

给“碳捕手”装上绿色引擎

邵时旺

R 瞰前沿

网友：世界气象组织近日发布的最新《温室气体公报》显示，2024年大气中的二氧化碳浓度升至历史新高。有什么技术手段可以应对这一问题，减缓全球变暖趋势？

编辑：党的二十届四中全会提出“以碳达峰碳中和为牵引，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，筑牢生态安全屏障，增强绿色发展动能”。中国科学技术协会发布的十大工程技术难题，“新一代低能耗低成本碳捕集与封存技术”入选。本期我们邀请中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司副总工程师邵时旺，介绍该技术的发展现状，展望该技术落地前景。

“捕捉”二氧化碳并加以利用或封存，帮地球有效“降温”

CCUS（二氧化碳捕集、利用与封存）是指将二氧化碳从工业生产、能源利用过程或大气中分离出来并加以利用，或注入地下以实现永久减排的过程。

煤炭、石油、天然气等化石能源是经济社会高速发展的物质基础。但是，其在利用过程中释放出的二氧化碳等温室气体，是导致全球气候变化的主要原因。今年夏天以来，全球多地气温破纪录，极端天气频发。按停地球“升温键”，迫在眉睫。

如何在保障能源安全和经济发展的同时，帮地球有效“降温”？

CCUS技术，正在担起“碳捕手”的重任。这项技术能从工业烟囱、电厂废气中“捕捉”二氧化碳，或将其转化为绿色产品再利用，或“打包封存”到地下。

发展这项技术既能解渴：在短期内大幅削减大型点源排放，保障能源系统平稳转型；也能远忧：衍生出的负碳排放技术，为实现碳中和目标提供技术支撑。

听上去很神奇的“碳捕手”，为何不易推广应用？

应用CCUS技术，首先要捕集排出的二氧化碳，这一环节的重点是二氧化碳吸收剂。在电力、水泥、钢铁等生产过程排放的烟气中，二氧化碳含量仅占10%—20%，这就需要具备高吸收能力的吸收剂。它就像一块神奇的“海绵”，快速地将烟气中的二氧化碳吸收并“锁住”，当吸收达到一定程度后，再通过施加外力，将二氧化碳“挤”出来，进行后续利用或封存。

技术发展道路上，会有不少难题。目前主流的“化学吸收法”能耗惊人，成本也居高不下，我国当前低浓度烟气的碳捕集成本为250—450元/吨，算上运输和封存，总成本可达350—600元/吨。此外，目前世界上大多数封存项目应用时间较短，长期封存的安全性还需进一步验证。

在全球碳中和的浪潮下，CCUS技术得到越来越多的重视。发挥CCUS技术的潜能，必须给“碳捕手”装上更强劲、更高效的“绿色引擎”——新一代低能耗低成本的碳捕集与封存技术，在捕捉环节大幅降低能耗，在利用环节深度挖掘价值，让CCUS技术真正成为节能减碳的利器。

我国新一代CCUS技术不断成熟，走向世界舞台

过去近20年，我国走出了一条从跟跑到领跑的突围之路，创造了多项世界第一，为新

一代CCUS技术提供了中国经验。

人工智能赋能，突破核心材料。借助“高算力+机器人”的自动化平台，通过机器高速筛选和算法快速迭代研发吸收剂，新材料的开发速度和命中率都大幅提高。新型两相型二氧化碳吸收剂突破了液体材料需要整体加热的瓶颈，吸收二氧化碳后的溶液会像油水分离般自动分层，浓缩的“海绵”体积减小了一半，比传统方法节省了约30%的能量。

装备升级，打造“捕集重器”。吸收塔是二氧化碳捕集的“超级净化器”，中国团队研发出世界最大碳捕集规模（150万吨/年）的高通量、低压降复合吸收塔和再生塔，捕集量相当于一座300兆瓦火电机组全年的碳排放。此外，我国还设计出二氧化碳运输的“心脏”——满足超临界管输需求的八级整体齿轮多轴离心二氧化碳压缩机。这些突破不仅能降低碳捕集成本，还填补了我国火电厂百万吨级CCUS技术装备空白。

