

发现·进展

深圳大学

解码海水直接制氢全路径

本报讯(记者刁雯蕙)4月9日,中国工程院院士、深圳大学深地科学与绿色能源研究院院长谢和平团队在《自然综述:清洁技术》发表研究成果,将真实海洋环境多因素耦合作用纳入海水制氢研究体系,系统打通了从微观反应机制到宏观工程放大的全链条认知,创新性提出海水直接电解制氢规模化产业化应用的系统评估框架,为“海洋绿氢”产业发展提供了核心理论支撑与方向指引。

研究团队系统梳理了海水直接电解过程的关键微观机制,明确了复杂离子环境下析氧/析氯竞争反应、钙镁离子沉积、界面传质变化等影响海水直接电解制氢系统的稳定性与能量效率的机制;结合国际主流技术路线,系统分析了不同方案的工程放大适用性与局限性,首次建立了微观反应机制与宏观系统运行之间的关联认知准则,填补了该领域内微观基础与工程应用脱节的研究空白。

其中,团队原创的相变迁移海水直接制氢路径,通过界面压差驱动海水自发“液-气-液”相变传质,从原理上彻底破解了海水复杂组分对电解系统的毒性和腐蚀性难题,实现了无额外能耗下将海水等同于纯水直接电解制氢,在真实海水工况下展现出极强的长周期稳定运行潜力,成为系统评估框架的实践案例验证。

该研究将视角从实验室理想体系拓展至真实海洋工程场景,构建了涵盖材料性能、界面过程、装置结构、海洋环境因素、可再生能源适配性的全维度系统评估框架,为海水制氢全链条技术优化、工程化设计与规模化放大提供了清晰、可量化的指导标准,标志着海水直接电解制氢研究从单一指标探索,迈入面向实际工程应用的系统化评估和工程产业化推进新时代。

此外,该研究系统梳理了海水直接制氢“微观机制—系统放大—环境适应性”的发展脉络和全链条理论体系,明确了真实海洋场景下的核心研究方向。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s44359-026-00160-7>

中国科学院广州地球化学研究所等

找到地球深处“卤素快递员”

本报讯(记者朱汉斌 通讯员孔令竹)中国科学院广州地球化学研究所研究员王煜团队联合中国地质大学(武汉)教授陈春飞等人,通过高温高压实验证实,一种在俯冲带中广泛分布的矿物——多硅白云母,是将卤素带入深地的关键“搬运者”。相关研究成果近日在线发表于《科学进展》。

研究团队基于富钾蚀变洋壳模拟初始物,在5吉帕~11吉帕(相当于地下150公里~330公里深度),850摄氏度~1200摄氏度条件下,系统考察了多硅白云母的稳定性及携带氟、氯的能力。结果发现,多硅白云母在330公里深度的条件下仍可保持稳定,这意味着它能够帮助氟和氯穿过浅部挥发分释放关口(通常小于150公里深度),继续向地幔深处运输。换句话说,这种看似普通的矿物,竟能将卤素“护送”到以往认为难以企及的地球深处。

更出人意料的是,多硅白云母并非简单地将两种元素“一路带到底”。当它在更深处失稳分解或发生熔融时,氟和氯会“分道扬镳”,氯更容易随深部流体迁移,而氟则会被新的矿物“接力”带往更深处。

基于实验数据,研究团队进一步估算了多硅白云母每年向深部地幔输送的卤素总量:氟约为170万吨~260万吨,氯约为52万吨~110万吨。以杭州西湖约1450万吨的水量为参照,这意味着该过程平均每5年左右(4年~6.5年)向地幔输送的卤素质量就相当于一个西湖。这一结果表明,多硅白云母是全球深地卤素循环不可忽视的重要载体。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aec6110>

西北农林科技大学、西北工业大学

提出柔性电子制造环保方案

本报讯 近日,西北农林科技大学副教授魏渊团队联合西北工业大学教授王学文团队,创新性开发出新一代激光诱导选择性金属化技术,成功在硅橡胶柔性基底上制备出兼具高导电、强拉伸、高稳定的铜基可拉伸电极,相关成果发表于《微系统与纳米工程》。该技术为柔性电子、可穿戴传感、智慧农业等领域提供了绿色、低成本的制造新方案。

