多快好省 捧走“圣杯”

科学家发明新一代电解水制氢催化剂

■本报见习记者 任芳言 记者 杨保国

当电流通过水时，会产生氢气和氧气，氢气在氧气中燃烧，得到的产物是水。化学公式循环往复，这些中学课本上的内容为人熟知。

过去的 100 多年里，科学家一直在试图让反应过程变得更快。电解水析出氢气和氧气作为整个反应中的两个部分，为了提高反应速率，需要分别找到合适的催化剂。

今天，氢析出的相关催化技术已经发展得较为成熟，但氧析出还没有找到更高效廉价的催化剂。这是氢能源领域悬而未决的难题之一，业内将之与非铂氧还原催化剂的研发并称为两大圣杯。

如今氧析出催化剂的圣杯即将被中国科学家捧走。

中国科学技术大学教授吴宇恩团队在今年 4 月的《自然—催化》上发表封面文章称，其制备的钌单原子合金催化剂大大加快了氧析出过程，有望降低氢气制备成本。

用好氢气成本还得再压一压

氢气作为无污染、零排放的“终极能源”，其应用前景一直被看好。

论文共同第一作者、吴宇恩课题组博士生么艳彩告诉《中国科学报》，目前工业中较为常用的制氢方法是化石燃料制氢，比如“甲烷水蒸气重整”——让甲烷与水反应，生成一氧化碳和氢气。但因为用到的是化石燃料，也面临着碳排放等环保问题。

电解水制氢则没有碳排放的担忧，且工艺过程简单，有望成为下一代制氢的清洁方法。

根据电解质的不同，电解水制氢又可分为酸性电催化制氢和碱性电催化制氢，么艳彩告诉记者，由于目前工业上还没有可以与碱性电解水匹配的碱性膜，而酸性膜已经是一种成熟的技术，所以酸性电解水工业化前景更佳。

为了提升电解水制氢效率，找到合适的催化剂可不简单。这意味着催化剂既要做好自己的本职工作——加速反应，同时还要“坐怀不乱”——避免在反应过程中被过快地消耗掉。这两种特性也被称为活性和稳定性。

目前，在酸性条件下的电解水氧析出反应中，二氧化铱因为优异的活性和稳定性被广泛使用。

但金属铱作为一种稀有的贵金属材料，价格较为昂贵，每克的市价为 240~250 元。

科研人员算了这样一笔账：工业上通过二氧化铱电解水制氢的成本是每千克 33~38 元，而产生相同能量所需要的汽油成本是每千克 25~29 元。

也就是说，若想用好氢气这个终极能源，人们还得想办法把成本再压一压。

把单个钌原子拿出来专心干活

吴宇恩课题组瞄准了另一种催化剂——钌，钌是一种稀有的金属元素，但在地球上的储量更丰富，每克 19.5~20.5 元的市价和铱相比，已经友好得多。

目前商用的钌基催化剂大多为二氧化钌。这种催化剂虽然有出色的活性，但在反应过程中表现得过于“热情”：在强酸、强氧化环境下，二氧化钌中的晶格氧会参与到氧气析出过程中。短短数小时内，催化剂活性就会大幅衰退。

既然钌和氧在一起这么欢脱，那把单个钌原子拿出来会不会专心干活？

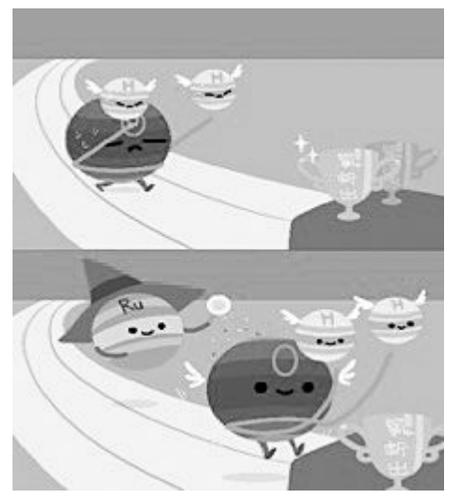
这正是吴宇恩课题组多年来的研究重点：让钌以单原子形式作为催化剂参与到氧析出反应中。

想稳住单个钌原子，得给它找个好位置。么艳彩告诉《中国科学报》，课题组创新性地采用铂铜合金作为载体，用酸刻蚀和电化学浸出的方法在载体表面制造出一个个空缺。当钌原子嵌入铂铜载体时，二者间强相互作用，让前者更稳定地停留。而铂因为自身特性，即便在强酸环境下，也能好好稳住钌原子。

