

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《物理评论 A》
质量驱动的平面超流体涡旋碰撞

意大利国际高等研究院 (SISSA) 的 Andrea Richaud 与意大利特伦托大学的研究人员取得一项新进展。他们探究了平面超流体中质量驱动的涡旋碰撞过程。相关研究成果近日在《物理评论 A》发表。

在这项研究中，研究人员验证了有质量的涡旋能够发生碰撞，而无质量的涡旋则不具备这种特性。他们提出了一种方案，可以在量子涡旋成对的情况下生成可控、可重复、确定性的碰撞事件。研究人员展示了两种由质量驱动的基本过程：两个反向旋转涡旋湮灭和两个同向旋转涡旋合并。这些发现揭示了新的机制，支持不可压缩动能向可压缩动能转换，并在平面超流体中实现了双量子化涡旋的稳定化现象。

据悉，量子涡旋通常具有有效的惯性质量，这是由于其核心中存在质量粒子等因素所致。这些“有质量的涡旋”展示了超流涡旋动力学的标准图像之外的新现象，该标准图像忽略了质量的影响。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.053317>

《自然—化学》
钠多芬生物合成中的片段化

德国波恩大学 Jeroen S. Dickschat 研究团队报道了钠多芬生物合成中的片段化和[4+3]环加成。相关研究成果近日发表在《自然—化学》。

萜烯是最大的一类天然产物。它们的骨架是由萜烯环化酶 (TC) 通过复杂的酶促转化从无环低聚烯烃基二磷酸盐中形成的。这些酶反应从二磷酸提取的底物电离开始，然后通过阳离子中间体进行级联反应。基于同位素标记实验和计算研究，研究人员提出了土壤细菌沙雷氏菌的高甲基化倍半萜钠多芬的环化机制。其生物合成中的一个特殊问题在于由链亚甲基碳形成几个甲基。

潜在的机制涉及甲基转移酶介导的环化和前所未有的环收缩，碳从链中挤出形成甲基。萜烯环化酶随后催化裂解成两个反应性中间体，然后在它们之间进行氢转移，并通过[4+3]环加成使片段重组。

该研究解决了钠多芬生物合成中额外甲基形成的复杂机制问题。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01223-z>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>拿下灵长类基因组
“矿藏”挖掘主导权

(上接第 1 版)

两个物种之间杂交，在不改变染色体倍性的情况下可以形成第三个物种，即杂交成种，这在低等动物和植物中很常见。但已有的研究发现，杂交成种方式在哺乳动物类群里面并不多见，更别说和人类亲缘关系最近的非人灵长类动物了。

吴东东、张国捷及昆明动物所研究员郑永唐等人在研究过程中发现了一个有趣的现象：杂交重组使得食蟹猴种组(恒河猴、食蟹猴、台湾猕猴和日本猕猴)产生了新的生殖性状，如生殖器形态、性皮炎特征等刚好介于两个亲本之间，并且在遗传上，与生殖相关的基因有明显的重组痕迹且受到正向选择作用。

“我们首次在猕猴类群中发现杂交成种事件，这项研究成果发表于《科学进展》。”张国捷说。

事实上，在灵长类演化历史进程中，杂交成种事件不止一次发生。吴东东团队与云南大学研究员于黎团队等合作在《科学》上报了灵长类的另一个类群——仰鼻猴属，也存在古老的杂交成种事件。即黔金丝猴是由川金丝猴与怒江金丝猴的祖先杂交而来，而川金丝猴本身也是一个杂交物种。

这些成果有何意义？

谈及这些成果的意义，吴东东表示，这些研究从不同的视角和领域揭示了灵长类动物的演化历史和规律，它们对灵长类动物资源的合理开发、利用和整合以及物种多样性保护和生命医学研究具有重要意义。

“之所以能成为牵头单位，主要是昆明动物所提供的基因组数据可以作为基础参考数据，在相关研究中扮演关键性角色。”吴东东认为，这些数据推动了灵长类动物的基因组多样性研究、人类和非人灵长类遗传变异谱构建、灵长类动物不完全谱系分选动态图谱的构建和解析。

