

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

科学家研究有机二维范德华异质结构

德国马克斯·普朗克微结构物理研究所研究了有机二维范德华异质结构。近日,相关研究成果发表于《自然》。

基于石墨烯和无机二维晶体的范德华异质结构能够实现对层间耦合的精细调控,并展现出新颖的电子与光学现象。然而,将这一概念拓展到有机二维晶体时却受到阻碍——由于层间相互作用较弱且无方向性,导致晶格对准困难。

该研究提出了一种自下而上的策略,用于在二维聚合物有机范德华异质结构中实现可编程的晶格工程。在水面上依次组装,可实现化学性质不同的二维聚合物逐层堆叠,精确控制其晶格对准、堆叠顺序和厚度,从而获得晶格匹配以及晶格失配可控的异质结构。结构表征表明,在晶格匹配或小失配体系中存在共格外延生长,而在大失配界面则呈现出莫尔条纹特征及应变弛豫畸变。

超快光谱学证实了高效的界面电荷分离,第一性原理计算则揭示了由界面偶极对齐所产生的内建电场和界面势垒。器件表现出超过 10^7 的二极管式整流比,且该比值随晶格失配增加而系统性下降,从而确立了有机二维聚合物范德华异质结构作为(光)电子学和量子现象研究的晶格工程平台的地位。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11074-6>

引力扭矩驱动日长的数十年尺度变化

加拿大阿尔伯塔大学的 Mathieu Dumberry 团队发现引力扭矩驱动了日长的数十年尺度变化。相关研究成果近日发表于《自然》。

日长在数十年尺度上的变化主要由地幔与地核之间的角动量交换引起。目前已有多种机制用于解释这种交换,包括地核-地幔边界处的电磁和地形耦合,以及内核产生的引力扭矩。然而,地核-地幔扭矩的精确性质仍不清楚。

该研究表明,通过地震重建得到的内核差分自转,以及源自磁场变化的地核流动,提示数十年尺度的日长变化主要由引力扭矩驱动,并受到电磁扭矩和地形扭矩的抵抗作用,这一结果与地球类发电机模型的结果一致。该结果还表明,低黏度的内核仅需数年时间即可发生变形。该研究有助于揭示地球最深处区域的新图景。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10999-2>

农业石灰是密西西比河流域的碳汇

近日,美国耶鲁大学的 Noah J. Planavsky 团队发现,农业石灰是密西西比河流域的碳汇。相关研究成果发表于《自然》。

将碳酸盐矿物施用于耕地,即农业石灰施用,是应对土壤酸化的长期做法。尽管石灰施用可提高作物产量,但也被认为是农业二氧化碳(CO₂)排放的一个来源。

研究团队利用密西西比河流域百年尺度的农业石灰施用和人为酸输入记录,证明农业石灰施用在过去一个世纪中一直发挥着净碳汇的作用。河流碱度通量记录表明,自1900年以来添加的农业石灰的理想CO₂去除潜力中,约90%已在流域尺度实现,但由于土壤阳离子交换和溶质运移,存在十年尺度的滞后。这些结果与土壤阳离子通量的反应性输运模型一致。

当前核算框架隐含地采用了不完整的事反实,将CO₂排放归因于石灰添加,而不是归因于驱动CO₂释放的人为酸输入。与人为酸输入的事实进行比较后,农业石灰施用在十年至百年的时间尺度上,对密西西比河流域而言表现为净碳汇。这些结果表明,优化土壤酸碱管理可以在减少农业温室气体排放的同时,提高作物产量并改善土壤健康。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11040-2>

《细胞》

转录调控切换驱动先天免疫细胞激活

近日,美国基因泰克公司的 Vishva M. Dixit 团队提出,从干扰素调节因子2(IRF2)到干扰素调节因子1(IRF1)的转录调控切换可驱动先天免疫细胞激活。相关研究成果发表于《细胞》。

IRF2是一种转录因子,在小鼠和人类中可抑制皮肤炎症,但矛盾的是,它通过上调气孔蛋白D来促进细胞焦亡。IRF2如何激活某些促炎基因却抑制炎症反应仍不明确。

研究人员发现,IRF2缺失小鼠的皮肤炎症是由IRF1激活干扰素刺激基因(ISGs)引发的。染色质分析显示,IRF1和IRF2占据相同的ISG调控位点,但作为较弱的转录激活因子,IRF2通过IRF1限制了ISG的转录。Toll样受体信号通过诱导IRF1,有利于IRF1驱动的转录。

