

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然－物理学》

### 有限计算资源下的纠缠理论

德国柏林自由大学的 Jacopo Rizzo 团队研究了有限计算资源下的纠缠理论。相关研究成果近日发表于《自然－物理学》。

量子信息理论的核心是精确量化操纵量子资源的极限。然而,标准的信息论分析并没有考虑执行某些任务所涉及的实际计算复杂性。

研究团队在纠缠理论领域解决了这个问题,并发现计算效率实质上改变了纠缠资源可以实现的目标。他们分析了两个关键点:计算可蒸馏纠缠和计算纠缠成本。这量化了纠缠比特的最佳速率。

研究团队证明了计算纠缠度与它们的信息论对应物有很大不同,尽管信息论的可蒸馏纠缠是由约化态的冯·诺依曼熵决定的,但最小熵才是决定计算效率设置的因素。此外,研究团队还发现,计算效率高的纠缠稀释要求最大限度地消耗纠缠比特,即使是在几乎没有纠缠的状态下也是如此。该发现为测量和测试冯·诺依曼熵建立了样本复杂度界限。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41567-025-03048-8>

《地质学》

### 裂缝边缘的对称性与不对称性

法国索邦大学的 Stefan M. Schmalholz 团队提出了裂缝边缘的对称性与不对称性是机械各向异性的作用结果。相关研究成果近日发表于《地质学》。

大陆岩石圈的伸展导致颈缩和破裂,形成从对称到不对称形态变化的共轭裂隙边缘。虽然这种差异通常与岩石圈初始流变学的变化有关,但在单一裂谷系统内对称和不对称边缘间沿走向产生的转变表明有额外控制因素存在。

研究团队提出了新的岩石圈伸展地球动力学模型,通过系统改变各向异性强度和初始物质取向,证明了单靠力学各向异性就可以解释从对称裂隙到不对称裂隙的转变。

该研究为对称和非对称共轭边缘的形成提供了一种新颖而有效的机制,并表明构造继承的沿走向变化及其力学各向异性可以在单个裂谷系统中产生截然不同的变形样式。这些发现凸显了机械各向异性在塑造裂隙边缘和影响大陆岩石圈构造演化中的关键作用。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1130/G53383.1>

《柳叶刀》

### 司美格鲁肽的心脏保护作用与基线肥胖和体重减轻无关

英国伦敦大学学院的 John Deanfield 团队研究了司美格鲁肽治疗与心血管结局的基线肥胖测量变化。相关研究成果近日发表于《柳叶刀》。

研究人员通过试验发现,司美格鲁肽可降低超重或肥胖合并心血管疾病但无糖尿病患者的重大不良心血管事件(MACE)风险。研究人员在 41 个国家招募年龄≥45 岁,身体质量指数(BMI)≥27 千克/平方米的患者入组,并按 1:1 随机分组至每周一次的司美格鲁肽 2.4 毫克或安慰剂。主要终点是首次 MACE 发生的时间。

在司美格鲁肽组中,基线体重和腰围越小,MACE 的发生率越低。在安慰剂组中,较小的基线腰围与较低的 MACE 风险相关,而体重减轻与 MACE 风险增加呈矛盾性关联。在司美格鲁肽组中,第 20 周体重减轻与随后的 MACE 风险之间没有线性趋势关联,但第 20 周腰围减小与随后的 MACE 风险降低相关,第 104 周腰围减小与试验中 MACE 风险降低相关。

研究结果表明,司美格鲁肽的心脏保护作用与基线肥胖和体重减轻无关,与腰围只有很小的关联。

相关论文信息：  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)01375-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01375-3)

《自然－化学》

### 非血红素铁依赖性酶的氮杂甘氨基酸生物合成

美国杜克大学的 Kenichi Yokoyama 团队研究了非血红素铁依赖性酶的氮杂甘氨基酸生物合成。相关研究成果近日发表于《自然－化学》。

研究团队揭示了氮杂啉氨基酸生物合成在多毒素抗真菌途径中的作用机制。遗传、酶学和结构实验表明,PolF 是血红加氧酶样二金属氧化酶和 / 或加氧酶(HDO)超家族的成员,该酶本身就足以通过 3,4- 去饱和中间体将 1- 异亮氨酸(L-Ile)和 1- 缬氨酸转化为它们的氮杂啉衍生物。

