主编 / 赵路 编辑 / 李惠钰 校对 / 何工劳、唐晓华 Tel:(010)62580617 E-mail:news@stimes.cn

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《国家科学院院刊》

气溶胶光吸收减轻 冬季雾霾事件中的颗粒物污染

美国加州理工学院的 John Seinfeld 团队发现，气溶胶光吸收减轻了冬季雾霾事件中的颗粒物污染。相关研究成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

气溶胶光吸收被认为是大城市颗粒物污染恶化的一个促成因素，具有稳定行星边界层(PBL)的作用。

研究组报告了在冬季雾霾事件中，以吸收为主的气溶胶－辐射相互作用，可以在大范围内降低近地表细颗粒物(PM2.5)浓度。PBL 顶部吸收气溶胶的显著升温速率，所产生的“暖泡”效应导致二次环流，具有降低近地表 PM2.5 的净效应。

此外，气溶胶对紫外光的吸收有效降低了化学物质的光解作用，即气溶胶－光解相互作用，阻碍了臭氧的形成，降低了大气的氧化能力，抑制了气溶胶的二次浓度。模型评估显示，这两种协同效应使近地表 PM2.5 减少了约 7.4%，因此在冬季雾霾事件中，吸光气溶胶的存在可以显著减轻颗粒物污染。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1073/pnas.2402281121

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

修复珊瑚礁 守望“珊瑚海”

（上接第 1 版）

和黄晖团队一样，研究集体里每一支队伍都在挑战中不断前行。

每年 4 月到 6 月，南海海洋所研究员、海洋动物遗传学与分子生物学团队负责人喻子牛都要带着团队，前往三亚的中国科学院海南热带海洋生物实验站海洋生物繁育岸基实验基地，开展砗磲人工繁育和增殖放流工作。

砗磲人工繁育是细致活儿，喻子牛团队一年大部分时间都在海上漂着，或在海边的繁育基地忙碌。对喻子牛和团队来说，砗磲繁育项目是一场“等不起的试验”，在海中“种”砗磲是件“痛并快乐”的事。鉴于砗磲繁育和放流研究的迫切性，喻子牛专门学了潜水，每过几个月至半年，他和团队成员就要潜入水下查看砗磲幼贝的长势。

“一个健康的珊瑚礁生态系统中，砗磲生物量最多时可占 60%左右，如果没有砗磲，一个珊瑚礁系统就不可能健康存活。”喻子牛介绍说，砗磲是一种重要的大型热带海洋贝类，具有造礁护礁功能，是南海珊瑚礁海洋生态系统的基石之一。

自 2016 年在国内首次成功实现砗磲人工繁育以来，喻子牛团队相继攻克了多个技术难题。8 年来，该团队已在南海“种”下数十万枚砗磲幼贝，为这片南海“热带雨林”重新注入生机。

协作：“一个人不可能做这么多事情”

据统计，珊瑚礁以 0.25%的海洋面积养育了至少 25%的海洋生物物种，是地球上生物多样性最丰富的生态系统之一。

“珊瑚礁生态修复是一项复杂的系统工程，需要多学科、多领域的协同合作。”南海海洋所研究员、藻类资源与生态工程团队负责人龙丽娟表示，珊瑚礁生态系统修复，涉及生境构建、功能生物种群恢复、群落结构配置、次生保育，涉及能流、物流、信息流的传递等，是一项充满挑战与未知的科学探索。

龙丽娟长期从事南海生物资源挖掘、功能利用与生态工程应用研发，创新珊瑚礁生态工程理论和技术体系，创建珊瑚礁多维生态修复新模式，促进了热带海洋生态保护和修复系统化、工程化。

受地质学同事的珊瑚礁岩芯成分研究成果启发，龙丽娟团队开始关注珊瑚礁生态系统中的重要造礁生物钙化藻。“这是一类因不起眼儿而被严重忽视的生物，也是一类独特而有趣的生物，覆盖了超过 50%的珊瑚礁表面积，不仅可以通过光合作用提供初级生产力，还可以诱导珊瑚、砗磲等功能生物幼体附着定生。更为重要的是，这一藻类还具有钙化作用，造礁功能非常强大，对礁体的贡献平均在 50%以上。”龙丽娟说。