“虽然我们拥有数据，但数据里有用的信息需要深入挖掘和分析，这就需要大量的算力，我们为此调用了全国多个超算资源。”吴东东透露，目前的研究仅涵盖了 10% 的灵长类物种，物种的样本来源仍然面临很大挑战，因为这些物种分布在全球各地。

张国捷告诉《中国科学报》，目前在国际上，美国、英国、德国、澳大利亚等国家都有国家层面组织运作的各种大型基因组计划。在不久前，《科学》就以研究专刊的形式，发表了由美国麻省理工学院、哈佛大学等机构牵头的哺乳动物基因组计划的多篇论文，他们研究了迄今为止最大的 240 种哺乳动物基因组序列。

“欧美国家之所以把生物基因组信息作为重要的国家战略资源，是因为与其他物种的比较多是了解人类独特性的重要途径。从生命演化过程的全貌出发，以演化生物学的视野来看待人类的过去，才能更好地了解人类现在和未来的发展趋势。”张国捷解释说。

灵长类基因组计划的相关研究还在进行，吴东东、张国捷等人希望，未来有更多国内外研究单位和团队加入其中，共享资源、互惠共赢。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.abn6919>

科学家首次实现单原子 X 射线探测

本报讯 在美国俄亥俄州立大学物理学教授、阿贡国家实验室科学家 Saw Wai Hla 的带领下，来自俄亥俄州立大学、阿贡国家实验室、美国伊利诺伊大学芝加哥分校和其他机构的科学家团队获得了世界上第一个单原子的 X 射线信号。这项由美国能源部基础能源科学办公室资助的突破性成就，可能会彻底改变科学家探测材料的方式。相关论文 6 月 1 日登上了《自然》杂志封面。

从医学检查到机场安全检查，自从德国物理学家伦琴于 1895 年发现 X 射线以来，已被广泛应用，甚至美国宇航局的“好奇号”火星探测器也配备了 X 射线设备，用来检查火星岩石的物质组成。X 射线在科学上的一个重要用途是鉴定样品的材料类型。多年来，由于同步加速器 X 射线源和新仪器的发展，X 射线检测需要的样品材料数量已大大减少。迄今为止，一个样品用 X 射线照射的最小量为微微克，相当于 1 万个左右的原子。这是因为原子产生的 X 射线信号极其微弱，以至于传统的 X 射线探测器很难探测到它们。

Hla 说，科学家长期以来的梦想就是对 1 个原子进行 X 射线探测。现在，他领导的研究团队正在实现这一梦想。

“用扫描探针显微镜可以对原子进行常规成像，但没有 X 射线，人们就无法知道它们是由什么构成的。我们现在可以精确地检测出特定原子的类型，一次 1 个原子，并且可以同时测量它的化学状态。”Hla 解释道，“一旦我们能够做到这一点，就可以将这些材料追踪到 1 个原子的极限。这将对环境和医学科学产生重大影响，甚至可能找到对人类产生巨大影响的治疗方法。这一发现将改变世界。”

研究小组选择了 1 个铁原子和 1 个铯原子，它们都被插入各自的分子中。为了检测 1 个原子的 X 射线信号，研究小组在传统 X 射线探测器的基础上补充了一个专门的探测器，后者由位于样品附近的尖锐金属端制成，用来收集 X 射线激发的电子——这种技术被称为同步加

■ 科学此刻 ■

垃圾食品

扰乱睡眠

当人们入睡后，脑电活动会减慢，清醒时占主导地位的高频脑电波——贝塔波逐渐被名为德尔塔波的低频脑电波所取代。

睡眠最深、最有助于恢复精力的阶段是慢波睡眠(又称正相睡眠或非快眼动睡眠)，此阶段德尔塔波所占比例最高。

该阶段通常发生在前半夜，有助身体自我修复并巩固记忆。

最新研究表明，如果想要维持好这个阶段的睡眠，那么最好不要摄入高脂高糖饮食，因为后者会扰乱深度睡眠期间的脑电活动，降低睡眠质量。相关研究 5 月 28 日发表于美国肥胖协会官方医学杂志《肥胖》。