这些发现共同构成了一种层级化的转录回路:在稳态条件下,IRF2限制了IRF1的活性,但在免疫应答期间被取代,从而允许IRF1依赖的基因程序发挥作用,这些程序对先天免疫和自身炎症至关重要。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.08.049>

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

调查显示化学家仍难以摆脱危险溶剂

本报讯 一项针对过去40年间专利中列出的130万条化学反应的分析显示,尽管倡导采用更安全、更具可持续性的替代溶剂已有近30年,但化学家仍在大量使用危险溶剂。这项近日发表于《德国应用化学》的成果,是同类研究中规模最大、最全面的调查。

溶剂是化学反应里必不可少的液体,既用于溶解反应物质,也被用来提取、纯化反应产物。一些常用溶剂不仅具有健康风险,还可能具有易燃等其他危险属性。传统溶剂几乎都来源于石油或天然气,会留下显著的环境足迹。

该调查中很大一部分专利涉及药物研发的早期探索性研究。数据显示,1976年专利记录的反应中,约60%使用的是危险溶剂;到2016年,这一比例上升至70%以上。“结果令人失望,但并不意外。”论文通讯作者、英国约克大学的 Helen Sneddon 说。

美国加州大学圣巴巴拉分校的 Bruce Lipshutz 表示,研究结果进一步说明化学领域迫切需要摆脱石油基溶剂。“我们必须做出改变。”

“结果有点让人泄气,我们本以为已经看到进展。”美国化学会绿色化学研究组的 David Leahy 说,“希望药物化学课题组和学术团队看到

这项研究后,能够考虑自己选择的溶剂。”

这项研究依托一个源自美国专利商标局的公开数据库——1976年至2016年的美国专利化学反应集,其中专利的化学名称、化学结构被转换为计算机可读格式。论文作者、瑞士洛桑联邦理工学院的 Maarten Dobbelaere 介绍:“这几乎是可用于此类调查的唯一大规模开源化学反应库。”

Dobbelaere 开发了一套名为 Rxn-IN-SIGHT 的人工智能系统。该系统可以解析化学数据库,回应研究人员关于合成新分子所需试剂、催化剂、溶剂的相关查询。Sneddon 与 Dobbelaere 利用这套系统,在经过标注的专利数据库中追踪了500多种不同化学反应的溶剂使用情况。

研究不仅证实二氯甲烷这类危险溶剂依旧深受化学家青睐,还发现当法规限制使用某一种有毒溶剂时,化学家往往会换成另一种危险溶剂,而非选用绿色安全的替代品。除此之外,三氟乙酸的使用量大幅增长。三氟乙酸是许多合成工艺的关键原料,按照某些定义,它属于“永久化学物质”,是持久性全氟和多氟烷基物质的一员,如今在环境样本中检

出率越来越高。

Leahy 表示,在药物研发早期阶段,化学家的目标往往是尽快合成大量不同的分子,因此会参照相关文献选择溶剂。“对于化学家来说,几乎没有任何动力在更环保的条件下合成这些分子。”

不过,这项研究仍存在局限性,可能并未涵盖某些取得进展的领域。此外,所用数据库截止到2016年,无法体现此后发生的变化,同时数据库没有统计溶剂实际消耗量。如今实验室反应装置趋于小型化、微量化,可能已经降低了溶剂的总体消耗。Sneddon 表示,专利大多记录的是实验室的早期研究,而放大到工业生产阶段时,二氯甲烷这类危险溶剂常常会被淘汰。

很多化学反应其实已经存在更绿色的替代方案。Lipshutz 指出,不少经典有机反应完全可以在水相中完成,合成化学家应当多借鉴人体内的化学反应,因为后者以水作为反应溶剂。“归根结底,大自然完成了全部与生命相关的化学反应,造就了人类与各种生物,全程没有用一滴石油。”