自 2016 年南海珊瑚礁生态修复研究集体组建以来，研究集体聚焦珊瑚礁生态系统修复中的关键科技难题，发挥各自专业特长，团结协作，综合环境生态学、繁殖生物学、养殖生态学、景观生态学及水下工程学等学科领域，从“基底修复/再造、功能种群恢复、群落构建、系统养护”等多个维度开展相关技术的系统攻关，形成了基础理论研究、关键技术研发到工程应用的系统性原创成果。

据介绍，研究集体首创了多维珊瑚礁生态系统修复新模式，开辟生态系统修复新方向，生态修复示范规模、造礁石珊瑚幼体规模化人工培育技术、砗磲贝规模化人工繁育技术、钙化藻规模化人工繁育技术等均达到国际领先水平，并首次在南海进行了大规模工程化示范，修复区面积达到 300 多亩，助力海洋生态文明建设。2019 年，研究集体获得了中国科学院杰出科技成就奖和广东省科技进步奖一等奖。

“我要感谢所在的集体，我自己一个人不可能做这么多事情。这个研究集体是由一群热爱海洋、热爱珊瑚礁的科研人员组成的，大家非常努力，特别能吃苦、特别纯粹。”龙丽娟对《中国科学报》表示，面对全球性环境挑战和复杂科学难题，单打独斗难以奏效，唯有团结协作才能攻坚克难。

在浩瀚无垠的海洋面前，人类显得如此渺小。但南海珊瑚礁生态修复研究集体的坚守、拼搏、协作，正让中国的蓝海深处慢慢长出一片“海底牧场”，也展现了人类守护蓝色家园的不凡力量。

威胁人类的病毒变身医学新平台

人工智能助力研制可用于基因疗法的纳米笼

本报讯 韩国浦项科技大学化学工程系教授 Sangmin Lee 与美国华盛顿大学教授、2024 年诺贝尔化学奖得主 David Baker 合作，利用人工智能模拟病毒的复杂结构，开发出一种创新的治疗平台。相关研究成果近日发表于《自然》。

病毒的独特之处在于将遗传物质封装在球形蛋白质外壳内，使其能够复制并侵入宿主细胞，从而引发疾病。受这些复杂结构的启发，研究人员一直在探索制造一种可模拟病毒行为的人造蛋白质外壳，即纳米笼。这种纳米级别的笼状结构可将用于治疗的基因导入靶细胞，实现治疗疾病的目的。

然而，现有纳米笼存在很多局限性。它们的小尺寸限制了可以携带的遗传物质数量，而且简单的设计无法复制天然病毒蛋白质的多功能性。

为了解决这些问题，研究团队采用人工智能驱动的计算设计。虽然大多数病毒显示出对称结构，但它们也具有微妙的不对称性。研究人员利用人工智能重现了这些细微特征，并首次成功设计出四面体、八面体和二十面体形状的纳米笼。

由此产生的纳米结构由 4 种类型的人工蛋白质组成，形成具有 6 种不同蛋白质－蛋白质界面的复杂结构。其中，直径 75 纳米的二十面体纳米笼能够容纳的遗传物质，可达腺相关病毒等传统基因传递载体的 3 倍。这标志着基因治疗领域的一项重大进展。

电子显微镜观测结果证实，人工智能设计的纳米笼实现了预期的精确对称结构。功能实验进一步证明，纳米笼能够将有效治疗载荷递送到靶细胞，为实际医学应用铺平了道路。

“人工智能可以根据人类需要设计和组装人工蛋白质，从而开启新时代。”Lee 表示，“我们希望这项研究不仅能够加速基因疗法的开发，还能推动下一代疫苗和其他生物医学创新取得突破。” （王方）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-024-07814-1