研究团队发现,作为 DUF6421 家族的一员,PolE 是一种铁和蝶呤依赖的氧化酶,它可以催化 L-Ile 的去饱和,通过增加 L-Ile 的去饱和通量来辅助 PolF。这些结果为了了解氮杂胞苷的生物合成和 HDO 的催化机制提供了见解。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41557-025-01958-x>

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

# 单台望远镜拍到迄今最清晰遥远恒星图像

## 有望彻底改变宇宙探索方式

**本报讯** 天文学家通常利用望远镜阵列获取遥远恒星和星系的清晰图像。而美国加利福尼亚大学洛杉矶分校(UCLA)牵头的一个研究团队,利用一种开创性光子灯笼装置,仅靠一台望远镜便获得了迄今最清晰的遥远恒星盘图像,揭示了一些此前从未被发现的隐藏结构。该方法为科学家研究宇宙天体更微小的细节铺平了道路,有望彻底改变探索宇宙的方式。相关研究近日发表于《天体物理学杂志快报》。

望远镜是天文学家观测宇宙天体不可或缺的工具,其捕捉微弱或遥远天体的能力取决于“块头”大小,越大的望远镜收集的光越多,能观

测到更暗淡的目标,并生成更清晰的图像。通常,将多个望远镜连接起来形成阵列,能够实现最高的观测水平。“而我们仅用一台望远镜就做到了这一点。”论文第一作者、UCLA 博士生 Yoo Jung Kim 说,他们所采用的方法是将望远镜收集到的光导入一种专门设计的光纤模式器件——光子灯笼中,从而实现了对小犬座 β 星(β CMi)的创纪录细节观测。β CMi 距离地球约 162 光年。

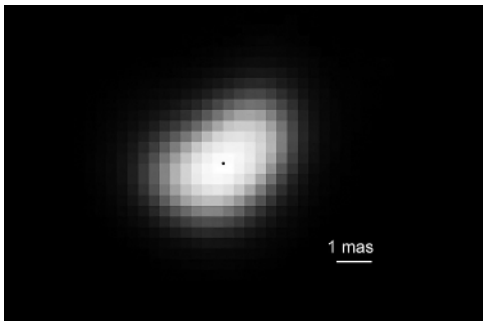
光子灯笼可以根据入射光波前形状将其分成多个模式,并保留那些通常会丢失的微小细节。这就像分离和弦中的音符一样。然后,通过先进的计算技术重新组合输出的测量结果,最

终重建恒星盘的超高分辨率图像。此外,光子灯笼还能按颜色将光分离,形成类似彩虹的光谱。

这种创新方法有望帮助科学家探索比以往更小、更暗淡、更遥远的天体,为探索宇宙隐藏结构提供新见解,并带来新发现。

据悉,UCLA 团队使用的光子灯笼由澳大利亚悉尼大学和美国中佛罗里达大学设计制造,是法国巴黎天文台和美国夏威夷大学开发并领导的 FIRST-PL 仪器项目的一部分。该仪器安装在日本国立天文台运营的斯巴鲁望远镜上。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac0739>



β CMi 周围快速旋转的致密且不对称的恒星盘。 图片来源: UCLA

## 科学此刻

### 白发与癌症的

### 惊人联系

在生命过程中,人类细胞会不断受到各种内外因素的影响,进而损伤 DNA。这种 DNA 损伤是一个公认的衰老和癌症诱因,但科学家一直难以厘清二者的具体关联,特别是 DNA 受损的干细胞如何随着时间的推移影响组织健康。

黑色素干细胞可分化为黑色素细胞,而后者决定了头发和皮肤的颜色。在哺乳动物体内,这类干细胞存在于毛囊的隆突-亚隆突区域。在这里,它们以未成熟的黑色素母细胞的形式存在,通过反复的再生周期,确保头发和皮肤维持原有的颜色。

日本东京大学的 Emi Nishimura 与 Yasuaki Mohri 领衔的研究团队,近日在《自然－细胞生物学》在线发表论文,探讨了黑色素干细胞如何对不同类型 DNA 损伤做出反应。

