

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》

自热甲烷热解可用于制氢和石墨生产

美国斯坦福大学的 Matteo Cargnello 团队研究了可用于制氢和石墨生产的可扩展热集成的自热甲烷热解(MP)。相关成果近日发表于《科学》。

MP 为利用现有能源基础设施满足低碳氢能需求提供了极具吸引力的途径。然而,高温热能向反应器的有效输送制约了 MP 规模化过程。

研究团队发现,以氢气为燃料的自热运行能够突破这一限制,在商业可行的床层直径条件下,使反应器产量提升数个数量级。该方法还产生碳共产物,其石墨化程度达 96.0%,符合石墨前驱体的技术要求。研究人员还提出了一种抑制自热运行中国有直接排放的策略,使排放量接近零。工艺生命周期评估表明,自热 MP 的碳强度可低至每千克氢气对应 1.9 至 4.5 千克二氧化碳当量。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.aed4911>

《细胞》

SWI/SNF 相关转录

预起始复合物的结构基础

美国斯坦福大学的 Shigeki Nagai 团队解析了交配型转换 / 蔗糖不发酵(SWI/SNF)相关转录预起始复合物的高分辨率结构。相关研究近日发表于《细胞》。

SWI/SNF 染色质重塑复合物通过移除和重新定位启动子处的核小体来启动转录。尽管长期以来人们认为 SWI/SNF 能独立发挥作用,但研究人员发现,SWI/SNF 是转录机器的一个组成部分。SWI/SNF 与 RNA 聚合酶 II 预起始复合物(PIC)、中介体复合物和核小体结合,整个组装体二聚化形成一个巨大的 7 兆道尔顿复合物。

研究人员展示了 PIC- 中介体 -SWI/SNF 和 PIC- 中介体 -SWI/SNF- 核小体复合物的高分辨率冷冻电镜结构,以及交联和质谱分析结果。这些结构揭示了 SWI/SNF 如何通过稳定 PIC 组织和协同重塑 +1 核小体来增强转录起始。结构模型表明,两种 DNA 转位酶——SWI/SNF 的 Ssn2 和 TFIIH 的 Ssl2 协同作用以启动转录。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.08.020>

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

铸核拓荒:建制化科研重塑兰州重离子创新范式

(上接第 1 版)

截至目前,近代物理所依托 HIRFL 累计合成 42 种新核素,占全国新核素总量的 95%以上。其中,2021 年以来,新增 10 种新核素,持续丰富我国自主可控的重核实验数据库,推动我国重核素研究摆脱跟跑局面,跻身国际第一方阵,多条前沿细分赛道形成领跑优势。

面向未来,布局长远创新蓝图

立足 HIRFL 建制化发展成效与系列原创成果,中国科学院统筹全局、精准布局,打造兰州 HIRFL、惠州强流重离子加速器(HIAF)两大国家级重离子装置南北联动、错位互补的全新发展格局。

两大装置统一纳入中国科学院建制化管理体系,执行统一的束流评审标准、数据规范并采用协同攻关机制,兼顾前沿基础研究与战略民生需求,全力打造世界级重离子原始创新策源地。

两套装置定位清晰、各展所长、互补增效:惠州 HIAF 凭借超高束流强度,主攻短寿命原子核精确测量、高能放射性束物理等国际空白领域;HIRFL 深耕中能重离子物理基础研究,同时承担航天粒子防护、重离子肿瘤放疗、医用同位素研发等关键任务。

冲刺第八周期 119 号新元素合成,是当前超重核研究最核心的目标。近代物理所研究员张志远介绍,119 号元素的探索,意在探寻元素周期表是否有尽头,尝试开辟周期表第八周期,力争产出首个以中国科学家为主合成的人造元素。依托 HIRFL、CAFE2 打造的国产大科学平台,高流强重离子束流供给、专项机时保障为 119 号元素研究提供了决定性支撑。