该研究中，瑞典乌普萨拉大学的 Jonathan Cedernaes 和同事在 15 名平均年龄为 23 岁的男性中测试了高脂高糖饮食对慢波睡眠的影响。研究人员将受试者随机分组，一部分维持 1 周的高脂高糖饮食，另一部分维持 1 周的低脂低糖饮食。

两组受试者都必须在规定时间内进餐，其中，高脂高糖组的菜单包括甜格兰诺拉麦片、比萨、

巧克力等。低脂低糖组则摄入不加糖的什锦早餐、三文鱼和蔬菜等。虽然吃食不同，但两组摄入的热量相当。

1 周后，参与者戴着脑电图帽在实验室睡了一晚，以记录脑电活动。休息几周后，两组交换饮食方式，并重复上述实验室睡眠研究。

两组受试者通常睡眠时间相同，并且都认为睡眠质量相同。然而，脑电图记录显示，高脂高糖饮食组睡眠期间德尔塔波减少、贝塔波增加，这扰乱了慢波睡眠。这表明参与者在这个阶段的睡眠并不像他们以为的那样宁静。

在收集了全部结果的 14 名男性中，有 11 人因为高脂高糖饮食出现了上述情况。

Cedernaes 认为，之所以出现上述状况，可

能是因为糖和脂肪激活了大脑通路，增加了人们清醒的感觉，目前还需要更多研究揭示上述现象背后的机制。他将继续实验，看看这种变化是否也会发生在女性身上。

“我们不知道以这种方式扰乱慢波睡眠会带来怎样的长期影响，但至少不良饮食通常会导

致健康状况恶化这一点是肯定的，部分原因可能正是它们对睡眠质量产生了影响。”Cedernaes 说，自然状态下，人们慢慢睡眠质量会随着年龄的增长而减少，因此在老年人中，保持饮食健康以防止睡眠质量进一步下降尤为重要。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/oby.23787>

以比萨和巧克力为主的饮食引起睡眠时大脑活动变化。
图片来源：Raquel Arocena Torres/Getty Images

能是因为糖和脂肪激活了大脑通路，增加了人们清醒的感觉，目前还需要更多研究揭示上述现象背后的机制。他将继续实验，看看这种变化是否也会发生在女性身上。

“我们不知道以这种方式扰乱慢波睡眠会带来怎样的长期影响，但至少不良饮食通常会导

致健康状况恶化这一点是肯定的，部分原因可能正是它们对睡眠质量产生了影响。”Cedernaes 说，自然状态下，人们慢慢睡眠质量会随着年龄的增长而减少，因此在老年人中，保持饮食健康以防止睡眠质量进一步下降尤为重要。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/oby.23787>

陨石和火山颗粒物可能促进生命起源

本报讯 根据《科学报告》5 月 25 日发表的一篇文章，生命起源所需分子的前体，可能产生自富含铁的颗粒，而这些颗粒则来自陨石或地球上约 44 亿年前的火山爆发。

此前研究表明，有机分子的前体(烃类、醛类和醇类)可能是小行星和彗星带来的，或者由地球早期大气与海洋的反应所生成。这些反应可能由闪电、火山活动或撞击的能量所促成。但是数据的匮乏意味着人们还不清楚产生此类前体的主要机制。

德国慕尼黑大学和马克斯·普朗克天文学研究所的 Oliver Trapp 与同事研究了小行星或火山沉积的尘埃颗粒是否能够推动大气二氧化碳转变为早期地球上有机分子的前体。

全球科技参考

中国科学院兰州文献情报中心

美国成立月球起源和演化中心

近日，美国西南研究院 (SWRI) 宣布获得美国宇航局 (NASA) 为期 5 年总额 750 万美元的资助，负责组建名为“月球起源和演化中心”(CLOE) 的新机构。该机构将开展基础研究，支持人类对月球进行科学探索以及 2022 行星科学与天体生物学十年调查报告中优先考虑的远侧月球车任务。CLOE 将成为 NASA 太阳系探索研究虚拟研究所 (SSERVI) 的一部分。