■ 科学此刻 ■

太阳耀斑 比想象的更频繁

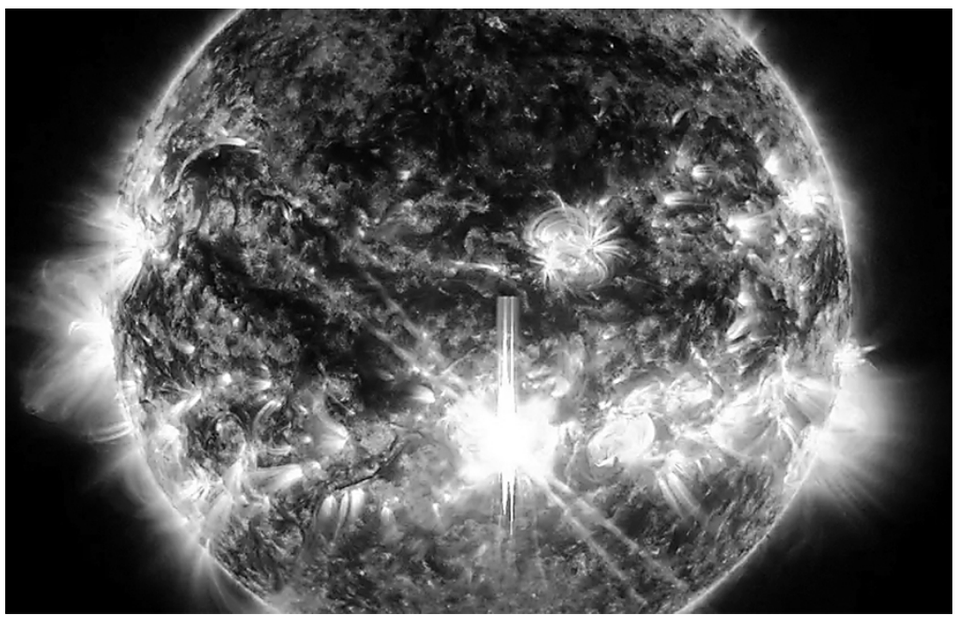
太阳可能比我们想象的更频繁地产生极其强烈的辐射。一项调查发现，类太阳恒星似乎每世纪都会发生一次“超级耀斑”，并可能伴随粒子风暴，对地球上的电子设备造成毁灭性打击。鉴于上一次袭击地球的大型太阳风暴发生在 165 年前，地球可能很快会迎来另一场太阳风暴。然而，目前尚不确定太阳与其他恒星有多少相似之处。近日，相关研究成果发表于《科学》。

尽管对太阳活动的直接测量直到 20 世纪中叶才开始，但人们早就获得了太阳风暴的证据。1859 年，太阳产生了一次极其强大的耀斑，即一次光辐射爆发。这通常与随后发生的日冕物质抛射(CME)有关，后者是向太空喷射磁化等离子体粒子气泡。

事实上，那次耀斑之后确实发生了 CME，并袭击了地球，引发了强烈的地磁风暴。当时的天文学家记录了这一事件——卡灵顿事件。如果今天发生这种情况，它可能会摧毁通信系统和电网。

还有证据表明，早在卡灵顿事件发生前，地球曾遭遇过更强烈的太阳风暴。对树轮和冰芯中放射性碳的评估表明，地球偶尔会在几天内被非常高能的粒子轰击，但尚不清楚这些粒子是来自一次性的大规模太阳爆发，还是来自几次较小规模的太阳爆发。此外也不确定太阳能否在一次爆发中产生如此巨大的耀斑和粒子风暴。

这些证据在地球上出现的频率，以及天文学家在其他恒星上记录的超级耀斑，表明这些巨大的爆发通常相隔数百到数千年。



今年 10 月，美国国家航空航天局发现了一次较小规模的太阳耀斑爆发。 图片来源：NASA/SDO

现在，芬兰奥卢大学的 Ilya Usoskin 和同事通过调查 56450 颗恒星，发现类太阳恒星似乎更频繁地产生超级耀斑。

“类太阳恒星产生的超级耀斑比我们之前认为的要频繁得多，大约每 100 到 200 年发生一次。”Usoskin 说，“如果这种预测是准确的，那么太阳大约每 100 到 200 年就会发生一次超级耀斑，而我们已知极端太阳风暴大约每 1500 年或 2000 年发生一次。这是不匹配的。”

Usoskin 和同事使用开普勒太空望远镜测量了这些恒星的亮度，并在 2527 颗恒星上发现了 2889 个超级耀斑。这些耀斑的能量是目前测量到的太阳最大的耀斑——卡灵顿事件的 100 到 1 万倍。