柔性可拉伸电极是可穿戴传感、软体机器人、健康医疗等领域的核心基础器件,传统制备方法普遍存在金属层与基底结合力弱、大形变下易开裂脱落、工艺成本高且环保性不足等问题,极大限制了实际应用。针对这一技术瓶颈,团队另辟蹊径,采用激光微纳加工与选择性金属化相结合的方式,实现了柔性电极的高效、精准、绿色制备。

该技术以环保碱式碳酸铜为活化剂,将其均匀涂覆于硅橡胶柔性基底表面,通过激光原位扫描完成双重活化:一方面诱导激光微纳加工与选择性金属化相结合的方式,实现了柔性电极的高效、精准、绿色制备;另一方面将铜离子原位还原为金属铜纳米颗粒,形成化学键化位点。随后经室温化学镀工艺,在激光活化区域生长出致密连续的导电金属层,无需高温烧结,可有效避免基底热损伤;且通过激光数字化扫描即可实现任意图案化制备,无需掩膜版,灵活性与分辨率均显著提升。

测试结果表明,该团队制备的柔性可拉伸电极性能优异,电阻率接近块体铜,导电性能突出;电极可承受125%的拉伸应变,30%应变后循环千次后电阻变化率极低,导电稳定性极强;同时金属层与基底附着力达到最高等级,反复弯折、拉伸均不易脱落开裂。

团队基于该技术成功研制出人体心电监测贴片、可拉伸LED阵列、柔性传感器等产品,精准采集人体生理信号,适配各类曲面与动态形变场景,在可穿戴健康监测、智慧农业、人机交互等领域展现出广阔应用前景。

(李媛 张行勇)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41378-026-01207-2>

用“智慧天眼”破解高铁巡检难题

■本报记者 陈彬 通讯员 王瑞霞

“数据正常,定位稳定!”

不久前,在京沪高铁济南段,北京交通大学先进轨道交通自主运行全国重点实验室团队成员、博士生孟凡腾点击启动指令后,一架无人机伴着低沉的轰鸣声缓缓升空,沿着预设航线平稳飞行,实时捕捉铁路桥梁、接触网等关键设施的每一处细微变化。

“这是我们正在测试的新一代智能巡检无人机,这次主要测试的是无人机在未知环境中自主规划航线、灵活避障的‘思考’与‘执行’能力。”团队负责人、北京交通大学教授秦勇指着远处的无人机介绍说。

这套由北京交通大学先进轨道交通自主运行全国重点实验室联合京沪高铁公司研制的轨道交通基础设施自主无人机智能巡检技术,是国内首套基于北斗+5G的高速铁路全自动无人机智能巡检专用系统。该系统自2019年启动研发,现已成功应用于工务、供电、电务、环境等高速铁路基础设施全专业的多个实际场景巡检。

当“全时域”巡检照进现实

步入线路指挥中心,电子屏幕上清晰传回无人机巡检的实时画面,高架桥梁的缝隙、接触网的支架,每一处细节都一览无余。

“这就是刚才在工地看到的无人机传回的画面,它不光能‘看’,还能‘思考’。”秦勇指着屏幕介绍。屏幕下方,桥墩隐患、隧道口异常等识别结果实时跳动,并发出预警提示。

长期以来,高铁基础设施巡检依赖人工与轨检车,存在劳动强度大、覆盖盲区多、环境受限等诸多难题。“过去巡检范围大多集中在线路两条钢轨附近,桥梁底部、桥墩、隧道口、接触网上部及周边环境等复杂区域一直是巡检的‘盲区’,而这些地方恰恰是安全隐患的高发地带;同时,巡检只能在夜间天窗时间进行,或占用宝贵的列车开行时间,存在诸多限制因素。”秦勇说。



北京交通大学供图

间,存在诸多限制因素。”秦勇说。

如何才能找到一种更高效、更全面的巡检方式?长期关注轨道安全的秦勇,一直希望能够破解这一行业痛点。

转机出现在2016年。当时,无人机技术开始在电力保障、森林火灾监测等领域崭露头角,展现出强大的灵活度与覆盖面优势。这一变化被秦勇敏锐捕捉,他立刻意识到,这正是破解高铁巡检难题的“金钥匙”,一个大胆而具有前瞻性的研发思路在心中悄然成形。