CLOE 首席研究员、SWRI William Botke 博士称，CLOE 将专注于地球类行星形成和早期月球轰击的模型、地球-月球形成的条件，以及如何通过对南极-艾肯盆地 (SPA) 的探索以更好地理解太阳系的形成及其早期演化。

SWRI 太阳系科学与探索部门副主任、CLOE 副首席研究员 Robin Canup 博士表示，模型表明，月球是在地球形成的最后阶段发生的一次巨大碰撞中形成的。揭示这一事件性质的线索仍然保留在月球上，相关研究将有助于更好地揭示地球类行星的形成。

(李弘林 刘文浩)

通过将二氧化碳气体放入一个加热加压系统(高压釜)，压力在 9-45 巴之间，温度范围在 150-300°C 之间，研究人员模拟了一系列过去研究中认为早期地球存在的条件。他们还在系统中添加了氢气或水，模拟湿润和干燥的气候环境。

通过在系统中加入不同组合的铁陨石、石陨石或火山灰等粉碎样本，还有可能出现在早期地球上以及在地球、陨石或小行星上发现的矿物，研究人员模拟了陨石或火山灰颗粒在火山岛上的沉积。

研究人员发现，陨石和火山灰富含铁的颗粒物，在早期地球可能存在的大气和气候条件下，能推动二氧化碳转化为烃类、醛类和醇类。他们观察到，醛类和醇类形成于较低温度下，而

研究揭示金伯利岩形成的动力机制

近日，《自然—地球科学》发表题为《金伯利岩岩浆作用由移动基底地幔构造上方的上升流驱动》的文章称，澳大利亚伍伦贡大学研究人员基于超级计算模型模拟发现，金伯利岩在形成过程中所喷发的能量源自地下深处 2900 公里处位于地核上部的巨大“热柱”。

研究人员利用澳大利亚堪培拉的超级计算机创建了地球地幔的三维地球动力学模型。模型参考了过去 10 亿年地表和地幔上大陆的运动，计算了热量从地核向上的运动，并发现广泛的地幔上升流，即“热柱”，将深层地球与地表连接起来。模型显示，这些热柱在金伯利岩下方提供热量，并解释了过去 2 亿年间大多数金伯利岩的喷发现象。

研究人员表示，目前该模型无法解释加拿大的一些金伯利岩的成因，这可能以一种不同的地质过程——“板块俯冲”有关。到目前为止，模型预测金伯利岩的喷发可以追溯到 10 亿年前，这是目前构建构造板运动的极限。(李弘林 刘文浩)

相关论文信息：
<https://www.nature.com/articles/s41561-023-01181-8>

速器 X 射线扫描隧道显微镜 (SX-STM)。SX-STM 中的 X 射线光谱是由核心能级电子的光吸收触发的，它构成了元素指纹，可以直接有效识别样品的元素类型。

根据 Hla 的说法，这些光谱就像指纹一样，每一个都是独一无二的，能够准确检测出样品是什么。

“这项研究中使用的技术和验证的概念，开辟了 X 射线科学和纳米尺度研究的新领域。”论文第一作者 Touloupe Michael Ajayi 说，“更重要的是，使用 X 射线探测和表征单个原子可能会为研究带来革命性变化，并在量子信息、微量元素检测等领域催生新技术，同时也为研发先进的材料科学仪器开辟了道路。”

过去 12 年里，Hla 与阿贡国家实验室先进光源科学家 Volker Rose 一起参与了 SX-STM 仪器及其测量方法的开发。

Hla 的研究重点是纳米和量子科学，特别强调在单个原子基础上理解材料的化学和物理性

质。除了获得单个原子的 X 射线特征外，该团队的主要目标是使用该技术研究环境对单个稀土原子的影响。

“我们检测到了单个原子的化学状态。”Hla 解释说，“通过比较铁原子和铯原子在分子内的化学状态，我们发现铯原子是一种相当孤立的稀土金属，不会改变其化学状态；而铁原子则与周围环境发生强烈的相互作用。”

