下蓄水层都有大量的潜在损失

大多数河流都会与周围的含水层交换水。在此，研究组分析了美国周边的 420 万口井的水位，并表明 64% 的井位于附近的河流表面以下，这意味着如果地下水具有足够的渗透性，这些河流将渗透到地下。

2021 年 3 月 17 日，美国加州大学环境科学与管理学院的 Scott Jasechko 和 Hansjörg Seybold 研究组在《NATURE》杂志上，发表题目为“Widespread potential loss of streamflow into underlying aquifers across the USA”的文章。文章认为：由于缺乏足够的渗透率数据，研究人员无法量化这些地下水流的规模，但分析仍然表明，河流流失到地下含水层的可能性很大。这些可能流失的河流在气候干燥、地形平坦和有大量地下水抽取的地区更常见。

因此，研究组的结果表明，气候因素、地质条件和历史上的地下水抽采共同导致了河流流失到周围含水层而不是从它们获得流量的普遍风险。

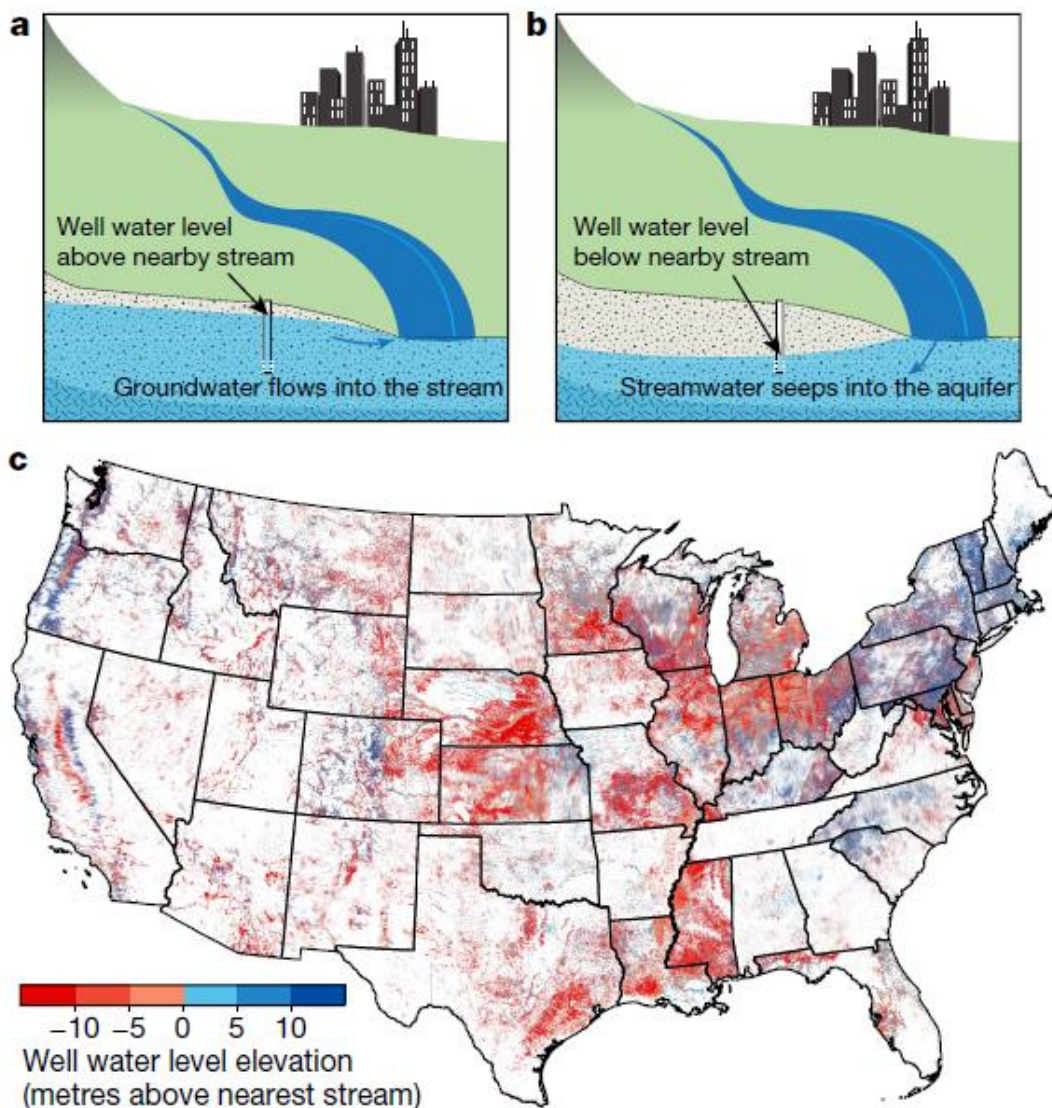


图 9 美国各地水井、溪流的高程比较

(杨启池 编译)

原标题: **Widespread potential loss of streamflow into underlying aquifers across the USA**

原链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03311-x>

GPS Solutions | 用于改进轨道和重力场确定的 Swarm 卫星 GPS 载波相位观测的带宽修正

