

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

## 【物理评论 A】

## 多个低能本征态的并行量子本征求解器

近日,中国科学院物理研究所的向涛课题组提出了一种并行的量子本征求解器,能够同时处理多个低能本征态。相关研究成果日前在《物理评论 A》发表。

该研究团队提出了一种量子算法,使用满足广义 Rayleigh-Ritz 变分原理的假设函数来对角化 Hamiltonian。该算法采用了一种纯化技术,在一个量子电路中同时处理多个量子态,并实现对多个特征态的优化和确定。

此外,相对于现有算法,该算法的电路深度相对合理,并且能够对准确确定的特征子空间进行灵活的后处理。通过使用横向伊辛模型,研究人员验证了该算法在迭代步骤中以高效且均匀的方式收敛的特征值,并通过模拟和 IBM 平台测量进行了测试。由于该算法所需的量子资源有限,因此在噪声韧性、性能改进和多样化应用方面具有巨大的潜力。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.107.052423>

## 【自然-方法学】

## 新方案可将单个细胞嵌入到一个共同潜在空间

美国马萨诸塞州总医院 Luca Pinello 与合作者研究提出了 SIMBA,这是一种能将单个细胞及其定义特征联合嵌入到一个共同潜在空间的方案。相关研究成果近日在线发表于《自然-方法学》杂志。

研究人员提出了 SIMBA,这是一种将单个细胞及其定义特征(如基因、染色质可及区域和 DNA 序列)联合嵌入公共潜在空间的图嵌入方法。通过利用细胞和特征的共同嵌入,SIMBA 允许研究细胞异质性、无聚类标记发现、基因调控推断、批量效应去除和组学数据整合。

研究人员指出,SIMBA 提供了一个单一的框架,允许以统一的方式制定各种单细胞问题,从而简化新分析方法的开发和对新单细胞模式的扩展。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41592-023-01899-8>更多内容详见科学网小柯机器人频道:  
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

## 早期海洋为何长期“缺氧”?

(上接第 1 版)

要想被信服,科研团队必须对这一“反常识”的科学发现进行解释。李超团队和合作者借助改进的地球生物地球化学模型进行了定性和定量解释。

李超告诉《中国科学报》,在第一个阶段,SE 事件初期陆地构造运动不仅碰撞出了诸多的山川大陆,也促进了风化作用,这使得单位时间内陆地风化硫酸盐向海洋大量输入,释放出了古海洋溶解有机质中结合的磷。与此同时,古海洋溶解有机质氧化释放出的二氧化碳进一步加速了陆地硅酸盐风化,增加向海洋输送磷的量。由于第一阶段磷的增加,使得第二个阶段海洋生产力增加,光合作用释放氧气使海洋氧化程度加深,促进了铁氧化物对海水中磷的吸附移除,移除量逐渐大于输入量,磷含量再次减少。

在第三个阶段,第二个阶段海洋磷含量的下降导致海洋生产力和氧气生产率下降,引发海洋缺氧程度增加,最终导致沉积物中铁氧化物对海水中磷的移除量小于古海洋溶解有机质-磷的释放量,磷含量再次增加。

在最后一个阶段,随着古海洋溶解有机质消耗殆尽和陆源风化硫酸盐输入的下降,SE 事件趋于结束,古海洋溶解有机质磷释放逐步结束,海洋磷含量逐步下降。

“我们从定性和定量两方面,都能近乎完美地‘重塑’在自然界观察到的现象,即埃迪卡拉纪海洋磷氧循环演化过程。”李超说,已有研究表明,埃迪卡拉纪海洋与其他时期的前寒武纪海洋具有相似的海洋化学特征,因此该研究发现的古海洋磷氧解耦合关系也可以解释为何漫长的前寒武纪能够一直稳定处于主体缺氧状态。

研究还发现,要想打破前寒武纪海洋内部磷氧循环的解耦关系,实现海洋氧化,可能需要海洋外部因素驱动。例如,上述研究中陆源风化硫酸盐的快速输入触发了 SE 时期海洋的氧化,这解释了地球表层的氧化和复杂生命的崛起为何如此缓慢。

## 引领:需要坚定的决心

该研究成果是李超团队过去近 20 年在晚新元古代-早古生代环境演化领域里长期研究的集中体现。

李超于 2004 年到美国留学深造,2011 年学成回国。多年的国外“漂泊”经历让他看到,在早期地球海洋环境重建领域国外始终在领跑位置。

“多数技术手段都是外国人研发的,他们有条件回答很多重大科学问题,而我们长期处在被动状态。”这让李超坚定了带领团队攻坚克难的决心。他说,过去,我们最多能做两类研究:一是复制方法,做人家剩下的;二是拿上好一点的样品,带到国外用人家的技术手段研究,“这都不是原始创新”。在他看来,只有技术研发走在前面,才能够把世界看得更透彻,科学研究的前景和意义也才会更大。