在国家自然科学基金及重点研发计划支持下,该项目从启动、规划到研发,最终一步步走向成熟,并在京沪高铁济南段率先落地应用。

该技术投用以来,进一步提升了巡检质量,扩大了覆盖面。据济南段工作人员介绍,以往巡检往往动用大量人力、物力,如今3台无人机30分钟就能完成全覆盖

巡检,人力成本大幅降低。

从“实验室”到“应用场”

“铁路巡检对无人机的要求,远比普通场景严苛得多。”秦勇表示,高铁沿线环境复杂多变,从平原到桥梁、隧道,从晴空万里到雨雪阴霾,无人机不仅要保证飞行安全,还要适应强干扰、高动态的极端环境,这也是市场上传统无人机装备难以满足铁路巡检需求的关键所在。

接受采访时,秦勇展示了一块绿色的电路板,这是团队自主研发的飞控核心,堪称无人机的“心脏”。

巴掌大小的板面上,密密麻麻的元器件排列紧凑整齐。“别看它个头小,里面装满了‘硬科技’,导航、避障、数据分析样样精通。”秦勇介绍说,这套搭载了智能巡检系统的无人机,不仅有灵活的“翅膀”和高清的“眼睛”,还拥有聪明的地面智能分析“大脑”和机载边缘计算“小脑”。

“我们主要的工作就是让‘大小脑’融合,实现更高级的导航、规划和决策功能。”秦勇解释说,通过对传感器数据、通信协议的高度集成处理,可实现“巡、识、报、处”一体化管控,完成超长自主飞行。

顺利、可靠的自主飞行背后,是无数次“失败”后的推倒重来和持续打磨。300多次飞行试验,3060分钟飞行时长,见证了这套智能巡检技术的成长和蜕变。

“就像盖房子一样,我们从打地基开始,一步步搭建框架、完善细节,再到‘精装修’。”秦勇说。

靠着不断“加持”,团队逐步丰富和完善了近20项核心技术功能,实现了从底层硬件设计、系统架构到上层算法的全链条自主可控,成功研制出国内外首次实现“大小脑”协同的轨道交通无人机巡检垂域大模型——“天路一号”,最终让技术从“实验室”走进了高铁巡检的“应用场”。

“海洋地质二号”船完成深海科考任务

本报讯(记者朱汉斌)记者从广州海洋地质调查局获悉,近日,“海洋地质二号”船完成该局2026年首个深海科考任务,并取得多项科研成果。

据介绍,广州海洋地质调查局联合中国海洋大学、大连海事大学、上海交通大学、浙江大学、自然资源部第二海洋研究所等16家单位,组织100名科考人员搭乘“海洋地质二号”船,历时30天,完成了包括国家自然科学基金及国家重点研发计划规范化海试在内的多项任务。

此次航次利用自主研发的“海马”号ROV(无人遥控潜水器),成功布放并回收了自主研发的原位观测探针、海底微震阵列、海底大地电磁仪等设备16台套,并成功回收了跨年度布放的沉降仪、浊度计等设备25台套,获取了大地电磁、浅地层剖面、海底地震波等大量地球物理数据及海水、沉积物等样品,为深海地质灾害研究及资源勘查开发提供了数据支撑。

该航次在4000米水深海域完成了我国首套万米级超洁净海水采样绞车的11000米同轴电缆收放试验,在3500米水深海域开展了深海水下电液作动器切割试验,并在深海底完成了海洋中微子探测技术装备试验等一系列深海仪器装备的规范化海试,建设了国产深海装备技术规范化试验平台,打通了深海装备技术从研发到