2021 年 3 月 9 日, 瑞士伯尔尼大学天文研究所和德国地学研究中心 (GFZ) 的 Lucas Schreier 等人在《GPS Solutions》杂志上, 发表了题为“Bandwidth correction of Swarm GPS carrier phase observations for improved orbit and gravity

field determination”的文章。

来自 GPS 跟踪的三颗 Swarm 卫星的重力场显示了地磁赤道附近的伪像，由于任务初期跟踪环路带宽仅有 0.25Hz，L2 频率上的载波相位跟踪无法跟踪电离层路径延迟的快速变化。他们基于环路滤波器设计的知识，提出了一种分析方法，通过对环路传递函数的反演，从观测得到的载波相位恢复原始 L2 信号，并且采用精密定轨和重力场解评估校正质量。通过这种方法，用于减少动态轨道确定的无电离 GPS 相位观测的后验 RMS 可以从 3mm 减小到 2mm，而与未经校正的观测相比，离群筛选中最多可以保留 7% 的数据。并且可以大量减少地磁赤道附近的运动轨道和重力场解中的伪影。分析校正能够减轻赤道伪影。然而，与早期研究中使用的有问题的 GPS 数据的降权相比，分析校正的效果不佳。与加权方法相比，在 2015 年 3 月这一受到严重干扰的月份，可以保留多达 9-10% 的运动位置，而且从重力场估计的误差方差减少中可看出，在赤道地区得到了更强的重力场估计信号。在 GPS 接收机相对于跟踪环路带宽提供足够高的数据速率，并且已知基本环路滤波器参数的前提下，该方法也可应用于其他低地球轨道任务。

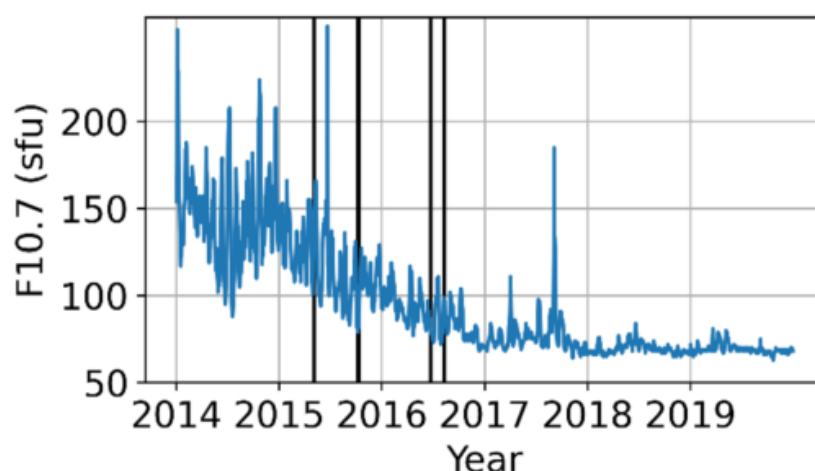


图 10 Swarm 任务前六年的太阳通量指数 F10.7

（吕栋 编译）

原标题：**Bandwidth correction of Swarm GPS carrier phase observations for improved orbit and gravity field determination**