张志远表示,按照规划,未来 3 至 5 年团队将持续迭代升级核心探测设备与电子学系统,持续提升加速器性能,集中全国顶尖科研力量,全力推进 119 号新元素合成实验,加强国际合作,争取实现第八周期元素探索的历史性突破。超重元素的高难度科研探索,也会反向牵引加速器技术迭代,带动先进核能、医用同位素等应用领域技术进步,同时助力推动学科建设、培育核物理后备人才。

“我们将持续优化建制化基础研究体系,建成国际一流的重离子物理研究中心,打造国家级原始创新策源地。”王猛表示,未来十年,我国重离子基础研究将实现多点突围、持续突破,不断产出具有全球影响力的重大原创成果,在微观核物理前沿赛道持续擦亮中国科创名片。

改造细胞有望治疗骨质疏松症

本报讯 9 月 11 日,一项小型临床试验的结果发表于《细胞》。10 位老年女性在接受了一次自体骨髓细胞输注后,几乎不再发生骨折。而在此之前,她们哪怕被轻轻绊一下也会受伤。这些细胞经过实验室处理,更容易渗透到骨组织中。

在接受治疗前,这些女性平均每一两年就会出现脊柱、髋部、手臂或其他部位的骨折。试验后,她们因轻微创伤导致的骨折接近每 10 年一次。骨质疏松症是一种与年龄有关的疾病,全球约两亿女性受此困扰,尤其在绝经后更为明显。这项研究带来了一个诱人的可能性,即一次性细胞疗法或许能够重建骨质疏松症患者的脆弱骨骼。

“这相当了不起。”美国加州大学圣地亚哥分校的 Ajit Varki 评价,该试验“展现出接近 100%的疗效且持续数年,而且没有副作用”。

不过,该研究存在诸多局限性,如试验样本规模很小,没有对照组,大部分受试者在试验前后都服用了常规骨质疏松症药物,因此很难区分细胞疗法的具体效果。

此外,研究人员并没有在受试者体内直接追踪治疗细胞,因此留下了一个关键问题——是否有足够的细胞到达骨骼并发挥了作用。

然而,论文通讯作者、美国迈阿密退伍军人医疗中心的 Robert Sackstein 相信他们做到了。几十年来,Sackstein 一直在研究如何引导各种具备再生潜力的细胞,其中包括成骨前体细胞——间充质基质细胞(MSCs)在体内实现最大疗效。

直接注入血液的 MSCs 通常无法到达骨组织。但 Sackstein 团队在 2008 年发现,给这些干细胞样细胞添加一种名为岩藻糖的糖类,可以使其识别并进入骨骼,从而在小鼠体内实现骨组织再生。

添加的岩藻糖一般会在两天内消失。它被认为能够促进 MSCs 与血管壁之间的相互作用,后者会减缓细胞的移动速度,使其能够挤进骨髓。

在小鼠实验取得成功后,Sackstein 团队将目光转向了人类。此前很少有试验将 MSCs 用于治疗骨质疏松症,也从未有任何疾病的临床试验尝试改造这些细胞,以提升其迁移能力。在试验开始之前,团队花费数年来调整制备工艺,并积累临床前数据。

