

让等离子体密度提升并保持稳定——

核聚变反应关键技术障碍有望扫除

科技日报讯（记者刘震）美国科学家在小型托卡马克反应堆内进行了一项最新实验，克服了实现稳定且强大聚



DIID-D托卡马克聚变反应堆内部。
图片来源：《新科学家》网站

变反应的两个关键障碍：让等离子体密度超出限制值20%，并让更稠密的等离子体保持稳定。但这项技术是否适用于更大设备仍有待验证。相关论文发表于4月24日的《自然》杂志。

作为不产生二氧化碳的绿色能源，核聚变发电日益受到关注。获得聚变能的最常见方法是使用托卡马克装置。在托卡马克核聚变反应堆内，氢同位素氘和氚被加热到超高温以产生等离子体，强磁场将这些带电等离子体约束在“磁笼子”里。但目前，要想让核聚变反应在“最佳点”运行以获得最佳发电效率，需要解决两个难

题：提高等离子体密度并有效约束更稠密的等离子体。

在核聚变反应中，存在着所谓的格林沃尔德极限。超过这个极限，如果等离子体不脱离磁场束缚，就无法提高密度，但等离子体挣脱束缚又会损坏反应堆。提高密度对提高发电量至关重要，实验表明，托卡马克反应堆的发电量与燃料密度的平方成正比。

在最新实验中，美国通用原子公司研究团队让DIID-D国家聚变设施内的托卡马克反应堆运行了2.2秒，等离子体平均密度比格林沃尔德限值高20%。至关重要，新实验是在约束

改善因子大于1的条件下运行，这意味着等离子体被成功地限制在适当位置。

不过，DIID-D等离子体室的外半径仅1.6米，目前尚不清楚该方法是否适用于正在法国建设的半径为6.2米的下一代托卡马克装置——国际热核聚变实验堆。因为等离子体非常复杂，条件的微小变化会导致行为的巨大变化。

研究人员表示，许多反应堆设计需要同时实现高约束和高密度，这是首次有实验实现这一点。这一成果向实用核聚变发电厂迈出了重要一步，但商业反应堆可能还需多年才能实现。

氢动力竞跑美国铁路运输未来赛道

今日视点

◎本报记者 张佳欣

在科罗拉多州普韦布洛郊外的试验轨道上，美国首列氢动力客列车正在“热身”。这辆由瑞士制造商施泰德制造的“快速轻型城际和区域列车”（FLIRT）不久将运往南加州，计划在年底前加入圣贝纳迪诺县的通勤列车服务中。在许多人看来，它代表着美国铁路运输的未来；而在另一些人看来，它就像一个巨大而显眼的、华而不实的噱头。

氢燃料助力交通脱碳

据美国《麻省理工技术评论》网站报道，运输行业是美国温室气体排放的最大来源，汽车电动化是实现交通部门脱碳的有效途径。但为了达到拜登政府到2050年实现净零排放的目标，包括轨道交通在内的各种交通工具都开始“另辟蹊径”。越来越多人认为，氢动力火车是减少交通部门碳排放和其他污染的一种方法。

美国加州一直都在氢创新的前沿。尤其是在过去一年里，加州斥资2.07亿美元，订购了10辆氢气FLIRT列车。

这种列车并非直接使用氢气作为列车前进的推动力，而是通过燃料电池将氢气罐中的氢气转化为电能，流向牵引电机。然后，用电池为驱动系统提供动力并存储制动能量。

108座的FLIRT列车时速可达每小时127公里，甚至能在48℃的高温下运行。

加州交通部门发现，与普通电动列车相比，氢动力列车的续航能力强、加



氢动力列车行驶在田野上。火车上有蓝白相间图案和“FLIRT H2”标志。

图片来源：美国加州交通局官网

氢时间短。此外，相比需要架空电缆的电动列车，氢动力列车成本也更低。在该州的3条主要城际线路上安装架空电缆预计需要68亿美元。

有专家认为，尽管氢气不会成为美国所有铁路系统的解决方案，但其潜力仍相当可观。氢动力列车技术可能会对美国的铁路旅行产生重大影响。

氢动力列车评价不一

加州最近颁布法规，要求在该州运营的所有新客运列车到2030年必须实现零排放，所有新货运列车到2035年实现零排放。

然而，围绕该法案的争议层出不穷。技术方面的讨论主要围绕着氢燃料电池、电池或架空电缆是否能应对不同的铁路情况。此外，脱碳究竟能在多大程度上或应该在多大程度上为美国的铁路运输带来更广泛变革也是讨论