原链接：<https://link.springer.com/article/10.1007/s10291-021-01107-0>

Remote Sensing | 用于监测和绘制矿山废料堆放场土壤铬污染的卫星图像

2021 年 3 月 27 日, 伊朗比尔詹德大学的 Vahid Khosravi 等人在《Remote Sensing》杂志上, 发表了题为“Satellite Imagery for Monitoring and Mapping Soil Chromium Pollution in a Mine Waste Dump”的文章。

矿山废弃物中硫化矿物的风化和氧化作用会向周围环境释放有毒元素。作为传统取样和化学分析方法的替代方法, 文中研究了近端遥感技术对伊朗 Sarcheshmeh 铜矿一个垃圾场收集的 120 个土壤样品中的铬(Cr)浓度的预测能力。测定样品的矿物学性质和 Cr 浓度, 然后在可见-近红外-短波红外(VNIR-SWIR: 350-2500 nm)范围内进行实验室反射率光谱分析。采用 Savitzky-Golay 一阶导数(SG-FD)和 Savitzky-Golay 二阶导数(SG-SD)算法对原始光谱进行预处理。采用偏最小二乘回归(PLSR)系数和遗传算法(GA)确定重要波长, 采用人工神经网络(ANN)、逐步多元线性回归(SMLR)和 PLSR 数据挖掘方法对选定的光谱变量进行 Cr 浓度评估。文中将开发的模型应用于该地区的 Aster, Hyperion, Sentinel-2A 和 Landsat 8-OLI 卫星图像的选定波段。然后, 使用二元适应度函数对从最佳预测模型获得的栅格进行分割。根据实验室反射光谱仪的输出结果, 采用人工神经网络对 SD 预处理光谱进行预测, 其预测精度最高: $R^2 = 0.91$, $RMSE = 8.73$ mg / kg, $RPD = 2.76$ 。SD-ANN 在利用普通克里格法映射 Cr 的空间分布方面也表现出了良好的性能。利用卫星图像, SD-SMLR 为 Hyperion 和 Sentinel-2A 提供了最佳的预测模型, R^2 值分别为 0.61 和 0.53。这使得分割后的 Hyperion 和 Sentinel-2A 图像与 Cr 分布图具有更高的视觉相似性。研究结果表明, 在 Hyperion 和 Sentinel-2A 卫星图像的选定波段上, 利用光谱分析获得的最佳预测模型可以快速、经济且环保地评价高异质矿区的铬浓度。

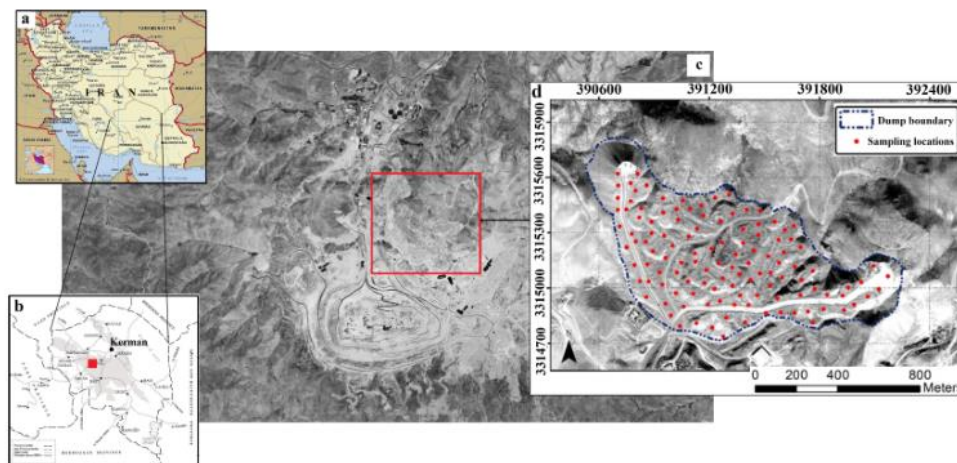


图 11 伊朗(a)、Kerman 省(b)、Sarcheshmeh 铜厂(c) 和第 31 号垃圾场(d)的研究区域

(吕栋 编译)