科考人员利用“海马”号无人遥控潜水器回收沉积物捕获器。

工程应用的“最后一公里”。

据了解,“海洋地质二号”船是一艘多功能新型科考船,排水量约7200吨,可载员150人,能够独立完成环境评价、地质取



科考人员利用A型架布放温盐深测量仪。

样、物探调查等海洋科考调查作业,以及海底电缆敷设、深水打捞等海工作业,是我国建设海洋强国、探索深海奥秘的重要装备平台。

中外科学家呼吁用AI挖掘利用生物资源数据

■本报记者 冯丽妃

近日,一场聚焦“人工智能(AI)时代下亚洲生物资源数据的有效挖掘与利用”的国际会议在北京召开。本次会议由亚洲研究资源中心网络(ANRRCC)、中国科学院战略生物资源计划与中国科学院微生物研究所联合主办,吸引了中国、日本、韩国,以及乌兹别克斯坦等亚洲国家的科研机构代表参与。

会上,国家微生物科学数据中心主任、中国科学院微生物研究所研究员马俊才主持发布了“ANRRCC微生物资源目录2026版本”。该项目汇集了来自6个国家、14个保藏中心的83166株菌株资源信息,并整理了与菌株资源相关的24913篇论文、34880个专利及47256个基因组信息,可供全球科研人员应用。

ANRRCC是由亚洲、大洋洲14个国家及100余家科研单位和大学共同组成的国际合作组织,2009年由中、日、韩三国科学家联合发起,致力于成为亚洲地区研究资源中心的合作与交流平台。

“数据要素就像数字经济的新石油,不仅驱动技术创新,优化资源配置,还能加速产业升级。”马俊才在接受《中国科学报》采访时说,国家微生物科学数据中心正在开展

的“基于自主生物制造数据的氨基酸高产菌株改造示范场景建设”应用项目,通过构建生物制造科学数据共享平台,开发AI模型来实现工业菌种优化,赋能生物制造产业。基于其大数据挖掘和AI设计,科学家首创的普瑞巴林手性中间体R-单酰胺一步酶法合成技术,已在国内多家企业转化落地,不仅避免了有毒有机溶剂的使用,合成成本也比传统化学拆分工艺大幅下降,为我国生物制造产业的可持续发展注入了强劲动力。

“在生命科学领域,微生物的多样性最为突出。利用物种多样性与便捷的遗传操作特性,微生物成为生命科学研究的重要模型与生物技术基础材料。”国家微生物科学数据中心副主任吴林寰说,传统微生物研究依赖“试错法”,而AI时代范式已发生转变:从实验试错转向计算设计驱动,即以数据为起点,精准设计实验,大幅提升研究效率。

吴林寰介绍说,依托中国科学院微生物研究所建立的世界微生物数据中心(WD-CM),目前已经整合全球78个国家、100余个保藏中心的数据,通过统一标准,提升了资源的可见性与数据质量。该中心开展的万株微生物基因组测序计划,填补了微生物基

因组测序的诸多空白,目前已完成6000余株的测序工作,所有数据均免费共享。同时,基于AI驱动的调控元件挖掘研究,该中心分析了1.4万株微生物的基因组数据,发现20.7万个新调控元件,涵盖42个新类型,而此前全球已知调控元件仅约200个,AI的应用实现了该领域的重大突破。此外,吴林寰表示,针对大量未培养的微生物“暗物质”,通过构建AI模型,输入基因组与表型数据,有助于预测培养条件,助力微生物的分离培养。

“AI时代,从动物模型到生物模型正在发生范式转变。”会上,ANRRCC主席、韩国科学家Je Kyung Seong表示,受微生物组、环境因素等影响,传统动物实验存在明显局限:同一靶点、候选药物、小鼠模型,实验结果可能截然不同,因此通过AI实现标准化、统一化操作至关重要。同时,AI技术能大幅缩短研发周期和新药靶点发现时间。

Seong表示,韩国政府正在全力打造AI生物经济,设立国家级AI中心,搭建AI高速路。AI落地的核心是数据库,韩国参照英国生物银行,构建了人类生物数据库,同时新增KBD(生物数据站)、Bio One(生物资源数据库)两大平台,形成三大国家级平台,整合各实验室数据,实现生物资源与生物数据

科研要解决行业“真需求”