Usoskin 说，目前有关太阳的理论无法解释如此巨大的耀斑。“这就引出一个问题——我们到底看到了什么？”

英国雷丁大学的 Mathew Owens 说：“作为一项恒星耀斑调查，它令人印象深刻。研究人员显然已经有了灵敏度更高的探测耀斑的新方法。”

Owens 说，这告诉人们关于太阳耀斑活动的信息是难以辨别的，部分原因是很难准确测量其他恒星的旋转速度。“细节决定成败。旋转速度很重要，因为它与恒星如何产生磁场有关，而磁场又与耀斑活动有关。” （文乐乐）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adl5441

你住的用的都是“碳汇”

本报讯 科学家很清楚有多少化石衍生的碳被排放到大气中，但很少知道有多少碳被储存在人造制品中。生态经济学家估计，塑料、建筑和人类基础设施等长效产品每年增加约 4 亿吨化石碳。尽管这些产品可以被认为是“碳汇”，但适当的废物管理对于防止其危害环境至关重要。相关研究 12 月 21 日发表于《细胞报告－可持续性》。

“在地球上，人类制品中储存的碳比自然界多，但我们完全忽视了这一点。而且这些碳储量越来越大。我们要传达的信息是，应当关注存量，而不仅仅是流量。”荷兰格罗宁根大学生态经济学家、论文通讯作者 Klaus Hubacek 说。

一直以来，人们对人造制品中化石碳的储量知之甚少。“人造圈”是指所有正在使用和废弃的人造制品的总和。为了估计这些碳储量，以及它们如何逐年变化，研究人员使用了 2011 年全球不同经济部门物质投入和产出的公开数据。然后，他们通过使用不同产品的平均碳含量计算出不同类别的碳流入和流出量，例如，塑料平均含有 74%的化石碳。该分析不仅考虑了最终产品，如耐用塑料和沥青，还考虑了在不同行业中作为中间产品的化石碳基原料。

研究发现，在 2011 年，9%的化石碳积累在“人造圈”长期产品中——如果等量的碳作为二氧化碳排放，几乎相当于当年欧盟的排放量(38 亿吨二氧化碳)。建筑和基础设施建设的化石碳储存量最多(34%)。从产品类型看，橡胶和塑料产品占累积化石碳的 30%，其次是沥青(24%，用于道路和屋顶的产品)，以及机械和设备(16%)。

接下来，研究小组根据 2011 年的分析结果，利用 1995 年至 2019 年的货币数据，推算了有多少化石碳流入“人造圈”。总体而言，他们估计，1995 年至 2019 年，有 84 亿吨化石碳被储存到“人造圈”，相当于 2019 年全球二氧化碳排放量的 93%左右，而且进入“人造圈”的碳量逐年增加。

许多以化石碳为基础的产品最终被填埋或成为垃圾，需要几十年到几百年的时间才能降解。根据建筑物、基础设施和其他产品的平均寿命，研究人员估计，在此期间，有 37 亿吨化石碳被处理掉。

“如果这些化石碳最终被封存在垃圾填埋场，你可以将其视为一种碳封存形式，但如果你燃烧它，则会增加碳排放。”格罗宁根大学生态经济学家 Franco Ruzzenenti 说。

研究人员说，增加产品寿命、提高回收率是减少进入废物流的化石碳的两种方法。他们还强调必须制定政策，尽量减少从垃圾填埋区排放废物。

展望未来，该团队计划对生物碳，即来自植物材料的碳进行类似的分析。

“下一步，我们计划调查耐用品中生物碳封存的长期潜力。”论文第一作者、格罗宁根大学的 Kaan Hidiroglu 说，“这将使我们能够评估多样化的碳封存策略，例如建筑木材等耐用材料中的生物碳。” （冯维维）