通过在小鼠体内进行长期谱系追踪与基因表达谱分析,研究人员发现,当黑色素干细胞的 DNA 双链断裂时,会启动一种衰老耦合分化过程。在这种状态下,干细胞会永久成熟并最终消失,导致头发变白。这一过程由 p53-p21 信号通路的激活来调控。

当黑色素干细胞暴露于特定致癌物,如 7,12- 二甲基苯并(a)蒽或紫外线辐射时,它们将不再遵循上述保护路径。即使存在 DNA 损伤,这些干细胞也会避开衰老耦合分化,并持续自



头发变白与黑色素瘤出现是同一细胞决策过程产生的两种相反结果。 图片来源: Shutterstock

我更新。在周围组织与表皮释放的 KIT 配体信号作用下,它们会发生克隆扩增。这些来自微环境的信号阻断了保护性分化反应,将干细胞推向癌症易感状态。

“这些发现表明,同一群干细胞会依据压力类型与微环境信号,走向两种相反的命运——要么耗尽,要么扩增。”Nishimura 表示,“这一研究重新定义了头发变白与黑色素瘤的关系,即二者并非不相关的事件,而是干细胞应激反应的不同结果。”

研究人员强调,他们的发现并不意味着头发变白就能预防癌症。相反,衰老分化更像是一

## 蛇尿为治疗痛风肾结石提供新视角



通过尿出晶体,爬行动物在安全排出废物的同时减少水分丧失。 图片来源: Shutterstock

**本报讯** 每个生物都需要清除体内的代谢废物。人类通过尿液将多余的氮以尿素、尿酸和氨的形式排出体外,然而,爬行动物和鸟类则采取了不同的策略。它们将一些相同的氮基化合物转化为结晶体,并通过泄殖腔的开口排出。换

句话说,它们实际上是以晶体的形式“撒尿”的。

在一项 10 月 22 日发表于《美国化学会志》的研究中,研究人员检查了 20 多种爬行动物的固体“尿液”,发现它们都含有由尿酸盐构成的微小球体。这一发现表明,爬行动物通过一种独特的方法,以结晶形式安全储存和排出废物。科学家认为,对于长期生活在干燥环境中的动物来说,这种固体形式的废物可以减少水分的丧失。

为了了解爬行动物如何安全排出这些晶体,论文通讯作者、美国乔治敦大学的 Jennifer Swift 及其团队分析了 20 多种蛇产生的尿酸盐。

通过功能强大的显微镜,研究人员发现,球蟒、安哥拉蟒和马达加斯加树蟒等产生的尿酸盐,由直径 1 到 10 微米的带纹理的微小球体组成。X 射线分析表明,这些小球由尿酸和水结合的更小纳米晶体构成。研究团队还发现,尿酸有

助于将有毒化合物氮转化为更安全的固体形式。他们认为,尿酸在人类体内可能起到类似的保护作用。

虽然在尿液中形成晶体有助于爬行动物生存,但同样的过程会给人类带来严重的健康问题。当人体尿酸水平过高时,晶体会聚集在关节中,导致痛风,或在泌尿系统中形成肾结石。而这些发现可能带来治疗与尿酸积聚相关的人类疾病的新方法,例如肾结石和痛风。尽管还需要更多的研究,但这些结晶背后的化学物质可以帮助科学家开发出更好的尿酸相关疾病治疗方法。

“这项研究的灵感,确实源于对爬行动物如何安全排泄这些物质的好奇。我们同时希望,它能助力研究人员开发预防和治疗人类疾病的新方法。”Swift 解释道。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1021/jacs.5c10139>

### 研究人员实现分子中核磁化分布的观测

对分子的精确实验控制与探测,以及对其结构的理论计算,正在丰富核物理与粒子物理现象的研究。其中,含有八极形变核的分子(如镭)备受关注。

研究人员发表了对放射性分子氟化镭结构的精密激光光谱测量与理论计算结果。研究结果揭示了电子-原子核短程相互作用的细节,表明该分子对镭核内部的磁化分布具有高度敏感性。

上述结果为核体积内电子波函数描述的准确性提供了严格的检验,凸显了此类分子在亚原子现象研究方面的适用性。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adm7717> (冯维维编译)