研究结果还给使用人工智能辅助反应规划的研究者敲响了警钟。大模型往往基于已发表



旋转蒸发仪用于从反应产物中去除化学溶剂。
图片来源:Forance/Alamy

文献(包括专利)进行训练,给出的溶剂建议很容易复刻过去并不理想的选择。

Sneddon 补充说,想要真正普及绿色溶剂,化学教育必须发生根本性转变,本科阶段就要教会学生依据绿色化学的原则挑选溶剂。Lipshutz 表示认同:“现在就应当大力推行绿色化学。” (王方)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/anie.1677569>

美国硅谷知名孵化器“创始人空间”公司首席执行官史蒂夫·霍夫曼日前接受新华社记者专访时说,他对中美经贸关系前景长期保持乐观,两国在人工智能、医疗健康、生物技术、机器人、清洁能源、先进制造等领域都具有很大合作潜力。

霍夫曼尤其看好中美在人工智能领域的合作。他表示,两国元首会晤达成的成果共识之一是同意建立中美人工智能对话,交流人工智能相关风险和惠益。人工智能问题被提升到元首会晤层面讨论,是推动人工智能治理合作的重要一步。

霍夫曼表示,美国和中国都是全球人工智能发展的重要中心,两国之间“竞争并不意味着必须完全分离”。在人工智能安全、科学研究、开源人工智能以及负责任的人工智能部署等方面加强合作,不仅将使两国受益,也有助于在促进创新的同时降低全球风险。

“美国和中国将在塑造未来科技发展方面发挥重要作用,双方继续保持对话与合作十分重要。”霍夫曼说,中美聚焦于双方在科技和人工智能领域共同面对的问题开展合作,将为全球带来更大益处。

霍夫曼表示,他在实际工作中看到,中美创业者之间的合作能够发挥各自优势,拓展单一市场难以形成的发展空间,为双方创造更多互利共赢的机会。他认为,成功的合作从来不是单方面受益,而是了解彼此需求,找到共赢的方式。

“我们应当避免把每一项技术都变成地缘政治问题。如果跨境合作越来越难,将减缓创新步伐。”在霍夫曼看来,中美两国应该在竞争中寻找更多互利共赢的机会。他认为,在创新高度全球化的当下,试图把创新限制在国家边界以内,结果可能适得其反。

在为一些大型企业提供人工智能战略咨询时,霍夫曼注意到,一些企业正在采用中国的开放模型。开放模型为创业者、研究人员和中小企业参与人工智能发展提供了更多机会。

“通过务实合作,中美能把彼此之间的差异转化为双方新的发展机遇。”霍夫曼说。

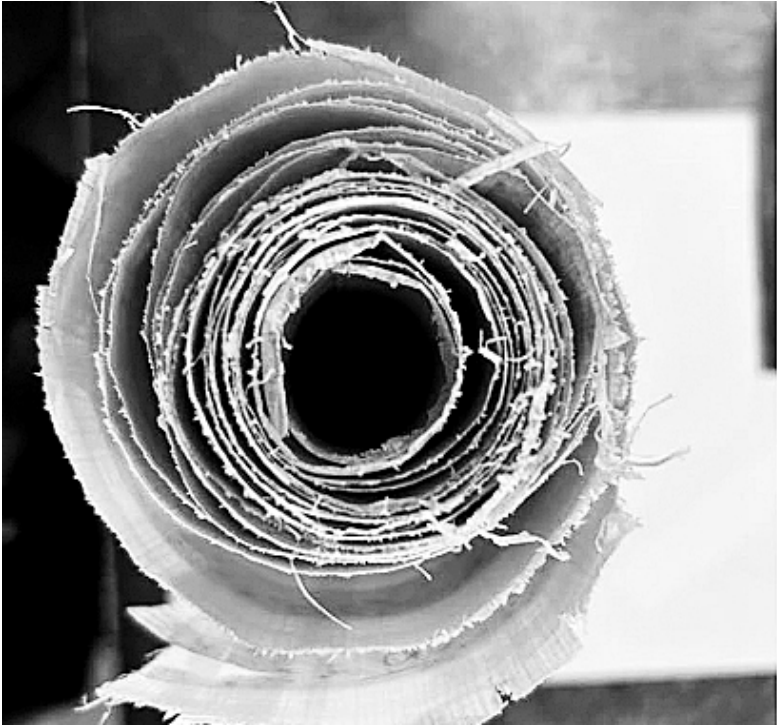
阿根廷科学家确认袋剑齿虎科新物种

据新华社电 阿根廷科学家近日在《黄金时代:澳大利亚古生物学杂志》上发表论文说,他们确认了一种生活在距今约250万年的袋剑齿虎科新物种。该发现为深入了解南美洲大型掠食性动物的进化史提供了新线索。