2015 年,西班牙穆尔西亚大学的 Jose Moraleda 带领临床团队启动了试验。受试者为 10 位 51 岁至 72 岁患有重度骨质疏松症并有骨

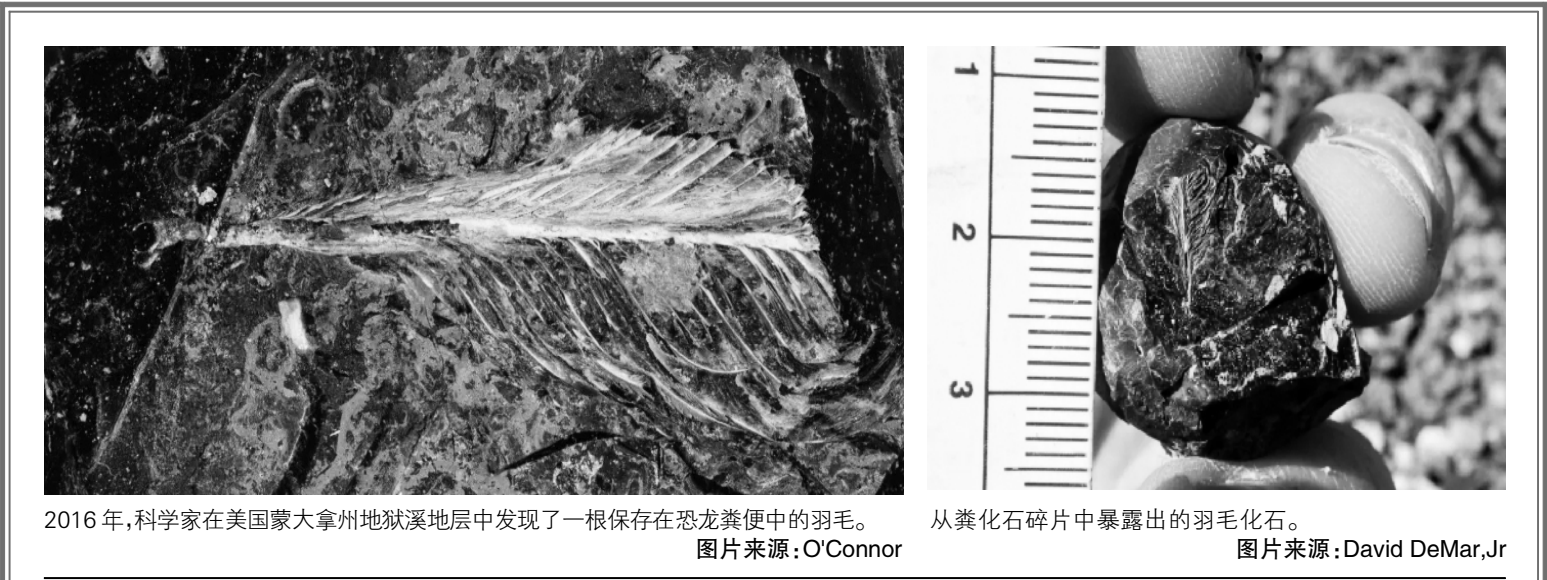
折史的女性。治疗所用的 MSCs 取自她们自己的骨髓,并用岩藻糖进行了强化。

经过中位数 6 年的随访,这些改造的细胞并未增加癌症或其他严重副作用的发生风险,同时还出现多个疗效向好的信号:受试者骨折发生频率大幅下降;影像扫描与骨骼活检显示,骨骼体积与密度得到改善;受试者自述疼痛减轻、残疾程度有所缓解;血液中与骨形成相关的关键蛋白水平有所升高。

Moraleda 表示,正在规划一项后续临床试验,将招募约 100 名骨质疏松症患者。受试者在常规药物治疗基础上,将被随机分为 3 组:接受经岩藻糖强化的自体骨髓 MSCs;接受来自健康供体、经岩藻糖强化的 MSCs;不接受细胞治疗。

更大规模的试验将有助于确认是不是细胞本身促成了骨骼再生。英国谢菲尔德大学的 Richard Eastell 指出:“10 人小试验观察到的蛋白变化表明骨转换水平上升,但这种变化既可能代表骨生成增强,也可能代表骨流失。”

“6 年随访后,受试者较少发生骨折,说明体内确实发生了某些改变。”曾在 Sackstein 实验室受训、参与过 2008 年研究的沙特阿卜杜拉国王科技大学的 Jasmeen Merzaban 表示,



2016 年,科学家在美国蒙大拿州地狱溪地层中发现了一根保存在恐龙粪便中的羽毛。
图片来源:O'Connor

从粪化石碎片中暴露出的羽毛化石。
图片来源:David DeMar,Jr

科学此刻：粪化石中的精美鸟羽

一只 6600 万年前被恐龙吞下的鸟,留下了科学家从那个年代的岩层中发现的保存最完好的羽毛。根据恐龙的粪化石,一项 9 月 10 日发表于《当代生物学》的研究,将现代鸟类羽毛的演化历史提前了 1000 万年,或许有助于揭示为何大多数鸟类未能在小行星撞击后的大灭绝中幸存下来。