如此一来，与二氧化钌相比，钌单原子合金催化剂不仅能加速反应，在酸性电解水反应中还有更好的抗溶解能力。么艳彩表示，这种催化剂相对于商业钌基催化剂的过电位降低了约 30%，稳定性提高了近 10 倍。

这项研究的另一个亮点是，让催化剂以单原子形式发挥作用，比由多个原子组成的催化剂颗粒活性更佳。

“比如原本 10 个原子聚拢在一起，真正起催化作用的可能只是外部表面的几个原子，而内部的原子起不到作用。将单个原子固定在合金载体上，原子的利用率会更高。”么艳彩解释道。



上图：氧析出和氧还原反应被称为氢能高效利用领域的两大圣杯。然而，在酸性氧析出运行环境中，不仅需要高过电位而且催化剂的稳定性很差，这就导致氧析出的动力学极其缓慢。

下图：吴宇恩课题组制备了一种单原子钌催化剂，可使酸性氧析出仅需要较低过电位，极大地加快了氧析出过程。

美术设计：崔劼

新加坡国立大学化学系教授杨文祥这样评价吴宇恩团队的成果：该团队成功实现了“通过应力工程调控单原子钌的电子结构，从而进一步提高其在酸性氧析出中的活性和稳定性”。

吴宇恩表示，研究中通过金属 / 合金载体调控单原子电子结构的策略，也可在其他反应体系中应用，或能为类似研究提供借鉴和参考。

“未来，我们还会尝试其他金属或者非金属载体，进一步降低催化剂成本。”么艳彩表示。

相关论文信息：

DOI:10.1038/s41929-019-0246-2

『中国天眼』通过工艺验收 向国内学者试开放

本报讯（记者丁佳）中国科学院国家天文台 4 月 25 日发布消息称，被誉为“中国天眼”的 500 米口径球面射电望远镜（FAST）日前通过了工艺验收。

来自中科院、清华大学、北京大学等单位 19 位多个领域的院士和知名专家组成了验收专家组，中科院院士武向平担任验收专家组组长。

验收鉴定组经过听取报告和现场考察，认为中科院国家天文台按期全面完成了国家发展和改革委员会批复的各项建设任务，所有性能指标达到验收要求，其中灵敏度（L 波段）和指向精度两项关键技术指标优于验收指标。FAST 在 L 波段的灵敏度领先目前国际其他射电望远镜，望远镜系统整体性能稳定可靠，已在调试阶段获得了一批有价值的科学数据，取得了阶段性科学成果。专家组一致同意 FAST 工程通过工艺验收。

会议上，专家组同时对 FAST 建设过程中产生的成果进行了鉴定，并给予了高度的评价和认可。FAST 在结构工程及力学、大尺度工业测量、接收机系统研制等多个领域的 5 项相关技术成果被鉴定为国际领先水平，显著提高了我国相关领域产业技术水平和自主创新能力。同时，专家组一致认定望远镜的灵敏度水平已经显著领先国际上其他望远镜，实现了我国射电天文望远镜由追赶到领先的跨越，对促进我国在相关学科实现重大原创突破具有重要意义。

此外，4 月 18 日，FAST 已经开始用试开放的形式向国内天文学家开放观测时间。中科院国家天文台有关人士介绍，此次试开放观测计划提供 360 个小时的观测时长，却收到国内天文学家 2200 个小时的机时申请，经过时间分配委员会的评议，部分项目得到支持，竞争激烈。FAST 试开放观测过程中，运行团队可以进一步了解科学家的需求，也让科学家熟悉望远镜的性能，最终促进望远镜实现习总书记关于“多出成果、出好成果”的指示。

4 月 24 日，一辆重达 5.5 吨的无人驾驶巴士在张家界大峡谷玻璃桥上行驶（无人机拍摄）。

当日，湖南张家界大峡谷风景区对运行两年多的人行全透明玻璃桥进行承重检验，以确保游览接待安全。张家界大峡谷玻璃桥全长 430 米，桥身距离谷底垂直落差 300 米，大桥表面由 99 块透明玻璃铺设而成。

新华社发（吴勇兵摄）

中国青少年跨学科学习教育发展创新行动在京启动

本报讯（见习记者任芳言）“目前科普教育上课的形式非常多，但动手操作非常少。许多学校其他资源都有，就是没有用于科普的实验设备。我们应该让孩子有更多动手机会，让他们看到科学家怎么做实验，进而对微观世界产生兴趣。”