“透明”监控，实现安全封存。通过构建网格数超过50万个的“透明碳封存体”，我国实现了封存适宜区的定量评估与可视化呈现。实施国内封存层位最深、单井规模最大的咸水层封存工程，形成大规模安全封存钻井技术体系，研发出“空一天一地一井”碳封存一体化监测技术。

我国建成了多个世界首台套示范装置，以工程示范促进CCUS产业发展，推动技术走向规模化、产业化。2025年9月，全球规模最大的煤电碳捕集示范工程在华能甘肃正宁电厂圆满完成72小时试运行，正式投入运营，我国CCUS百万吨级工业化示范应用迈上新台阶。

从“首台套”到“百万吨级”，我国“新一代低能耗低成本碳捕集与封存技术”不断成熟。

2025年9月，我国首个碳捕集领域国际标准ISO 27927正式发布，实现从技术跟随者向规则制定者的跨越。

政策、市场、技术等协同发力，助力新技术加速落地

如何让新技术加速落地，更好发挥“碳捕手”的作用？

政策引领带来发展驱动力。今年印发的《关于推进绿色低碳转型加强全国碳市场建设的意见》，提出建设更加有效、更有活力、更具国际影响力的全国碳市场，为新技术的进一步推广应用注入动力。

基础设施布局下好“先手棋”。比如，优先在产业集聚区和“源—汇”近距离区域建设管网和枢纽型封存设施，发挥规模经济效应；对跨区域长距离输送，应使用管道与海运等多方式联运方案。

技术攻关与创新合作，同样不可或缺。多方协同发力，才能打通“从材料到系统、从中试到百万吨级示范”的全链条攻关，同时鼓励开放性国际合作，加强沟通宣传，科普新技术相关知识，也能为新技术“加速跑”提供助力。

在推进路径上“先易后难”。优先在二氧化碳浓度较高、稳定连续排放的行业研发并规模化应用低成本碳捕集技术，技术成熟后，再向低排放浓度的电力与工业领域推广。鼓励“产业集群式”布局，在区域内建设企业共



R 哪「科」

提到恐龙，大家一定不陌生。不少人看过《侏罗纪公园》等与恐龙相关的电影，许多自然博物馆都有恐龙化石展品，生活中也能看到很多恐龙玩具。我们如何进一步了解恐龙？

恐龙是卵生动物，要了解恐龙，需要研究恐龙蛋。在我国秦岭山脉南部的青龙山埋藏着大量的恐龙蛋化石。据专家推断，这些恐龙蛋化石至少有30万枚，是迄今为止世界上原址发现恐龙蛋化石最集中、数量最多、规模最大的化石群，被称为“白垩纪的兵马俑”。最近，科学家检测发现，这些恐龙蛋化石形成的时间在距今8765万—8417万年之间。这是科学家首次比较精确地测定恐龙蛋化石形成年代。

怎么破解跨越数千万年的“时间密码”？以前测恐龙蛋化石的“年龄”，主要靠“猜地层”——看它埋在第几层岩石里，再对比其他地方已知年龄的地层，推算误差能有几百万年。这一次能精确测量，主要依靠“碳酸盐原位激光剥蚀铀铅同位素测年法”。简单来说，就是用激光一点点剥蚀恐龙蛋化石的表面，收集里面的铀原子和铅原子。科学家用激光破坏构成化石的矿物，使其气化为气溶胶，再导入质谱仪，随后通过仪器精确测定出铀—铅同位素比值，再依据同位素衰减公式，反向计算出矿物生成时间。这项技术不用打碎恐龙蛋化石，只需要取一点里面的方解石，不会破坏化石的完整性，就能计算出精确的年龄数据。

一般情况下，恐龙蛋化石仅保存了钙质蛋壳。特殊情况下，恐龙蛋化石还可以保存恐龙胚胎，或保留少量的蛋壳壳膜和蛋内容物等。恐龙蛋化石里蕴藏着许多秘密，述说着生命演化、地球变迁的故事，是研究恐龙繁盛、迁徙、灭绝等情况的科学材料，记录着恐龙繁殖行为、生理特征等重要信息，还记载着恐龙生活时期的古环境和古生态等相关信息，具有其他古生物化石所不具备的优势。