原标题: **Satellite Imagery for Monitoring and Mapping Soil Chromium Pollution in a Mine Waste Dump**

原链接: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/7/1277/html>

精测快讯

美国 NIST 团队比较了 3 个顶级原子钟在光纤和空气中的记录精度

由美国国家标准与技术研究所(NIST)领导的一个称为“第二”的研究小组比较了三种世界领先的原子钟在空中和光纤链路上的记录精度。

在 3 月 25 日出版的《自然》杂志上, NIST 领导的这项工作首次比较了基于不同原子的三个原子钟, 并首次将把空中不同位置最先进的原子钟联系起来。通过这些原子钟的比较, 科学界离重新定义第二个原子钟的准则又近了一步。

NIST 物理学家大卫休谟说: “这些比较实际上是定义了基于光纤和自由空间测量的最新技术——它们的准确度都是迄今为止使用不同原子进行的时钟比较的 10 倍。”。

新的测量具有挑战性, 因为这三种原子所涉及的“嘀嗒”频率相差甚远, 因为所有的网络组件都必须以极高的精度运行, 而且无线链路需要尖端的激光技术和设计。

这项研究比较了位于 NIST 博尔德不同实验室的铝离子钟和镱晶格钟，以及位于 1.5 公里外 NIST 和科罗拉多博尔德大学联合研究所 JILA 的铯晶格钟。该团队的测量非常精确，光纤和无线链路的不确定度仅为 10^{18} 中的 6 到 8 个部分——也就是说，误差从未超过 0.000000000000000008。

NIST 研究人员先前详细描述了他们如何通过两个时钟（NIST 铯和吉拉铯时钟）之间的空中链路传输时间信号，并发现这一过程与基于光纤的方法一样有效，比传统的无线传输方案精确 1000 倍。这项工作展示了最好的原子钟是如何在地球上的遥远地点，并且随着时间信号在更远的距离上传输，甚至在航天器之间同步的。

空中链路的关键在于光学频率梳的使用，它能够精确地比较各种不同的频率。NIST 的研究人员开发了双向传输方法来精确比较空中的光学钟，即使在大气湍流和实验室振动的条件下也是如此。基于梳状结构的信号传输技术以前已经被证明过，但是最新的工作是第一次比较最先进的原子钟。

自 1967 年以来，第二个原子被定义为铯原子，铯原子在微波频率下滴答作响。在新的比较中使用的原子钟以更高的光学频率计时，这种频率将时间划分为更小的单位，从而提供更高的精度。比较对于国际社会选择一个或多个原子作为下一个时间标准至关重要。

《自然》杂志报道的新的 NIST 结果也创造了其他重要的记录。频率是科学中最精确测量的单个量。NIST 团队测量了三对原子（铯铯、铯铝、铝铯）的频率比，即原子频率之间的定量关系。结果是对自然常数的三个最精确的测量。频率比被认为是常数，并用于一些国际标准和基本物理理论的测试。

频率比作为评价光学原子钟的一个指标具有重要的优势。以赫兹为单位（每秒一个周期）直接测量光学时钟频率受到当前国际标准铯微波时钟精度的限制。频率比克服了这一限制，因为它们不以任何单位表示。

频率比通常通过使用光纤网络进行远距离测量，光纤网络数量少且距离远，或者在某些情况下通过卫星链路传输的微波数据往往不稳定。

重新定义第二个指导方针建议演示和验证多个频率比测量接近最佳光学时钟性能的不确定度。在这项新研究中，所有三种类型的时钟现在都提供了最好的性能，并有望进一步改进。例如，NIST 的铯原子钟代表了原子的自然频率(称为