在 4 月 25 日“中国青少年 STEAM 教育发展创新行动”项目启动会暨“中科夸克”跨学科学习解决方案专家研讨会上，科技部引智司科普处处长邱成利表示。

中国科学院既有“中国天眼”FAST、“蛟龙”号等大科学装置，也有多个国家重点实验室。为充分发挥中科院高端科研资源优势，融合国际化 STEAM（跨学科学习）教育理念和新一代信息技术，中科院计算机网络信息中心和江西出版集团联合打造了 STEAM 教育科创平台“中科夸克”。

“中科夸克”致力于将中科院重大科研成果、大科学装置、院士科学家事迹等高端科研资源转化为中小学生可参与体验、趣味性与互动性并存的情境化项目式课程。

会议现场还首次公开展示了“火星基地”系列 STEAM 特色课程和具有中科院特色的综合实践活动教材。据介绍，该项目还将陆续推出 FAST、“蛟龙”号、量子卫星、前沿物理、航空航天、智能设计与编程教育等 STEAM 教材教具及实验室解决方案。

据悉，该活动由中科院科学传播局和中科院北京分院指导，中科院计算机网络信息中心和中科院网络科普联盟主办。

新方法绘就活体“大脑交通图”

本报讯（记者崔雪芹）信息从感觉器官输入，在脑内传递和处理，最终产生记忆、情绪和行为。然而，探索大脑奥秘的脑科学家，却没有完整的“大脑交通图”可以参考。4 月 25 日，浙江大学医学院系统神经与认知科学研究所教授王菁团队获得脑网络研究方法的新突破，相关论文发表于《科学进展》。

他们借助 7T 功能磁共振系统（fMRI）成像优势，并结合红外光神经刺激，开发出红外光神经刺激功能磁共振整合技术（INS-fMRI），并首次在活体脑中获得亚毫米级的脑连接组，使人们能更快速、更系统、更清晰地看清“大脑交通图”，了解信息的传递。

“就好比，我们不仅能知道一个快递从浙江大学某实验楼出发到了北京市，还能知道它到的是哪个辖区，哪条街道，甚至哪幢楼的哪一楼层。”文章的第一作者徐国华介绍说。

以往用于绘制脑连接的解剖学方法，通常是在大脑的几个起始位置注射染料，需要几周时间让染料运输并给神经连接“上色”。

此次，王菁团队发明的新技术结合了激光刺激和磁共振功能成像，快速地以三维形式呈现，在 1~2 小时的扫描中即可获得脑功能连接的初步结果，极大地方便了研究全脑尺度各脑区的响应程度。

徐国华介绍说：“与其慢慢地给公路上色，不如从杭州寄出一堆快递，在很快的时间内我们就可以知道它们都到了哪些城市。”

另外，该技术还大大减少了使用动物的数量，并且可以对同一动物进行多次、持续的跟踪研究，例如研究大脑发育。

研究人员表示，该成果实现了高空间分辨率。当使用超高场磁共振成像时，这些响应位置可以在亚毫米级分辨率上呈现。“我们将红外光这一刺激方法与功能磁共振相结合，并在世界上首次提出了这一实验方法。”王菁说。

“该方法可以被用于系统性地逐个刺激皮层功能柱，从而全面地描绘灵长类亚毫米水平连接组。”王菁介绍说，这项新技术将为绘制高分辨率功能柱的全脑网络图奠定基础，为大规模全脑功能连接研究开启大门。通过厘清各个功能柱之间的连接，将极大地帮助人们理解灵长类大脑的工作原理以及脑疾病，促进神经科学、心理学、医学和人工智能等领域的发展。

相关论文信息：*https://advances.sciencemag.org/content/5/4/eaau7046*

发现·进展

华中师范大学

揭露花朵传粉“小心机”

本报讯（见习记者任芳言）自然界中，许多开花植物要依靠蜂类传粉。静待蜂类靠近的花朵看似被动，其实也有自己的“小心机”。华中师范大学生命科学学院教授黄双全团队发现，植物会采取化学防御策略，促使蜂类帮助传递花粉但不消耗花粉。相关研究近日发表于《当代生物学》。