通过技术创新实现国际科技前沿重大原始突破,李超仍在努力着。他将继续在古海洋环境演化领域开展关键“卡脖子”技术研发和重大科技前沿的攻关。

“这是一个前景不可限量的研究领域。”李超鼓励更多研究者加入。他表示,很多矿产资源和油气资源在早期地球海洋环境下形成,这一研究对相关资源的形成和勘查有重要意义。

## 银河系中心发现神秘“破折号”

## 数百条水平细丝指向超大质量黑洞

本报讯 近日,一个国际天体物理学家团队发现了隐藏在银河系中心的全新事物。相关研究 6 月 2 日发表于《天体物理学杂志快报》。

20 世纪 80 年代初,美国西北大学的 Farhad Yusef-Zadeh 发现了巨大的一维丝状物,垂直悬挂在人马座 A\* (银河系中心超大质量黑洞)附近。现在,他与合作者又发现了一种新的丝状物质——这些细丝要短得多,它们水平或径向排列,像轮子上的辐条一样向外扩散。

尽管这两种丝状物有一些相似之处,但 Yusef-Zadeh 认为它们有不同的起源。垂直的细丝横扫银河系,长达 150 光年;而水平的细丝看起来更像摩尔斯电码的点和破折号,只出现在人马座 A\* 的一侧。

“突然发现一组新的结构似乎指向黑洞的方向,这令人惊讶。”当 Yusef-Zadeh 看到这些时候惊呆了,“我们必须做很多工作来证明我们没有自欺欺人。我们发现这些细丝不是随机的,而是似乎与黑洞的流出有关。通过研究它们,我们

可以更多了解黑洞的自旋和吸积盘方向。当我们在银河系核心的混沌中找到秩序时,这很令人满意。”

这一新发现可能会让人感到意外,但 Yusef-Zadeh 对揭示距离地球 2.5 万光年的银河系中心的奥秘并不陌生。这项最新研究建立在他 40 年的研究基础之上。

1984 年,Mark Morris 和 Don Chance 首次发现垂直细丝后,Yusef-Zadeh 与 Ian Heywood 及其合作者后来在人马座 A\* 附近发现了两个巨大的射电发射气泡。然后,在 2022 年的一系列出版物中,Yusef-Zadeh 与 Heywood, Richard Arent, Mark Wardle 合作,揭示了近 1000 根垂直细丝,它们成对出现,通常等距堆叠或并排放置,就像竖琴上的琴弦一样。

Yusef-Zadeh 将大量新发现归功于射电天文学技术的进步,特别是南非射电天文台(SARAO)的 MeerKAT 望远镜。为了精确定位细丝,Yusef-Zadeh 的团队使用了一种技术去除

MeerKAT 图像中的背景和平滑噪声,以便将细丝与周围结构隔离开来。

“新的 MeerKAT 观测结果改变了游戏规则,技术的进步和专门的观测时间为我们提供了新的信息。这真的是射电天文学家的一项技术成就。”Yusef-Zadeh 说。

在对垂直细丝研究了数十年后,Yusef-Zadeh 惊奇地发现了水平方向的细丝,他估计这些细丝大约有 600 万年历史。“我们一直在考虑垂直细丝及其起源,我已经习惯了它们是垂直的。可我从没想过‘平面上会有其他东西’。”

虽然这两种丝状物都由可以用无线电波观察到的一维丝状结构组成,并且似乎与银河系中心的活动有关,但两者的相似之处仅限于此。研究发现,垂直细丝垂直于银河系平面;水平细丝平行于平面,但径向指向黑洞所在的星系中心。垂直细丝具有磁性和相对论性;水平细丝似乎能够发出热辐射。垂直细丝包围着以接

## ■ 科学此刻 ■

## 1 岁男娃比女娃“话多”

婴儿会发出许多奇奇怪怪的有趣声音,在美国科学家发现,男婴和女婴在发出声音的数量上存在差异。总的来说,男婴在第一年比女婴“话更多”。相关研究 5 月 31 日发表于《交叉科学》。

这项研究证实了同一团队先前进行的一项小规模研究的结果,但仍然令人惊讶。长期以来,人们普遍认为女性在语言方面比男性有优势。研究人员说,该结果对语言的进化基础作出了有趣的暗示。