系统不确定度)，误差仅为 10^{18} 的 1.4 分之 1 一十亿分之一。

NIST 的新频率比测量，虽然创下了记录，但还不是很好。但是休姆说，研究小组正在努力提高测量的稳定性和时钟性能。

除了在下一代国际标准中的作用，光学原子钟还可以用作新物理学的敏感探测器，例如被认为构成宇宙中大部分物质的“暗物质”。光学时钟的技术应用包括改进的计时和导航系统以及测量地球的重力形状(大地测量学)。

这项工作得到了国防部高级研究计划局、空军科学研究办公室、国家自然科学基金会、海军研究办公室、美国宇航局基础物理学和能源部的部分支持。

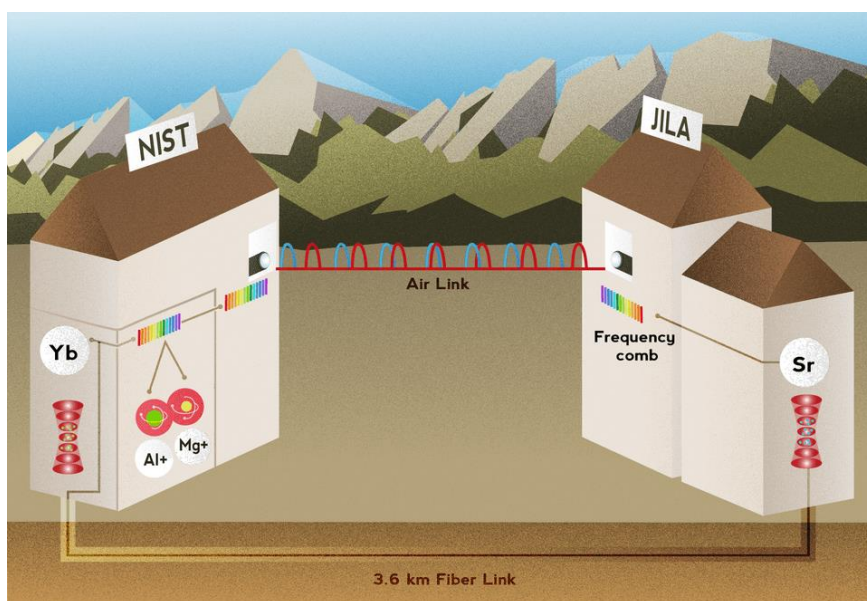


图 12 NIST 研究人员精确地比较了空气和光纤上的三个光学原子钟和其中两个原子钟的信号

(拜合 编译)

原标题: **NIST Team Compares 3 Top Atomic Clocks With Record Accuracy Over Both Fiber and Air**

原链接: <https://www.nist.gov/news-events/news/2021/03/nist-team-compares-3-top-atomic-clocks-record-accuracy-over-both-fiber-and>

第四届物理，数学与统计国际学术会议（ICPMS2021）

ICPMS 为年度物理，数学与统计国际学术会议，2021 年 5 月 19-21 日，第四届会议将在春城昆明召开。前三届已分别于上海，杭州和线上成功召开。

ICPMS2018-2019 会议论文集已正式出版在 *Journal of Physics: Conference Series*, 所有文章已完成 EI, Scopus 检索。