不休的话题。

关于氢动力列车的优点，人们众说纷纭。2022年，在一点试点项目结束之后，德国巴登-符腾堡州认为，从长远来看，这项技术的运营成本将比其他零排放替代方案高80%。

加州交通部门认为，由于氢动力列车也使用电动机，因此它与架空电缆驱动的列车具有许多类似优势。这两种技术都比柴油列车更安静、更清洁、更快速。

但美国铁路协会指出，尽管氢动力更加可持续，但这种替代技术还不够成熟，无法满足行业需求。一个名为“加州电力铁路”的组织也认为，氢动力技术不成熟。氢气的合成、运输和使用效率非常低。目前，氢能列车每公里运行所需的能源大约是架空电缆供电列车的3倍。同时，氢的环境效益在很大程度上仍然停留在理论上。根据国际能源署数据，2021年全球氢气约81%来源

于化石能源制氢。

加州押宝氢动力列车

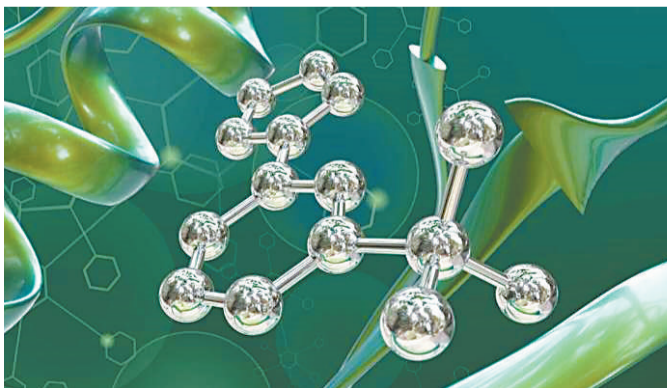
到目前为止，加州是美国唯一一个购买了氢动力列车的州。加州交通部门认为，至少在未来几十年，氢能是实现该州雄心勃勃气候目标的最可行方式。例如，加州火车公司订购了一辆配备电池的电动火车，该火车可在从旧金山开往圣何塞时充电，然后利用电池的蓄电继续行驶。

新的氢气技术也能给客运铁路带来变革。在科罗拉多沙漠中飞驰的FLIRT列车是1.0版。未来，使用氢作为氢载体可能会大大延长氢列车的行驶里程。

新的氢气技术也能给客运铁路带来变革。在科罗拉多沙漠中飞驰的FLIRT列车是1.0版。未来，使用氢作为氢载体可能会大大延长氢列车的行驶里程。

AI可据蛋白结构快速设计药物分子

科技日报讯（记者张梦然）瑞士苏黎世联邦理工学院化学家开发出一种新的人工智能（AI）算法程序，可根据蛋白质的三维表面快速、轻松地设计活性



一种新的生成式AI可从头开始设计分子，使其与相应蛋白质精确匹配。
图片来源：苏黎世联邦理工学院

药物成分。最新一期《自然·通讯》杂志刊发的这一成果，可能彻底改变药物研发方式。

这种方法建立的基础，是化学家数

十年来阐明的蛋白质三维结构，以及使用计算机寻找合适的潜在药物分子的成果。对于任何已知三维形状的蛋白质，该算法会根据“锁与钥匙”原理，生成提高或抑制蛋白质活性的潜在药物分子蓝图，然后化学家可在实验室合成和测试这些分子。

新算法无需人工干预，生成式AI就能从头开始设计与蛋白质结构相匹配的药物分子。

此外，该算法仅建议在所需位置与特定蛋白质相互作用的分子，而几乎不与任何其他蛋白质相互作用。这意味着在设计药物分子时，它的副作用会尽可能小。为了创建该算法，研究人员利用化学分子与相应三维蛋白质结构之间数十万种已知相互作用的信息来训