“人们普遍认为,女性在语言方面比男性有较小但明显的优势。”美国孟菲斯大学的 D. Kimbrough Oller 说,“但事实证明,在出生的第一年,男性能比女性发出更多像说话一样的声音。”

然而,男婴在语言发展方面的早期优势并没有持续下去。“虽然男孩在第一年表现出较高的发声率,但女孩在第二年就赶上并超过了男孩。”Oller 说。

Oller 和同事原本并未打算研究说话的性别差异。他们的主要兴趣是研究婴儿时期语言的起源。他们曾猜测,女婴可能会比男婴发出更多的声音。但 2020 年,他们发现,事实并非如此。相关论文当时刊登在《当代生物学》上。

在这项新研究中,他们想看看能否在更大规模的研究中发现同样的模式。Oller 说,这次样本量是“巨大的”——5899 名婴儿的全天录音,



图片来源:pixabay

总时长超过 45 万小时。这些录音被自动分析,以计算他们在生命最初两年的话语。

“据我们所知,这是语言发展研究中最样的样本。”Oller 说。

总体而言,数据显示,男婴在出生后第一年的说话量比女婴多 10%。第二年,这种差异改变了,女婴发出的声音比男婴多 7%。研究人员表示,男婴在早期更容易发声可能只是因为他们总体上更活跃。

但数据似乎并不支持这一观点,因为男婴在 16 个月时“说话”优势会消失,而他们的身体活动水平却不会。但 Oller 表示,这一发现可能符合一种进化理论,即婴儿在早期会发出很多声音来表达他们的健康状况,并提高自己的生存概率。

## “韦布”探测到最远复杂芳香分子

本报讯 美国科学家利用詹姆斯·韦布空间望远镜,在宇宙大爆炸后不到 15 亿年形成的一个星系中,观测到了名为多环芳烃的复杂分子。这些分子在星系中的辐射并不均匀,而这背后的原因有待阐明。这可能是目前已知探测到的最遥远的复杂芳香分子,这一探测结果有助于人们了解遥远星系发生的各种过程。相关研究 6 月 6 日发表于《自然》。

## 科学快讯

(选自 Science 杂志,2023 年 6 月 2 日出版)

## 多层柔性电子器件的自主排列和修复

自我修复的柔性电子和机器人设备可以像人的皮肤一样,从损伤中自动恢复。虽然目前设备对所有功能层都使用单一类型的动态聚合物涂层以确保层间黏附,但这种方法需要手动层对层。

在这项研究中,研究组使用了两种动态聚合物,其具有不相容的骨架,但有着相同的动态键以保持层间黏附,同时在修复过程中实现自主重新排列。这些动态聚合物表现出宽度可调的弱互穿和黏合界面。

当多层聚合物膜在损伤后错位时,这些结构在修复过程中自动重新排列,以最大限度减少界面自由能。研究组制造了具有导电、介电和磁性颗粒的设备,这些设备在损坏后可以自愈,从而实现薄膜压力传感器、磁性组装软机器人和下水电路组装。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adh0619>

## 3D 打印纳米级光学玻璃的无烧结低温路径

二氧化硅玻璃的三维(3D)打印主要依靠传统的颗粒烧结技术。在纳米尺度上,这限制了其

多环芳烃是碳分子,可作为显示星系内部环境的探针。由于之前望远镜的灵敏度和视场都很有限,探测远距离星系的这些分子面临巨大挑战,但韦布空间望远镜攻克了这个难题。

美国得克萨斯农工大学的 Justin Spilker 和同事报道了对红移  $z=4.2248$  (天体与地球距离的测量值)的星系 SPT0418-47 的多环芳烃的

观测结果。观测到的特征显示该星系看起来可追溯到大爆炸后约 15 亿年,且正在快速形成新的恒星。这些辐射在星系内的分布并不均匀,根据来自星系内恒星和大型尘埃的光而变化。作者认为,这一发现表明早期星系内出现过局部的复杂过程。(晋楠)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05998-6>

环戊二烯基-钽-羧基配合物在辛烷 C-H 活化过程中的电荷转移相互作用,在飞秒到纳秒时间尺度的数据中发现了氧化态以及价轨道能带和特征的变化。

X 射线光谱特征反映了烷烃对金属的贡献如何决定金属-烷烃配合物的稳定性,以及金属对烷烃的反贡献如何通过氧化加成促进 C-H 键的断裂。在轨道水平上剖析电荷转移相互作用的能力,将助力操纵过渡金属的 C-H 反应性。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adf8042>