许多稀土材料用于日常设备，如手机、电脑和电视，在创造和推进技术方面极其重要。通过这一发现，科学家现在不仅可以确定元素的类型，还可以识别其化学状态，这将使他们能够更好地操纵不同材料内的原子，以满足各领域不断变化的需求。此外，他们还开发了一种名为 X 射线激发共振隧道 (X-ERT) 的新方法，使其能够使用同步加速器 X 射线检测材料表面单个分子的轨道方向。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06011-w>

更多相关内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

日本通过法律
使核电站可运转超 60 年

据新华社电 日本参议院 5 月 31 日通过《绿色转型脱碳电源法》，允许核电站运转时间超过此前规定的 60 年限制。日本一些环保团体担忧“高龄”核电站继续运转会增加事故风险。

《绿色转型脱碳电源法》是《原子能基本法》《电气事业法》《核原料物质、核燃料物质及反应堆监管法》等五部法律修正案

的总称。根据修订后的法律，日本虽然维持福岛核事故后出台的“原则上 40 年，最长 60 年”核电站服役期限规定不变，但如果获得经济产业大臣的批准，核电站因接受安全审查等原因停运的时间可以从其中扣除。这使核电站实际服役超过 60 年成为可能。

日本政府曾于 2022 年 8 月提出最大限度利用现有核电站，并指示相关部门讨论延长核电站服役期限。

由于担忧“高龄”核电站继续运转增加事故风险，日本一些环保团体、福岛核事故的受害者等一直反对政府对到期的核电站“续命”。此次参议院投票中，在野党立宪民主党等党派投票反对。

(钱铮)

美国私人宇航团队
结束空间站任务返回地球

据新华社电 由美国私营企业公理航天公司组织的私人宇航团队 5 月 30 日结束国际空间站任务，搭乘美国太空探索技术公司的“龙”飞船返回地球。

“龙”飞船于美国东部时间 5 月 30 日 11 时 05 分 (北京时间 5 月 30 日 23 时 05 分) 脱离国际空间站，启程返回地球。

美东时间 5 月 30 日 23 时 04 分 (北京时间 5 月 31 日 11 时 04 分)，飞船溅落在佛罗里达州海岸附近。

这次代号“Ax-2”的任务是美国公理航天公司与美国航天局的商业合作项目。这是该公司组织的第二次私人宇航任务。4 名宇航员分别是来自美国的佩吉·惠特森和约翰·肖夫纳，以及来自沙特阿拉伯的阿里·卡尔尼和莱亚娜·巴纳维。他们在空间站停留了约 8 天，开展了 20 多项科学技术实验，涵盖生命科学、物理科学、工程技术等多个领域。

据美国宇航局介绍，“龙”飞船携带 300 多磅 (约 136 公斤) 科学设备和物资返回地球。

“龙”飞船于 5 月 21 日搭乘“猎鹰 9”火箭从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空，将 4 名宇航员送往国际空间站。飞船于 22 日与国际空间站对接。

(谭晶晶)

和指导勘探者寻找贵金属和基本金属以及其他重要的关键矿产资源。

(李弘林 刘文浩)

新理论揭示氦如何从地核泄漏

近日，《自然—地球科学》发表题为《通过氧化镁析出从地核中提取的原始氦》的文章称，氦可以在地核—地幔边界溶入氧化镁，从而使其进入地幔。

来自美国普林斯顿大学和中国科学院广州地球化学研究所的研究人员模拟了自地核形成以来氧化镁溶出形成的预期氦通量。结果表明，在地球历史的大部分时间里，从地核析出的氧化镁可能不断为地幔提供氦，并将其原始氦特征记录在地幔中。此外，氧化镁的溶出也可能继承了地核中其他独特的地球化学特征，从而为探测地核提供了途径。

研究人员表示，在地球的整个生命周期中，随着氦的溶解，它可能会慢慢地进入地幔的部分区域，而且很可能会通过火山活动上升到地表。

相关论文信息：
<https://www.nature.com/articles/s41561-023-01182-7>