该动物的骨骼化石于2013年在布宜诺斯艾利斯省米拉马尔市附近出土。阿根廷国家科学与技术研究理事会等机构的科学家对这些化石进行了多年研究,确认它们属于一种此前未见的袋剑齿虎科物种。生活在距今250万年左右的上新世向更新世过渡时期。

研究人员介绍,化石分析显示,这种袋剑齿虎科动物前肢非常强壮,后肢相对较短,体重约100公斤,属于大型肉食性哺乳动物,与袋剑齿虎科的袋剑齿虎有较近的亲缘关系。

袋剑齿虎生活于上新世至早更新世的南美洲,具有类似剑齿虎的巨大犬齿,但两者并无密切亲缘关系,是平行演化的典型案例。 (张锋)



重新制作的纸莎草纸被刻上文字并焚烧,以模拟古代受损的卷轴。



图片来源:《公共科学图书馆-综合》

■ 科学此刻 ■

透视碳化古卷实现无损解读

或许人们很快就能读懂因维苏威火山喷发而碳化的数千卷古卷了。一项近日发表于《公共科学图书馆-综合》的研究表明,通过检测墨水中的铅元素,可以破译卷轴上的文字。

大约在公元79年,位于现今意大利境内的罗马城镇赫库兰尼姆在一场毁灭性的火山喷发中被摧毁。炽热的气体、火山灰与浮石吞噬了一切,随后,滚滚的火山泥流将整座城镇掩埋。这场灾难也使1000多卷脆弱的纸莎草卷碳化,并以这种状态保存至今。

这些卷轴在1752年被发现后,人们曾尝试展开它们进行解读,但许多卷轴直接化为灰烬。这种做法很快便被被迫终止。

过去几年,X射线计算机断层扫描技术(CT)与机器学习相结合,让研究人员得以用数字方式展开一些卷轴并破译其中的文字。CT是一种成像技术,通过探测物体如何阻挡X射线来构建物体或人体内部的三维模型。

去年,在“维苏威挑战赛”中,一支团队凭借算法识别出一部希腊作品的标题,并赢得了6万美元奖金。“维苏威挑战赛”是一项全球性机器学习与计算机视觉竞赛,为成功解读古卷的团队提供了高额奖金。今年早些时候,研究人员在未打开卷轴的情况下成功破译了一整卷文字。

但这类研究往往难以精准识别文字,因为标准的CT针对的是碳基材料,而墨水与纸莎草纸都含有碳元素。

英国诺丁汉大学的古典学者 Thomas

Coward 表示:“解决墨水检测难题,将极大推动赫库兰尼姆古卷轴的破译工作,也有助于加快虚拟展开的进程。”

于是,美国加州大学伯克利分校的退休发明家 Douglas Seiler 与同事寻思,如果检测墨水中的铅元素而非碳元素,是否能更清晰地区分墨水与纸莎草纸。为验证这一想法,Seiler 团队尝试复制了碳化卷轴:他们从埃及采购了纸莎草纸与芦苇笔,从日本购入传统的灯黑墨水。Seiler 表示:“我们希望制作原料尽可能与古卷轴的原始材料保持一致。”

他们用不同浓度的铅墨水在纸莎草纸上写字,随后将纸卷起来放入高温炉中,模拟赫库兰尼姆古卷轴经历的碳化过程。

为测试能否清晰解读这些卷起来的烧焦

卷轴,团队利用美国国家标准与技术研究院的中子与X射线断层扫描系统,将每份卷轴扫描成数千个“切片”,并构建出三维模型。随后,他们使用一款定制程序对卷轴进行了虚拟展开——这款程序最初是为展开锂离子电池内部薄膜线圈的扫描图像而设计的,用于研究电池性能的衰减。