随着研究方法的改进，科学家对恐龙蛋壳组织结构的起源和演化、恐龙繁殖以及最后灭绝等相关问题有了进一步了解。例如，在广东南雄，科学家在中生代（恐龙时代）末期地层中发现了大量结构和厚度出现异常的恐龙蛋壳。这些恐龙蛋壳中，有的出现了多个锥体层，有的晶体排列发生了混乱，还有许多比正常蛋壳薄了很多。这些发现说明，恐龙的生殖系统出现了病变，在这些异常的蛋壳中，多种重金属元素的含量都远远高于正常水平，这可能是导致蛋壳结构发生改变的罪魁祸首。有科学家推测，在恐龙时代临近结束时，一些大型火山持续喷发，来自火山的多种重金属元素污染了水体和恐龙的食物，恐龙在食用了受污染的食物后出现了重金属中毒现象，不能生出结构正常的蛋，从而导致孵化失败。这很有可能是恐龙逐渐走向灭亡的原因之一。

（作者为湖北省地质科学研究院高级工程师，本报记者吴君整理）



湖北省十堰市郧阳区青龙山恐龙蛋化石群国家地质公园的恐龙蛋化石。

恐龙蛋化石藏着什么秘密

中国团队在美国展示心脏病介入治疗新成果

据新华社洛杉矶11月1日电（记者谭晶晶）近日在美国旧金山举行的全球经导管心血管治疗学2025年会上，中国研究团队发布了治疗主动脉瓣反流的医疗器械的最新临床数据，展示了中国原创器械的创新能力、有效性及安全性。

中国科学院院士、浙江大学医学院附属第二医院教授王建安介绍了“J—VALVE TF经导管主动脉瓣膜系统”治疗主动脉瓣反流的两年临床随访数据。这种瓣膜经血管入路，通过器械设计与手术技术的协同创新，实现了以更微创的方式治疗主动脉瓣反流，手术时间更短，患者恢复更快。

据研究团队介绍，“J—VALVE TF瓣膜”中的“可活动定位件”设计，有效解决了反流病变中瓣膜锚定困难、瓣周漏高发、起搏器植入高发等挑战。

中科曙光发布科学大模型一站式开发平台

本报北京11月1日电（记者谷业凯）在前不久举办的2025中国计算机大会上，中科曙光发布了科学大模型一站式开发平台OneScience。该平台遵循人工智能计算开放架构理念设计，并依托曙光人工智能超集群国产算力，深度复现并集成数十个“人工智能驱动的科学研究”热点模型及数据集，支持地球科学、生物信息、流体仿真、材料化学等领域用户进一步开发新模型，大幅提升模型研发与优化效率。

随着人工智能科学大模型从“任务化”向“通用化”转变，由此带来模型参数量快速增长，导致训练科学大模型的“超融合”系统性能每9个月就会翻番。为应对挑战，OneScience平台提供了科学大模型一站式开发环境，可将零散模型与科研场景整合为统一科研智能平台，并覆盖多学科领域从模型训练到推理应用的全流程。该平台还集成了主流模型、数据集和工具链，助力实现“开箱即用”。

目前，OneScience平台可通过超算互联网等多个社区平台向业界开放下载，科学大模型开发相关服务已支持国内多家科研机构在生物分子设计、气象等研究中实现全流程高效开发。

本报驻美国记者 刘丹

本报驻日本记者 陈尚文

本报驻俄罗斯记者 刘洋

本报驻印度记者 刘春华

本报驻巴西记者 刘欣

本报驻南非记者 刘洋

本报驻埃及记者 刘洋

本报驻土耳其记者 刘洋

本报驻以色列记者 刘洋

本报驻约旦记者 刘洋

本报驻黎巴嫩记者 刘洋

本报驻叙利亚记者 刘洋

本报驻也门记者 刘洋

本报驻阿富汗记者 刘洋

本报驻尼泊尔记者 刘洋

本报驻孟加拉国记者 刘洋

本报驻斯里兰卡记者 刘洋

本报驻马尔代夫记者 刘洋

本报驻尼泊尔记者 刘洋

本报驻孟加拉国记者 刘洋

本报驻斯里兰卡记者 刘洋

本报驻尼泊尔记者 刘洋