## 用于无线跟踪和传感的微型磁机械共振器

传感器微型化通过原位提供过程反馈,实现了微创医疗手术或患者监测等应用。理想情况下,微型传感器应该是无线、廉价的,并允许通过可负担的检测系统在足够距离上进行远程检测。

研究组从理论上分析了无线传感器的信号强度,并推导出体积小于 1 立方毫米的高信号共振磁机械传感器的简单设计方案。作为示例,研究组演示了在无屏蔽环境中实时跟踪飞行蜜蜂的位置和姿态、导航活探针、跟踪自由流动标记物,以及如何感知压力和温度。

研究组实现的传感器尺寸、测量精度和约

## 关于治理塑料污染国际文书会议在巴黎举行

据新华社电“旨在制定一项具有法律约束力的塑料污染(包括海洋环境中的塑料污染)国际文书的政府间谈判委员会”5 月 29 日至 6 月 2 日在法国巴黎举行第二届会议。

来自 160 多个国家和 300 多个观察员组织的 1600 多名代表参加了本届会议。他们就全球治理塑料污染法律文件的要素文件展开讨论。该委员会主席古斯塔沃·梅萨·夸德拉在本届会议开幕词中表示,要成功制定一项具有法律约束力的塑料污染(包括海洋环境中的塑料污染)国际文书,需要考虑塑料的整个周期,确保可持续的生产和消费,而最重要的是该文书应是可执行的。

第五届联合国环境大会续会今年 3 月 2 日在肯尼亚首都内罗毕通过《终止塑料污染决议(草案)》。这项决议指出,建立一个政府间谈判委员会,到 2024 年达成一项具有国际法律约束力的协议,涉及塑料制品的整个生命周期,包括其生产、设计、回收和处理等。

为此,联合国环境规划署受各国政府委托,组织和与管理相关的政府间谈判委员会的工作。首届会议已于 2022 年 11 月底至 12 月初在乌拉圭举行。(徐永春 张百慧)

## 日研究显示鹿在岛屿进化会变得晚熟长寿

据新华社电 与世隔绝的岛屿被视为生物进化的天然实验场。一项新研究显示,在日本一些小岛上进化的鹿会变得晚熟和长寿,与外部隔绝的时间越长,这种倾向就越明显。

日本东京大学等机构研究人员日前在学术期刊《地球科学前沿》上报告说,对在日本本土以及离岛等地现存及已灭绝的鹿的分析显示,相较于生活在日本列岛中最大的本州岛的鹿,在冲绳岛隔绝 150 万年的现已灭绝的琉球鹿的性成熟期要迟 5 至 10 年或更多,隔绝时间相对较短的庆良间鹿和屋久鹿的性成熟期则推迟 2 至 3 年。

据介绍,在生物进化中,成熟早、一次性留下大量子代的物种寿命往往较短,比如老鼠;生长缓慢、需将数量不多的子代抚养长大的物种寿命往往较长,比如大象。本次研究显示,隔绝于岛屿的鹿在向后一种方式进化。它们要留下后代需要更长时间,一旦因为人类影响或者外来捕食者入侵而造成个体数量减少,就很难恢复,这可能是一些岛屿上的鹿灭绝的重要原因。

公报说,了解鹿这种大型哺乳动物在岛屿上的进化特点,有助于分析其他一些岛屿物种的生态、评估现有物种的灭绝风险等。(钱铮)

25 厘米的工作空间,为医疗和非医疗潜在应用提供了低成本无线跟踪和传感平台。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adf5451>

## 心脑联系:磁共振图像的表型和遗传学见解

心血管健康以复杂的方式与认知和心理健康相互交织,但人们对心脑系统的表型和遗传学联系知之甚少。

研究组使用来自 4 万多名受试者的多器官磁共振成像(MRI)数据量化了心脑联系。心脏 MRI 特征显示了许多与脑灰质形态计量学、白质微结构的功能网络的关联模式。

研究组确定了 80 个与心脏 MRI 特征相关的基因组基因座( $P < 6.09 \times 10^{-10}$ ),这些基因座与心血管和脑部疾病有共同的遗传影响,同时还观察到心脏 MRI 特征与大脑相关特征和疾病之间存在遗传相关性。

孟德尔随机化研究表明,心脏病可能会增加脑部疾病。该研究结果通过揭示心脑联系和共同遗传影响,推进了人类健康的多器官视角。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abn6598>

(未致编译)