练AI模型。

研究团队与罗氏制药公司一起测试了新算法并展示了AI的能力。他们寻找与过氧化物酶体增殖物激活受体（PPAR）类蛋白质相互作用的分子，PPAR类蛋白质调节体内糖和脂肪代谢。目前使用的几种糖尿病药物会增加PPAR活性，导致细胞从血液中吸收更多的糖，从而降低血糖水平。

无需经过漫长的发现过程，AI就能立即设计出新分子，这些分子也能增加PPAR活性，就像目前可用的药物一样。研究团队在实验室生产出这些分子后，罗氏制药公司负责对它们进行测试。结果表明新分子从一开始就十分稳定且无毒。



与传统模型相比，SEEDS能更快、更高效地预测灾害天气。
图片来源：美国趣味科学网站

成式AI工具类似。与传统预测模型相比，SEEDS能更快地生成更多天气场景。

目前气象服务部门采用的预测方法往往难以预见极端天气事件可能带来的后果，且当前使用概率性预测模型，将随机变量作为初始条件，这会导致错误率迅速上升，很难准确预测未来的极端天气。

谷歌表示，与现有方法相比，使用SEEDS的计算成本极低。在谷歌云架构的样本中，该系统每3分钟可给出256个预测结果。

1—2个输入数据，推断出多达31个天气场景。研究人员通过对2022年欧洲热浪进行建模，测试了该系统的性能。结果显示，在热浪爆发前7天，美国气象机构的预测数据未能预测该事件即将发生，而SEEDS却成功预测到了。

谷歌表示，与现有方法相比，使用SEEDS的计算成本极低。在谷歌云架构的样本中，该系统每3分钟可给出256个预测结果。

动物实验表明——合成神经网络恢复大脑功能有希望

科技日报北京4月27日电（记者张梦然）两个独立研究团队使用从大鼠干细胞生长的神经元，在小鼠中成功再生了小鼠的大脑回路。这两项研究25日发表在《细胞》杂志上，为脑组织如何形成提供了宝贵见解，同时为恢复因疾病和衰老而丧失的大脑功能提供了新途径。

美国哥伦比亚大学教授克里斯汀·鲍德温称，这些研究体现了利用合成神经网络恢复大脑功能方面的潜在灵活性。鲍德温团队使用来自大鼠的干细胞，恢复了小鼠的嗅觉神经回路。

美国得克萨斯大学西南医学中心副教授吴军认为，利用一个物种的细胞在另一个物种中产生脑组织，可以帮助人们了解不同物种的大脑发育和进化。吴军团队开发了一个基于CRISPR的平台，可有效识别并驱动特定组织发育的特定基因。他们通过静默小鼠前脑发育所需的基因，然后使用大鼠干细胞恢复组织来测试该平台。

吴军团队使用CRISPR技术测试了7种不同的基因，发现敲除Hesx1能可靠地产生没有前脑的小鼠。然后，研究团队将大鼠干细胞注射到Hesx1敲除小鼠的囊胚中，大鼠细胞填充壁龛以形成小鼠的前脑。大鼠的大脑比小鼠大，但大鼠的前脑发育速度和大小与小鼠相同。此外，大鼠神经元能够将信号传递给邻近的小鼠神经元，反之亦然。

在另一项研究中，鲍德温团队使用特定基因杀死或静默小鼠的嗅觉感知神经元。杀伤模型完全去除了神经元，模拟退化性疾病；静默模型则模仿神经发育障碍，其中某些神经元无法与大脑沟通。然后他们再将大鼠干细胞注射到小鼠胚胎中，观察这两种疾病模型之间的不同之处。这一研究有助于确定脑部功能的恢复机制。

大脑就像一台精密仪器，它的功能会因疾病和衰老而发生损伤或退化。很多脑肿瘤、脑创伤、老年痴呆症等患者，正在经历这种过程，并忍受生命质量的下降。如何恢复发生损伤或退化的脑功能？这是长久以来的医学难题。最新研究利用脑细胞融合技术，为脑功能恢复提供了新思路。