大会诚挚邀请相关学者参与本次会议, 共同探讨该领域的科学与技术发展问题。

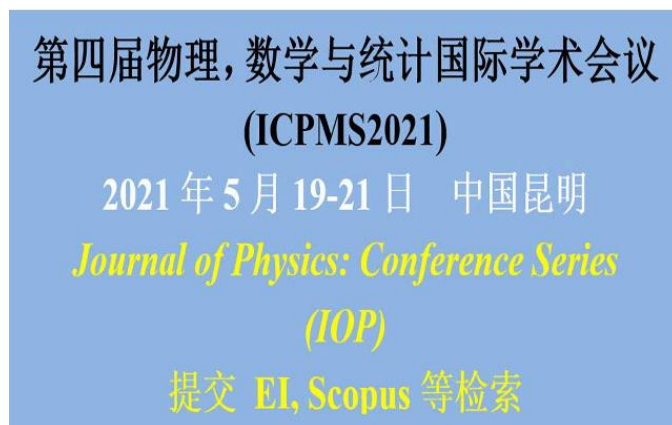


图 13 第四届物理, 数学与统计国际学术会议 (ICPMS2021)宣传图

投稿须知

1. 文章内容需符合物理领域。
2. 请按照会议首页模板要求进行排版。
3. 请避免一稿多投以及重复率过高的问题。
4. 投稿文件需为 Microsoft Word 文档且为研究性英文文章。

论文提交

1. 通过投稿系统, 注册并上传文章。
2. 征稿截止日期以每月官网更新为准

会议日程

2021 年 5 月 19 日: 注册登记, 领取会议物资

2021 年 5 月 20 日: 主题报告、口头报告和海报展示

2021 年 5 月 21 日: 报告/社会活动

(仇华炳 编辑)

原标题: 第四届物理, 数学与统计国际学术会议(ICPMS2021)

原链接: <https://www.huodongjia.com/event-195482599.html>

中国科学院武汉文献情报中心

中国科学院武汉文献情报中心（湖北省科学图书馆）是国家科技文献情报体系的重要组成部分，是中南地区最大的科技图书馆，是中国科学院武汉科技查新咨询中心、湖北省查新咨询服务分中心、湖北省科技文献信息服务中心、中国科技云武汉区域中心，并与中国光谷共建了“东湖高新技术开发区文献信息中心”、“光谷生物城信息中心”，与湖北省产业与育成中心共建“产业技术分析中心”。长期以来，立足中南、面向全国、开放联合，在能源、新材料和先进制造、产业技术分析、生物安全及长江流域资源与环境等学科领域，有效支撑了战略决策一线、科学研究一线和区域发展一线的信息情报需求。

服务战略决策一线。武汉文献中心重点开展以先进能源、新材料与先进制造、生物安全、专利标准情报研究、科学计量与评价及长江流域资源与环境等领域的学科情报和战略情报研究，形成了以快报、研究报告、年报及专著为代表的情报产品体系，为国家和中科院的战略决策和科研创新提供了坚强情报支撑，发挥国家科学思想库作用。

服务科学研究一线。武汉文献中心在长年坚持 365 天开馆服务基础上，不断探索创新服务模式，实行学科馆员制度，深入研究所开展如学科咨询、信息素养培训、学科情报分析、知识环境构建等全方位知识服务。同时坚持以技术提升服务，研究和开发的以“研究所交互式集成信息服务平台 IIP”为代表的信息工具和平台在 40 多个研究所应用。

服务区域发展一线。武汉文献中心秉承用户导向、服务导向的发展理念，长期服务国家、省市、开发区等信息需求，继续推进与中科院湖北产业技术创新与育成中心共建的“产业技术分析中心”，建成了具有完全自主知识产权的产业经济与产业技术数据库、信息平台、情报产品和完善的服务体系，为各级政府和众多企业提供了信息监测、产业技术分析、知识产权分析、产业发展规划、科技查新、企业素养培训等服务，受到各级领导和广大用户充分认可和好评。

武汉文献中心馆藏图书 235 余万册，开通数据库 113 个（其中全文数据库 68 个，文摘数据库 12 个，工具型数据库 30 个，多媒体及其它数据库 3 个），全文电子外文现刊 17997 种、外文图书 45948 卷/册、外文学位论文 414,772 篇、中