## 日本发射新一代货运飞船 为国际空间站送货

**据新华社电** 日本新一代货运飞船 HTV-X 于 10 月 26 日首次发射升空,为国际空间站送去食品和实验设备等物资。

日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)的直播画面显示,当日 9 时(北京时间 8 时),一枚 H3 火箭携 HTV-X1 号飞船从位于日本南部的种子岛宇宙中心大型火箭发射场升空。发射约 14 分钟后,火箭将飞船送入预定的椭圆形轨道。

据 JAXA 介绍,飞船此后会自动飞往国际空间站,并在约 4 天后与空间站对接。在对接期间,宇航员将把飞船带去的物资搬入国际空间站,将空间站产生的废弃物装入飞船,并在空间站的日本“希望”号实验舱外安装飞船送去的一个小型暴露实验平台。

按计划,飞船卸货完毕脱离空间站后还将在轨飞行约 3 个月,以执行技术验证任务,包括在约 500 千米的高空释放一颗小型卫星、在轨验证可展开轻量平面天线及下一代太空太阳能电池等。

HTV-X 无人货运飞船全长约 8 米、直径约 4.4 米,可向近地轨道运送大约 6 吨有效载荷。该飞船是日本“鹫”号货运飞船的后继机型,能运送需低温保存的实验样本,脱离空间站后还能在轨飞行最长一年半时间,可作为太空实验平台使用。

## 科学家表示 棕榈油可持续性并不差

**本报讯** 一项研究发现,棕榈油本身无害,而橄榄油未必绝对健康。研究人员指出,当前植物油产业深陷于对各种油料作物的刻板叙事与认知误区,而实际情况要复杂得多。大豆油、橄榄油、椰子油和芝麻油等几乎所有植物油,在特定种植管理和供应链条件下,都可能涉及生物多样性问题。在近日发表于《细胞报告－可持续性》的研究中,研究者呼吁建立更透明的监管体系,帮助消费者做出明智的用油选择。

“破坏森林及生物多样性栖息地的并非作物本身,而是人类行为。”文章作者、婆罗洲未来基金会与英国肯特大学环保科学家 Erik Meijaard 表示,“我们试图为植物油讨论引入更细致的视角,让消费者认识到这从来不是非黑即白的选择。若你真正关注环境议题,我建议更深入探究现象背后的本质。”

棕榈油因涉及热带雨林破坏与红毛猩猩栖息地丧失等问题,长期受到诟病。研究人员认为这种担忧确有依据,但其他油料作物同样可能造成生态破坏。例如,大豆种植已引发南美大规模森林砍伐,并伴随大量农药使用及相关健康问题;橄榄采收每年导致数百万只栖息地的鸟类死亡。

但研究人员同时指出,棕榈油生产并非总是负面。中西非地区的自给型小农户,即满足自身需求为主的种植者约占全球油棕种植面积的 18%,这种传统种植模式却常被全球统计数据所忽视。此外,过去 20 年来棕榈油产业受到严格审视,反而推动其建立了更完善的行业规范与认证体系。

“为提高可持续性实践,棕榈油产业承受了巨大压力,这推动了部分企业向更规范的方向转型。”Meijaard 说。

研究人员表示,由于植物油行业缺乏透明度与可追溯性,目前消费者很难做出明智的购买选择。

“该行业不透明的供应链意味着,即使消费者想了解自己消费行为的真实影响,也根本无法追溯。”研究人员强调,“理想的情况是,当你拿起商品时,只需用手机扫描二维码,就能立即判断该产品是否符合你的环保价值观。相关技术已成熟,关键在于如何以合理成本实现规模化应用。”

研究人员指出,要提高植物油行业的透明度,就需推动国际层面的政策变革与法规完善。他们同时强调,建立相应的激励机制,奖励那些达到高可持续性可与追溯性标准的企业也至关重要。Meijaard 进一步阐释道:“我认为,政府可以通过监管改革,强制要求企业提高产品来源和生产过程的透明度。我们也呼吁媒体和具有影响力的人士发挥更大作用,帮助公众更全面地理解这一复杂议题。在围绕植物油展开的这些两极分化的争论中,我们必须更清晰地认知其背后的各种权衡取舍。”

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.crsus.2025.100524>