科学家观察到磁星罕见巨耀发

科技日报讯（记者张梦然）据新一期《自然》发表的报告称，科学家观察到比邻星系M82的一个磁星（强磁化中子星）出现巨耀发。磁星巨耀发是极其罕见的爆发事件，可为此类事件频率提供新见解。

磁星是备受天文学界关注的致密性天体，磁星上发生的巨耀发是宇宙中最剧烈的能量释放过程之一。这一短暂爆发事件像伽马射线暴（GRB）那样“猛烈而神秘”。在大约50年间，我们的银河系和邻近的大麦哲伦星云中的磁星只出现过3次此类耀发。远距离的能量爆发难以确定来源，因而阻碍了人们观察更远处磁星的巨耀发。

意大利国立天体物理研究所、米兰太空天体物理暨宇宙物理研究所科学家此次报告了国际伽马射线天体物理实验室（INTEGRAL）卫星的观测结果。这个卫星上搭载的灵敏设备观测到一个名为GRB 231115A的爆发，它来自约1200万光年外的M82星系中心。该星系为星暴星系，因从其中

心区域喷射出火焰般的炽热氢气而引起注目。在这些区域中，年轻恒星诞生的速度比我们银河系中的快10倍。

研究团队认为，其光谱和时间特征加上事件后数小时的X射线和光学观测，以及引力波信号的缺失，表明这次爆发来自一个磁星的巨耀发。他们总结说，M82这样的星暴星系会产生磁星，可能是研究巨耀发的理想目标。



哈勃对M82的观测图像。
图片来源：NASA、ESA和哈勃团队

液态金属合金助力常压生产人造金刚石

科技日报讯（记者张佳欣）一个由韩国基础科学研究所（IBS）领导的研究团队使用由镓、铁、镍和硅组成的液态金属合金做金属助熔剂，在1个大气压和1025℃的条件下生成了人造金刚石。这一成果有助于深化基础科学研究并以新方式扩大金刚石生长规模。该项研究成果发表在最新一期《自然》上。

目前，人造金刚石大部分是用高压高温（HPHT）方法生产的。通常是将石墨和金属助熔剂放在压力机中，在极高压（5GPa—6GPa）下加热到高温（1300℃—1600℃）后生成，而在更加温和条件下合成金刚石仍然很难。

现在，IBS的罗德尼·鲁夫教授团队利用新的液态金属助熔剂降低金刚石的形核势垒，从而实现金刚石在常压条件下生长。研究人员进行了一系列实验，最终成功使用自制冷壁真空系统合成了金刚石。

研究小组发现，金刚石生长在一种液态金属合金的亚表面上，该合金由镓、镍、铁、硅的混合物（原子百分比

为77.75:11.00:11.00:0.25）组成，在约1025℃、1个大气压下暴露在甲烷—氢气中。

同步加速器二维X射线衍射测量证实合成的金刚石具有非常高纯度，其结构中不存在空位色心。研究人员认为，这种具有硅空位色心的人造金刚石可能在磁感应和量子计算中具有应用价值。

团队深入研究了金刚石在这些新条件下成核和生长的可能机制。样品横截面高分辨率电子显微镜成像显示，与金刚石直接接触的凝固液态金属中有约30—40纳米厚的亚表面非晶区域。该非晶区域顶部表面大约有27%的原子是碳原子，碳浓度随着深度的增加而降低。进一步实验发现，液态金属中心区域温度较低。这种温度梯度促使碳向中心区域扩散，促进了金刚石生长。硅在金刚石增长中扮演着关键角色，可能参与了金刚石的初始成核。此外，通过用钼代替镍或用铟—铜混合物代替镓，可以生长出高质量的金刚石。

科技日报讯（记者刘震）谷歌公司最近发布了一款新的生成式人工智能（AI）模型——可扩展集成包络扩散采样器（SEEDS）。该公司称，SEEDS能提供准确的天气预报信息，比传统方法成本更低，而且能检测到难以发现的极端天气事件。相关论文发表于最新一期《科学进展》杂志。

谷歌表示，SEEDS模型与ChatGPT等流行的大型语言模型、Sora等生