“这是我们在中生代(2.52 亿至 6600 万年前)沉积层中见过的保存最完好的羽毛。”美国菲尔德博物馆的 Jingmai O'Connor 说。

在 6600 万年前小行星撞击引发的大灭绝中,鸟类是唯一幸存下来的恐龙。但令人费解的是,只有一支逃过了劫难,也就是今鸟亚纲——现存所有鸟类的祖先。

2016 年,美国华盛顿大学的 David DeMar,Jr 在蒙大拿州东北部的地狱溪组采集鱼类化石时发现了一块破损的粪化石,其断裂面上清晰可见一根羽毛。“我当时简直不敢相信自己的眼睛。”

几年后,他与 O'Connor 合作,利用显微 CT 扫描和 3D 表面扫描技术对这块粪化石进行了分析。化石中包含两块腿骨碎片,长度分别为 18 毫米和 12 毫米,与此前在地狱溪组发现的黄昏鸟目的骨骼特征相似。黄昏鸟目是一类不会飞的短翼潜水鸟,类似于现代的潜鸟等,与今鸟亚纲有亲缘关系。

进一步分析显示,这根 9.3 毫米长的初

级飞羽具有疏水结构,与鸕鶿的羽毛类似。O'Connor 表示,这根羽毛及另一根更小的翼羽都有轻质多孔的羽芯,外围包裹着更坚硬的结构。这种组合让羽毛既轻盈又坚硬,正是现代鸟类羽毛的典型特征。“令人兴奋的是,这项发现证明现代羽毛早已出现在非现代鸟类中。”O'Connor 指出,羽毛的差异逐渐成为部分鸟类得以幸存的一个关键因素。

研究团队还发现了两根绒状体羽,其羽支排列松散,与在距今 1 亿年的缅甸琥珀中

发现的原始羽毛相似,而后者所属的鸟类未能在灭绝事件中存活下来。

O'Connor 表示,这说明这根羽毛所属的鸟类乃至整个黄昏鸟目的羽毛都介于原始与现代之间。例如,尽管它们的翼羽和尾羽或许能支持高效潜水,但结构相对原始的体羽保暖性较差,使其更容易受到小行星撞击后出现的“寒冬”的影响。“体羽的作用是维持体温,它们或许在中生代的温室气候中能够为动物保暖,但在撞击事件引发的环境灾难中,却没有足够的保暖效果。”O'Connor 说。

这块粪化石可能来自矮暴龙或幼年霸王龙,其中还包含两片坚硬的菱形鳞片,长 3 至 4 毫米。研究人员认为它们来自雀鳝——一种身形细长,至今仍存活的鱼类。这些鱼对恐龙来说太小了,因此很可能是被鸟吞食的。

“这项发现令人兴奋。”美国康涅狄格大学的 Frank Muzio 说,“它引出了诸多问题,比如羽毛如何演化、最初的功能是什么,现代鸟类羽毛的不同功能是如何演化的,等等。”

“这类发现总能激发无限想象。”Muzio 说,“仅凭一块粪化石,我们就能从形态、生态和演化多个层面,了解至少 3 个不同物种的信息。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2026.08.054>

环球科技参考

中国科学院西北研究院文献情报中心

新研究证实矿物几何形态影响天然气产出效率

澳大利亚伊迪斯科文大学团队研究发现,西澳大利亚州富含铁的岩石能够自然产生氢气,而且通过改进样品几何形态等相关技术可以大幅增加氢气的产量。如果这一技术能够得到规模化应用,皮尔巴拉地区庞大的岩层有望成为澳大利亚乃至全球重要的低排放能源来源。相关成果近日发表于《国际氢能杂志》。