相关论文信息：

http://doi.org/10.1016/j.crsus.2024.100265

mRNA 技术有望治疗先兆子痫

本报讯 一种 mRNA 疗法在小鼠实验中获得成功，为治疗常见妊娠并发症——先兆子痫带来希望。近日，相关论文发表于《自然》。

大约每 25 名女性就有 1 人在首次怀孕期间出现先兆子痫，这可能会导致严重后果。据估计，全球每年有 7.5 万名妇女和 50 万名婴儿死于先兆子痫。

在可能的情况下尽早分娩是目前应对先兆子痫的唯一方法。而通过将 mRNA 分子输送到胎盘中促进新血管生长这一治疗策略已大有进展。

研究团队成员、美国宾夕法尼亚大学的 Kelsey Swingle 说，下一步需要在豚鼠和非人灵长类动物身上测试这种 mRNA 疗法。如果它在大型动物身上被证明是有效的，该团队将首先在怀孕早期出现先兆子痫的人群中进行试验。

“如果在怀孕第八或第九个月出现先兆子痫，你可以提前引产，但如果在怀孕第四或第五个月出现严重先兆子痫，你可能会失去这个孩子。”宾夕法尼亚大学的 Michael Mitchell 说。

先兆子痫通常在怀孕 20 周后根据高血压及肾脏损伤迹象加以诊断。Swingle 说，其根本原因是连接子宫和胎盘的动脉未能正常发育。因此，从理论上讲，促进胎盘中的动脉生长可以治疗先兆子痫。而一种名为血管内皮生长因子(VEGF)的蛋白质可以促进血管生长，问题是如何将其送到胎盘中。

Swingle 说，如果将 VEGF 这样的蛋白质直接注射到血液中，它们会迅速分解。而通过将 mRNA 分子植入脂质纳米颗粒(LNP)，并以此提供蛋白质的配方，可以解决上述问题。

当 LNP 被细胞吸收时，mRNA 分子会告诉细胞如何制造所需蛋白质。一段时间后，mRNA 分子会被分解，因此这种影响是暂时的。Swingle 说，mRNA 新冠疫苗就利用了这一工作原理。

mRNA 新冠疫苗使用的 LNP 被肌肉细胞吸收，因为它们被直接注射到肌肉细胞中。如果将相同的 LNP 注射到血液中，它们几乎都会被肝细胞吸收。

因此，Swingle 和团队面临的最大挑战是找到一种将 LNP 送入胎盘的方法。为了实现这一目标，他们创建并测试了大约 100 种化学性质略有不同的 LNP。

当研究小组使用最有希望的 LNP 将编码 VEGF 的 mRNA 分子传递给患有先兆子痫的怀孕小鼠后，小鼠的血压在孕期里恢复了正常。

英国伦敦国王学院的 Peter von Dadelszen 说：“这种方法值得在高等灵长类动物中开展研究，如果动物数据表明其安全性和有效性，值得在患有先兆子痫的女性中进一步开展研究。” （李木子）

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-024-08291-2

全球科研向“四极”前沿发展

■新华社记者 张晓茹

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展。科学研究向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力，不断突破人类认知边界。

回顾 2024 年全球科学研究的轨迹，向“四极”前沿发展的态势尤为清晰。仰观宇宙之大，太空探索掀起新高潮；俯察细微之妙，基因编辑技术开启攻克顽疾新篇章；纵横天地之阔，深地深海留下人类探索印记；跨学科融合之广，人工智能多点开花推动创新浪潮。

向极宏观拓展：追星逐月问苍穹

“韦布空间望远镜探索宇宙黎明”入选美国《科学》杂志年度十大突破。借助韦布空间望远镜，科学家今年宣布观测到迄今最古老黑洞、螺旋星系结构、宇宙早期星系的诞生……作为哈勃空间望远镜的“继任者”，它正帮助人类持续扩展对宏观宇宙的探测。

被誉为“宇宙观测的神奇之眼”的射电望远镜也在助力人类太空探索。4 月，国际大科学工程平方公里阵列射电望远镜项目首批低频天线在澳大利亚安装，将有助于回答宇宙演化等科学问题。“中国天眼”FAST 已发现超过 1000 颗脉冲星，对理解脉冲星的形成和恒星演化具有重要意义。

人类月球探测也摘得硕果。5 月启程、6 月归来的中国嫦娥六号完成人类历史上首次月球背面采样返回的壮举。相关研究填补了人类多项认知空白，如发现月球背面约 28 亿年前仍存在岩浆活动、获得首份月背古磁场信息等。