文电子图书 13 万多种。武汉文献中心坚持全年 365 天 8:00-22:00 开门服务，全部馆藏面向社会开放服务，形成“查、阅、借、藏”一体化模式。

武汉文献中心以人为本，加强创新文化建设，努力营造“目标远大、管理规范、甘当人梯、敢为人先、竞争向上、生动活泼、团结和谐、服务高效”的图书馆文化，营造和谐奋进的精神氛围，不断加强人才队伍建设与优化，促进改革创新持续发展，推动武汉文献中心的全面发展，成为“国际一流、国内领先”的知识服务中心。

中国科学院精密测量科学与技术创新研究院

中国科学院精密测量科学与技术创新研究院（以下简称精密测量院）是由中国科学院武汉物理与数学研究所（始建于 1958 年）、中国科学院测量与地球物理研究所（始建于 1957 年）整合组建而成，是中国科学院顺应国家科技体制改革要求，实施“率先行动”计划，推进研究所分类改革的具体举措，经中国科学院批准于 2017 年 9 月开始筹建，2019 年 4 月中央编办正式批准精密测量院成立。

精密测量院立足精密测量科学与技术创新，面向国家的重大战略需求，发挥多学科交叉优势，开展原子频标与精密测量物理、大地测量和地球物理、综合定位导航授时、脑科学与重大疾病以及多学科交叉的数学计算等研究，促进以原子频标、原子干涉、核磁共振、重力测量、地震探测等精密测量技术为核心的学科发展，形成精密原子、精密分子、精密地球三大优势方向。

精密测量院拥有波谱与原子分子物理国家重点实验室、大地测量与地球动力学国家重点实验室两个国家重点实验室，国家大型科学仪器中心·武汉磁共振中心、武汉大地测量国家野外科学观测研究站、国家卫星定位系统工程研究中心导航部、中国二代卫星导航系统重大专项全球连续监测评估系统分析中心、武汉光电国家研究中心（共建单位）等国家级平台，中国科学院原子频标重点实验室、中国科学院生物磁共振分析重点实验室、洪湖湿地生态系统野外科学观测研究站等院级平台，环境与灾害监测评估湖北省重点实验室、波谱探测湖北省工程技术研究中心、空间原子钟湖北省工程技术研究中心、面源污染防治湖北省工程技术研究中心等省级平台。

精密测量院现有职工 600 余人，拥有许厚泽、叶朝辉、孙和平院士 3 人、杰青 13 人，各类国家、科学院、省部级人才占比 60%以上。2017 年至今，在精密测量领域承担了数十项重大重点项目，其中，国家战略先导专项（2.5 亿元）1 项、重点研发计划 12 项、各类重大仪器研制专项 10 余项。精密探测技术和仪器已成为精密测量院满足国家需求和社会经济发展的优势领域方向。

精密测量院现设有物理、化学、测绘科学与技术等 3 个一级博士、硕士研究生培养点；应用数学、基础数学、固体地球物理学、自然地理学等 12 个二级学科博士、硕士研究生培养点；电子信息、生物与医药、测绘工程等 3 个专业硕士培养点。设有数学、物理、测绘科学与技术等 3 个一级学科博士后流动站。

版权及合理使用声明

《精密测量科技快报》遵守国家知识产权法的规定，保护知识产权，保障著作权人的合法权益，并要求参阅人员及研究人员认真遵守中国版权法的有关规定，严禁将《精密测量科技快报》用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。未经允许，院内外各单位不能以任何方式整期转载、链接或发布《精密测量科技快报》相关专题。任何单位要链接、整期发布或转载相关专题内容，应与中国科学院武汉文献情报中心及协办成员单位联系并发送正式需求函，说明其用途，征得同意，并与中国科学院武汉文献情报中心及协办成员单位签订协议。

欢迎对《精密测量科技快报》提出意见与建议。

编辑出版：中国科学院武汉文献情报中心
中国科学院精密测量科学与技术创新研究院
联系地址：武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）
负责人：李印结
联系人：蒿巧利、仇华炳
电话：027-87197630
电子邮件：liyinjie@mail.whlib.ac.cn