尽管近年来人们致力于研究磁铁矿在热液条件下自然产氢,但样品的几何形状和表面积对氢气产率的影响未能得到充分表征。研究人员比较了在相同实验条件下制备的完整磁铁矿板与磁铁矿粉末的产氢效果。结果表明,磁铁矿粉末的岩石产氢率为 0.052 毫摩尔 / 克,约为板状样品的 5 倍。对磁铁矿板进行综合表征发现,产氢反应发生后磁铁矿表面粗糙度增加。定量分析显示,磁铁矿发生了显著的相变,由磁铁矿转变为赤铁矿,这与 Fe²⁺氧化为 Fe³⁺的过程一致。研究人员表示,这些发现对于天然氢气生产以及含磁铁矿的带状铁矿和其他富含磁铁矿

的岩石中地质储氢开发具有重要意义。研究结果有助于更深入地了解氢气在真实地下岩层中是如何产生的。

水力压裂诱发地震前兆机制研究获突破

加拿大阿尔伯塔大学、加拿大自然资源部地震研究中心等机构的研究人员组成的国际团队,系统揭示了水力压裂诱发地震前兆差异性的深层机制,并提出了基于区域地质特征的自适应安全预警方案。该研究对理解流体 - 断层相互作用、提升诱发地震可预测性具有重要意义,为全球页岩气 / 油气开采的地震风险管理提供了关键科学依据。相关研究近日发表于《科学》。

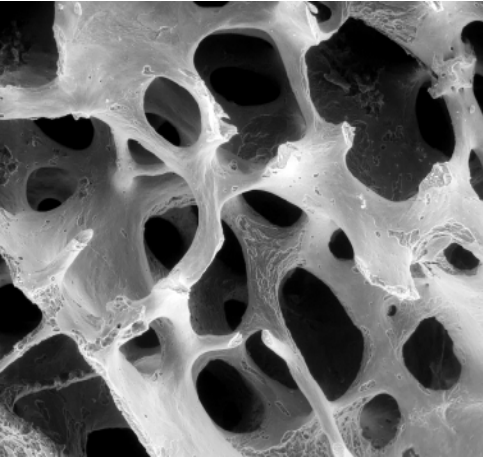
水力压裂通过向地下注入高压流体压裂岩石以释放油气,但此过程会改变断层应力状态从而触发地震。一个长期困扰学界与工业界的问题是如何部分压裂场地在主震前会出现大量可预警的小震(前震),而另一些场地却几乎毫无征兆。这种前震活动性的巨大差异直接威胁现有风险控制策略——交通灯预警系统的有效性。该系统依赖统一阈值控制注液作业,黄灯预警时降低注液量,红灯预警时停止注液。预警的阈值通常由震级来确定,故而可能因忽视地质异质性而失效。为破解这一难题,研究人员构建了 2014—2024 年加拿大西部约 7 万次地震事件的完整目录,从中识别出 77 次震级≥3 级且与水力压注明确相关的主震事件。研究整合多源

数据,通过时空聚类分析发现,71/77 次主震在 5 天、5 公里窗口内存在前震,证实前震在加拿大西部诱发主震中具有“普遍性”,但前震数量差异极端显著,某次主震前记录到逾 700 次前震,而 6 次主震完全无前兆。进一步的分析表明,单纯注入参数不足以解释前震产率差异。关键控制因素在于局部断层敏感性与临界失稳状态,即前震丰富区对应地下断层对注入流体高度敏感,已处于临近破裂临界状态的构造环境。前震匮乏区则断层敏感性低、缺乏失稳前兆。研究还进一步揭示了流体注入驱动大震的 3 种物理路径:触发缓慢无震蠕滑,弱化未来主震破裂区;将应力转移至邻近锁固岩段累积;形成级联式小震链最终触发主破裂。上述 3 种成核机制均与断层结构、应力状态及流体扩散动力学密切相关。

研究人员表示,前震活动性的强烈空间依赖性意味着现行“一刀切”的交通灯预警亟须改革。未来该预警应深度融合区域性地震易发性评估、实时地震 - 大地测量联合观测,以及基于物理的破裂成核模型,实现“一地一策”的动态风险管理。这一转变将大幅提升诱发地震预警的精准性与时效性,为北美乃至全球非常规油气开发区的地震安全保障树立新范式。