“科研的最终目的,不是发表多少篇论文,而是服务行业、解决实际问题。”这是秦勇常挂在嘴边的一句话,也是他带领团队前行的核心理念。

“秦老师经常跟我们说,做科研一定要围绕国家和行业的真需求,不能只盯着论文,要把研究的技术成果落到现场。”孟凡腾告诉《中国科学报》记者。

团队成员杨政智是慕名而来,跟随秦勇做博士后研究的。他主要看中了秦勇团队有很多“接地气、能落地”的应用场景和成功案例,能让理论知识真正学以致用。

无论做科研还是育人,秦勇都有一套自己的理念。在他看来,任何研究都要从凝练科学问题入手,开展深入研究,最后到现场去验证。“不管是写文章、写代码,都必须经得起现场的检验,不能闭门造车、编造数据,那样的研究没有任何意义,只能算‘灌水’。”

对轨道产业而言,低空领域正成为创新发展的“新维度”。面对日益激烈的竞争,秦勇对于团队的未来有着清晰的规划。“我们要瞄准未来发展方向,将人工智能、机器人、无人机、先进传感设备等前沿技术与高铁这一优势产业深度融合,开展针对性研究,让中国高铁这张国家名片在国际竞争中始终立于不败之地。”

下一步,他将带领团队聚焦提升无人机环境适应性,破解极端天气、复杂地形下的巡检难题,从优化系统性能、拓展应用场景、推动技术融合三方面,推动无人机巡检技术迭代升级,将技术延伸到高原铁路、高寒铁路、城市轨道交通等更多场景。

目前,该团队已接到青藏铁路5000米以上海拔区域无人机智能巡检技术攻关任务,并于近期完成飞控系统针对青藏高原等高海拔山区复杂地形的适应性调试工作。“又有一场硬仗要打。”秦勇说。

第十五届清华脑起搏器论坛举行

本报讯(记者沈春蕾)“不要放弃、不要想不开,现在医学这么发达,一定有出路。我患帕金森病快8年,去年做完手术后,犹如重获新生。”近日,在北京举行的第十五届清华脑起搏器论坛上,一位马来西亚帕金森病友分享了她的抗病历程及与中国脑起搏器专家的不解之缘,呼吁更多帕金森病患者采取积极乐观的态度,主动寻求医疗帮助,“早治疗,早享受”。

论坛现场,多家医院的专家为患者进行了联合会诊。首都医科大学附属北京康复医院教授方伯言还带领帕金森病患者进行了康复性锻炼。神经调控国家工程研究中心副主任郝红伟则重点介绍了全新一代“超级脑起搏器”,其超轻薄、快充电、未来可升级闭环等功能深受患者青睐。

首都医科大学附属北京天坛医院教授张建国指出,该院将与宣武医院共同牵头开展闭环神经调控治疗帕金森病的临床试验,希望实现闭环神经调控技术与脑机接口的深度融合,从而更好地造福患者。

据了解,打乒乓球能有效锻炼帕金森病患者的反应、协调与平衡能力,帮助他们在挥拍中重拾自信与社交乐趣。与会专家表示,未来随着脑机接口与神经调控技术的持续演进,体育康复与临床治疗的深度融合将为更多患者带来重获新生的曙光。

的一体化发展。

日本理化所综合生物资源信息部主任Hiroshi Masuya在会上表示,资源至关重要,而数据对资源同样不可或缺,支撑生物资源的数据整合,是实现生物资源广泛、高效、高质量利用的核心与基础。该机构正在与WDCM合作,推动人类罕见疾病微生物数据库建设。他建议,布局AI驱动下一代生物资源基础设施,推动机构间数据互通,同时建立类似论文引用体系的生物资源引用机制,实现全球生物资源统一标识、规范使用,正确引用与可追溯。

会上还发布了“中国科学院战略生物资源目录2026版本”。该项目涵盖6966445个标本、231452个植物资源、433334个生物遗传资源、31756个实验动物资源及444041个生物多样性网络观测资源,通过数据共享促进生物实物资源共享,推动我国馆藏实物资源的全面共享。

据悉,中国科学院于“十二五”期间启动了“战略生物资源计划(BRP)”,集成植物园、标本馆、资源库、生物多样性监测网、实验动物平台等相关资源,构建整体化资源体系,并已形成“5+1”网络构架,包括5个资源收集保藏平台及1个战略生物资源信息中心。