火箭是人类走向太空的“桥梁”，相关技术在 2024 年取得多项突破。美国“星舰”首次验证了“筷子夹火箭”的回收技术，有望大幅降低发射成本。日本新一代主力运载火箭 H3 火箭、欧洲新一代重型运载火箭阿丽亚娜 6 型火箭也都试射成功。

寻找外星生命是人类经久不衰的太空梦。木卫二被认为是太阳系内在地球之外寻找生命的“最佳地点”，10 月美国国家航空航天局“欧罗巴快帆船”号探测器发射升空，将研究木卫二的冰面下海洋中是否存在生命。

向极微观深入：钻坚研微探未知

在微观方向，能改变细胞深处遗传物质的基因编辑，还有更深层次的粒子物理，都是当今世界科技发展的前沿。

通过使用基于 CRISPR-Cas 系统的“基因剪刀”，科学家现在能够编辑人类基因并以此治疗疾病。当选英国《自然》杂志 2024 年年度十大人物的中国风湿病专家徐沪济，尝试用经“基因剪刀”改造后的嵌合抗原受体 T 细胞(CAR-T)疗法治疗自身免疫性疾病。《科学》杂志也将 CAR-T 细胞疗法列入今年十大突破，认为其开启了自身免疫性疾病治疗的新篇章。

针对艾滋病这一医学难题，荷兰研究人员 3 月发现，利用“基因剪刀”能清除受感染细胞内艾滋病病毒，为治愈艾滋病带来希望。

再向微观深入，人类还在探索深层的物质结构和物理规律。8 月，中国科研人员主导的一项国际合作研究首次观测到一种新的反物质超核——反超氢-4。这是迄今实验发现的最重的反物质超核，有助于探索正反物质对称性。

12 月，欧洲核子研究中心官网称该机构科学家在大型强子对撞机上探测到了反超氦-4 的首个证据，为进一步揭示反物质的奥秘提供了新线索。

向极端条件迈进：寻根溯源访极限

黑暗、高压、冰冷的深海是一个充满未知与风险的世界。8 月起航的中国 2024 西太平洋国际航次科考中，“蛟龙号”载人潜水器搭载十余名中外科学家探索深海，有力推动了深海生物多样性和环境保护研究。

深地通常是指地壳深部及以下的区域，包括从地壳深部延伸到地幔上部的范围。一个国际研究团队 8 月在《科学》杂志上报告说，他们在大西洋海底钻取到了迄今最深的地幔岩芯，这一长达 1268 米的地幔岩芯将有助于更多了解陆地岩浆活动、地壳形成等。

除了探索自然界极端环境，人类也在通过实验模拟一些极端条件。模拟太阳核聚变的国际热核聚变实验反应堆计划(ITER)是全球规模最大、影响最深远的国际科研合作项目之一。11 月，最新一批由中国公司承制的 ITER 部件包层屏蔽模块首批产品运往法国，标志着中国在聚变堆建造所需的关键技术方面取得了重要进展。

向极综合交叉发力：人工智能潜力大

近来，人工智能成为多学科交叉融合的典型代表。在 2024 年诺贝尔物理学奖和化学奖中，都有人工智能专家获奖，成为“跨界”大赢家。在生命科学方面，人工智能可帮助预测阿尔茨海默病、助力孤独症早期筛查、辅助开发原创新药。

人工智能以及柔性材料、生物传感器等技术的发展，推动脑机接口技术走向实用化。8 月，美国脑机接口公司“神经连接”表示，已完成该公司第二例脑机接口设备人体移植，接受移植者在术后用意念控制光标、玩电子游戏等能力增强。

“具身智能”则可以将人工智能赋予机器人。在北京举行的 2024 年世界机器人大会上，多种可适应不同环境和需求的机器人亮相。特斯拉公司今年展示了最新版 Optimus 人形机器人，它具有在工厂中行走、分拣电池等能力。

当前，技术创新进入前所未有的密集活跃期，全球科研向“四极”前沿突破人类认知边界，有望助力未来提升生产力，增进人类共同福祉。