雷震可用于地震成像

美国宾夕法尼亚州立大学研究团队利用埋设在该校地下仅数英尺深的现有光纤通信电



骨质疏松症会造成骨骼变薄、多孔,极易发生骨折。
图片来源:Tony Brain/SPL

“现在我们需要更大规模的随机对照试验,才能真正解答关于这种疗法及其效果的一系列问题。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.08.017>

研究显示三维肿瘤模型有助加快抗癌药研发

据新华社电 英国曼彻斯特大学研究人员近日在《英国癌症杂志》发表论文说,利用生物材料在实验室构建接近人体真实肿瘤环境的三维肿瘤模型,有助于加快抗癌药物研发。

据曼彻斯特大学发布的新闻公报介绍,研究人员分析了以水凝胶等先进生物材料为基础的癌症肿瘤模型。这类材料可起到供细胞附着生长的支架作用,在由其形成的三维结构中加入各种细胞,可构建微型“肿瘤生态系统”,用于模拟分析细胞间相互作用和耐药性等特征。

研究人员指出,过去培养癌细胞时经常使用平面材料,难以模拟真实肿瘤内部的复杂环境和细胞相互作用,因此一些在测试中表现良好的候选药物进入后续环节后可能效果不佳。三维肿瘤模型可提供更接近人体实际情况的药物测试环境,帮助筛选更有潜力的候选药物。

论文第一作者伊芙·蒂普尔说,随着生物材料技术不断进步,这类模型可帮助研究人员在药物开发早期作出更好的判断,加快研发有效的癌症治疗方法,并减少相关研究中需要使用的动物数量。

不过研究人员也表示,目前这种技术仍无法模拟人体全身的复杂环境,因此在可预见的未来,动物实验仍将在疾病研究以及评估药物疗效和安全性方面发挥重要作用。

美环保署启动饮用水潜在污染物研究

据新华社电 美国环境保护署近日宣布启动一项新的科学研究,以提升对饮用水中可能存在的污染物的认知。这项研究将筛查药物、全氟和多氟烷基物质等污染物以及 1000 多种潜在污染物。

美环保署在一份公报中说,此项研究将采用非靶向分析方法,对饮用水样本中的未知污染物进行识别。传统的分析方法通常一次只能检测少量特定化学物质,而非靶向分析可以对数千种潜在污染物进行筛查。相关研究结果将帮助美环保署确定未来监管和研究工作的重点。

美环保署署长李·泽尔丁说,美国民众对饮用水中可能存在的未知污染物感到担忧,环保署将通过这项研究进一步了解相关情况,以增强民众对饮用水安全的信心。

缆,开发出一种新的分布式声学传感技术应用方法,以更深入地了解声波如何将能量传递至地表。该方法指出,雷震可以作为一种天然震源,用于绘制近地表的地下结构。相关研究近日发表于《科学进展》。

雷电会产生大气声波,这些声波耦合到地下,会产生被称为“雷震”的地震信号。尽管这种大气声波与地球之间的能量转换已被广泛观测到,但由于其耦合波场复杂且受控因素缺乏明确约束,很少被应用于地震成像。研究人员考虑基于现有的电信光纤电缆并结合分布式声学传感技术记录的雷震进行分析。同时,利用三维谱元模拟和雷震的频散建模进行验证。通过对 2.5 年连续的分布式声学传感技术数据以及 458 个经闪电记录验证的高精度雷震记录进行分析,采用互相关虚拟源的干涉和叠加技术,研究人员不仅获得了频散面波,并且反演得到了在喀斯特环境中约 100 米深的剪切波的速度结构。最终生成的断层图像揭示了若干个此前未被探测到的低速“薄弱带”,其中部分区域与干涉合成孔径雷达测量的地面形变一致。独立的钻孔测井和工程勘测进一步验证了层析成像结果,据此推测雷电可以在地下转化为散射地震波场,且雷震可以作为新型的气象驱动型地震成像源,在难以获取传统地震源的地区发挥重要作用。

研究人员表示,更好地理解大气与固体地球之间的相互作用,有助于进一步研究地球表面与大气之间的互动关系。