CT能够检测出铅浓度低至25微克/平方厘米的墨水。此外,另一种技术——X射线荧光光谱法也能清晰识别出墨水;该技术只需手持设备,无需大型CT装置。“这些文字就像圣诞树彩灯一样清晰闪亮。”Seiler 解释说,这是因为铅对X射线的吸收量约是纸莎草纸的25倍,因此墨水会在颜色更深的纸张背景下以亮斑形式凸显出来。

借助这项技术,研究团队成功识别出他们写在卷轴上的许多文字。

Seiler 透露,参与“维苏威挑战赛”的研究人员目前已着手在赫库兰尼姆的真迹卷轴中检测铅元素。“据我所知,此刻就有研究人员正在那里检测部分卷轴中的铅含量。”

英国纽卡斯尔大学的古典史学家 Nick Freer 表示,这种纸莎草卷轴的重建方法还可用于训练算法,提升文字破译能力。“由于研究人员确切知道碳化前卷轴上的文字内容,这就为训练和测试用于复原隐藏文字的计算方法提供了一种可控的实验条件。” (方子逸)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0353485>

前额叶皮层脑区最大基因图谱问世

可用于探析人体发育、衰老、退化和疾病

本报讯 科学家绘制出了人体前额叶皮层脑区的已知最大规模基因表达图谱。在9月23日发表于《自然》的3篇论文中,研究人员分析了来自1494名捐赠者大脑的逾630万例基因表达谱。这些研究进一步阐释了前额叶皮层脑区在生命不同阶段的发育情况,有望用于研究衰老、认知衰退和疾病易感性。

人类大脑在生命早期和晚期会经历极大的发育转变,这些转变会影响人的认知能力、行为和疾病易感性。分析不同生命阶段的基因表达模式,能够了解大脑是如何发生转变的,进而用于研究正常衰老以及神经退行性疾病和神经精神疾病的进展。

前额叶皮层脑区对于关键的认识功能(如解决问题、规划和情绪调节)至关重要,并且对与年龄相关的退化较为敏感,是值得研究的理想脑区。该脑区是PsychAD项目的研究目标,PsychAD项目旨在探索阿尔茨海默病等疾病的底层机制。这些研究的样本均来自PsychAD项目。

在这些来自PsychAD项目的论文中,一篇发表于《自然》的论文描述了目前报告的人体背外侧前额叶皮层的最大规模群体尺度单细胞转录组图谱。美国西奈山伊坎医学院的杨辉(音)和同事评估了从婴儿期到生命晚期的284名捐赠者大脑的130万例基因表达谱,证明了基因表达如何随时间变化。这些变化对应了发育早期的大脑重塑、24岁之前的稳定、24岁以后的构成退化,以及65岁以后的细胞重编程。研究人员还鉴定出基因表达变化与早期神经元韧性以及晚年神经元脆弱性的关联。

在第二篇发表于《自然》论文中,西奈山伊坎医学院的 Donghoon Lee 和同事报道了一个与脑疾病相关的基因表达变化图谱。他们评估了PsychAD项目的完整数据集,其中不仅包含神经典型个体,也包含阿尔茨海默病等脑疾病患者和其他形式的痴呆症、帕金森病、精神分裂症、双相情感障碍个体。无论研究涉及哪种疾病,与基础细胞功能相关的基因表达都有一定的相似性。然而,不同形式的痴呆症与帕金森病

之间的基因表达变化相似性显著较强,尤其是与神经元发育和突触功能有关的基因。

西奈山伊坎医学院的 Sanan Venkatesh 和同事在发表于《自然》的第三篇论文中绘制了脑疾病遗传风险如何影响欧洲裔、非洲裔、美洲裔不同人群的特定细胞类型。他们揭示了之前未知的数千种基因-性状关联,并发现了保守的细胞类型特异性机制。研究人员总结道,相关研究结果有助于深入理解神经退行性疾病的背后机制。

在一篇同时发表的“新闻与观点”文章中,美国范德堡大学的 Jennifer Below 认为,PsychAD项目的成果为理解前额叶皮层内的健康改变以及疾病相关改变提供了研究资源,有望推动发现更多与神经精神、神经退行性、行为、认知和情感性状相关的基因。 (赵熙照)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10271-7>
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09573-z>
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10836-6>