研究团队以熊蜂为研究对象，发现其在采集花粉和花蜜时有异常行为：在川续断和大头续断两种植物的头状花序上觅食时，熊蜂只顾吸食花蜜，浑身沾满花粉却不收集。

浑身沾满花粉却不收集的熊蜂，引起了研究者注意。

黄双全供图

“蜂的生长发育需要富含多种蛋白质的花粉。一般情况下，熊蜂不仅会采集花蜜，还会用前后足把身上的花粉‘打包带走’，运回蜂巢。”黄双全告诉《中国科学报》。

通过化学成分检测，研究人员找到了熊蜂异常行为的原因：两种川续断属植物的花粉中含有名为川续断皂苷Ⅵ的有毒物质，不仅带有苦味，还会影响蜂类幼虫的正常发育。

为进一步确定川续断皂苷Ⅵ对熊蜂采蜜行为的影响，研究人员在花蜜中添加了不同浓度的皂苷，观察熊蜂的行为。他们发现，熊蜂会随机飞向皂苷浓度不同的花序，但在接触到花蜜后，一旦发现皂苷浓度较高就会很快飞走，如果皂苷浓度较低，则会继续采集花蜜。这说明熊蜂无法凭借气味辨别皂苷，在接触到花粉后才会作出反应。调查还发现，不同种类的熊蜂对花粉中皂苷毒性的耐受力不同。

不过，花粉有毒并不意味着熊蜂与花朵间的合作破裂。虽然花粉不讨喜，但川续断仍会提供可口的花蜜吸引传粉者。熊蜂带着身上的花粉，飞往其他花朵上时，这些花粉就很容易落到花的柱头上，从而促进了植物的异花传粉。

相关论文信息：*https://doi.org/ 10.1016/j.cub.2019.03.023*

复旦大学

发现鱼油可帮心血管抵抗 PM2.5 损伤

本报讯（记者黄辛 通讯员孙国根）复旦大学公共卫生学院教授阚海东团队在国家自然科学基金委员会重大研究计划“大气细颗粒物的毒理与健康效应”的支持下，研究发现鱼油可减轻 PM2.5 导致的心血管健康损伤。近日，该成果在线发表于《美国心脏病学院杂志》。

专家表示，作为一项在真实生活和暴露场景下开展的研究，这项研究成果具有较好的代表性和外推价值，为我国居民选择简易可行的降低空气污染健康影响的个体化防护措施提供了依据，具有重要的公共卫生学意义。

据悉，我国 PM2.5 污染水平较高，已对居民心血管系统造成较大的健康危害。通过膳食补充合适的营养素是有潜力的个体干预措施，但这方面的循证医学依据一直极少。因此，阚海东团队招募了 65 名志愿者，采用随机双盲对照设计，开展了一项为期 4 个月的膳食补充鱼油对 PM2.5 心血管健康危害的现场干预研究。

结果发现，志愿者连续每日服用鱼油 2.5 克，PM2.5 引起的外周血炎症水平升高、凝血和内皮功能异常、氧化应激损伤和应激激素水平紊乱，与对照组相比均出现不同程度的改善，提示膳食补充鱼油对 PM2.5 污染导致的心血管损伤具有明显的保护作用。

相关论文信息：

http://www.onlinejacc.org/content/73/16/2076

简讯

科学教育校长论坛在武汉召开

本报讯 4 月 25 日—26 日，由中国科学院科学教育联盟（以下简称科教联盟）主办的科学教育校长论坛暨第六届高端科研资源科普化教学交流活动在武汉举行。

论坛主题为“科教兴国、人才强国战略下科学 + 教育探索”，包括高端科研资源科普化、科学教育、人工智能与人才培养等主题报告和近 10 项科教融合经验分享。

会后，与会嘉宾参观了中科院武汉植物园和中科院最新打造的“科学快车”。从大装置模型到互动实验，“科学快车”的展品让参观者直观感受到中科院高端科研资源科普化成果。（闫洁）

广州南沙人工智能产业又添新成员

本报讯 近日，暗物智能科技（以下简称 DMAI）在广州南沙举行开业典礼。当前，南沙正在打造“创新高地”的城市名片，而人工智能将成为聚焦的发力点。据介绍，DMAI 于 2017 年 7 月在美国洛杉矶创立，并于 2018 年 7 月落户广州南沙。（朱汉斌 王惠姗）

甘肃高校及科研机构知识库集群平台启动

本报讯 4 月 25 日，甘肃省高校及科研机构知识库集群平台在兰州启动。来自该省 40 余家高校及科研机构的科研管理部门代表和图书馆馆长参加研讨会并进行了交流。

据介绍，该研讨会由甘肃省高校图书情报工作指导委员会主办、兰州大学与中国科学院兰州文献情报中心联合承办。会议旨在进一步加强、提高甘肃省各高校及科研机构的科技资源整合共享和知识创新支撑能力，推动该省自主创新科研知识成果的汇聚整合与共享服务。会上，与会专家就机构知识库建设和集群平台建设的具体问题进行了热烈讨论。（刘晓倩 李燕）