

高效稳定的二维层状钙钛矿来了！

为钙钛矿太阳能电池商业化铺路

■本报记者 沈春蕾

美国曾有科学家预测,以新型钙钛矿为原料的太阳能电池转化效率或可高达 50%,是目前市场上太阳能电池转化效率的两倍,这将大幅降低太阳能电池的使用成本。几年前,钙钛矿太阳能电池被《科学》评为年度国际十大科技进展之一,研究热度也随之攀升。

日前《自然—光子学》发表了一篇论文,介绍了科研团队在高效稳定层状钙钛矿太阳能电池方向的重要进展,这项研究由吉林大学、南京工业大学、西北工业大学的多位学者共同完成。

一支高效的合作团队

除了吉林大学材料科学与工程学院教授张立军,这篇论文的通讯作者还包括南京工业大学先进材料研究院教授陈永华,中科院院士、西北工业大学柔性电子研究院教授黄维,记者翻阅了相关论文后发现,这 3 位合作者在近一年时间内先后发表了多篇论文。

2019 年 4 月,陈永华和黄维团队在 *Chem* 期刊上刊登论文,报道了空气中简单一步法制备高效率钙钛矿太阳能电池的方法。

“通过实验研究,我们采用了新型离子液体溶剂醋酸甲胺(MAAc)来制备高效稳定的钙钛矿太阳能电池。”陈永华告诉《中国科学报》,离子液体钙钛矿光伏技术具有效率高、稳定性好、易放大、一步成膜、环境友好等突出的优点,是极具潜力的新型光伏制备技术。这篇论文发表

之后得到了学术界和产业界的高度关注。

基于该项突破,陈永华和黄维团队继续采用离子液体 MAAc 作为溶剂,制备了高效稳定的二维层状钙钛矿,成为离子液体应用在钙钛矿领域的又一突破。

陈永华表示,相对于三维钙钛矿,二维层状钙钛矿的优势包括提高的耐湿性、优异光稳定性和热稳定性、超低的自掺杂行为和显著降低的离子迁移效应等。

这一观点在 2019 年 8 月发表于《科学》的另一篇论文中得到证实。张立军也是这篇论文的通讯作者之一,论文是关于三维全无机钙钛矿以及其在太阳能电池领域的应用。他告诉记者:“相对于三维钙钛矿,二维层状钙钛矿的优势更显著,正在成为钙钛矿太阳能电池的研究热点。”

一个有趣的实验

2017 年,在一次钙钛矿学术研讨会的间隙,陈永华与张立军交流了最新的研究工作,并向其介绍了一个有趣的实验。

“我们在合成层状钙钛矿时,尝试用其他有机胺分子替换常用的丁胺分子,并发现用含有硫原子的有机胺分子 2-(硫代甲基)乙胺时,得到的钙钛矿薄膜形貌质量都特别好,制成太阳能电池器件后光电转换效率也很高。”陈永华告诉张立军,但这背后的微观机制并不清楚,希望能与他们团队在理

论计算上开展合作。

于是,张立军带领学生虞士栋开展了基于量子机制的第一性原理计算模拟。他指出,研究难点在于二维钙钛矿尤其是基于含硫原子有机胺分子的二维钙钛矿,进行计算模拟非常复杂,没有实验结果的直接支持,不知道哪个原子构型是能量最低的基态。

由于计算量非常大,研究人员进行了很多原子构型尝试,最终确立含硫原子有机胺分子的能量最低构型,后续结合能量稳定性和电子结构特征的分析,解释了其背后的半导体物理机制。

张立军介绍,高效率钙钛矿太阳能电池的效率已经可以和传统的硅基太阳能电池相比拟,并在太阳能发电领域有极具潜力的应用前景。目前,科研团队正在努力将钙钛矿卤化物材料应用于其他领域,比如发光、柔性电子等。

他还表示,钙钛矿太阳能电池商业化应用正面临两个严峻挑战:材料和器件的稳定性以及含铅带来的毒性。“二维层状钙钛矿可以提升材料和器件的稳定性,我们当前的工作将为其提供一个新思路。”

一条柳暗花明的研究之路

在陈永华与张立军团队开展实验与理论结合的深入研究的同时,黄维从实验设计、定期的讨论、文章撰写等方面对论文进行了全方位的指导。

陈永华回忆道:“在各方的支持下,从实验想法提出、取得阶段性成果、文章投稿,到文章顺利接收,历时 3 年多,一路走来并不容易。”

为了验证实验数据的可靠性,需要把器件送至具有资质的第三方进行检测认证,陈永华没想到这个过程是最艰难的。“困难来自于我们对认证工作的不熟悉。”

陈永华还记得第一次去认证测试时,由于没有任何经验,器件完全测不出效率。“接连几次的认证失败后,我们反复讨论、思考每一个步骤,找问题、寻根源。”

最终,科研团队发现问题出在器件结构、测试夹具以及衬底电极图案的设计上。陈永华说:“找到问题根源后,我们在最短的时间内更新了设计图纸、测试夹具等,最后拿到了第三方认证。”

而寻找并且设计出能够稳定钙钛矿结构的有机胺分子是制备层状钙钛矿电池的最大挑战。在一个个分子尝试、选择以及器件制备过程中,层状钙钛矿太阳能电池的效率在几个月的时间内就从 12%提升到了 17%。

“电池效率的迅速提升,也给了我们巨大的压力。”陈永华说,“在这个过程中我们发现,杂原子的引入可以增强钙钛矿器件的稳定性,但是效率相比于报道有很大的差距,在经历多次失败之后,我们的效率提升到了 18%以上,这在当时是一个破纪录的效率。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41566-019-0572-6>

简讯

中国科技馆推出系列活动迎新春

本报讯 记者从中国科技馆获悉,1 月 27 日至 30 日,中国科技馆将推出科普“组合拳”,包括第 13 届“科技大联欢”系列活动、华夏科技学堂四大主题活动、动感影院三大新片以及“做一天马可·波罗:发现丝绸之路的智慧”主题展览,为游客提供春节期间的“好去处”。

据了解,“科技大联欢”活动将在大年初三到初六举行,5 个板块的教育活动以“鼠”为主题贯穿,游客可以在“五鼠闹新春”活动中畅享“新春科普大餐”。华夏科技学堂在初三至初六准备了走马灯、木板水印、鲁班锁和剪纸等四个主题活动;动感影院上映《企鹅波波历险记》《小恐龙大冒险》和《疯狂穿越》3 部全新动感影片;“做一天马可·波罗:发现丝绸之路的智慧”主题展览将免费展出,展览将持续至 5 月 5 日。

(高雅丽)

中国系统工程学会生态环境系统工程专业委员会成立

本报讯 1 月 18 日,中国系统工程学会生态环境系统工程专业委员会在北京师范大学召开成立大会,来自全国 100 多家高校和科研院所的专家学者出席。

会议期间召开了第一届生态环境系统工程学术论坛,邀请了中科院生态环境研究中心研究员郑华、中国水利水电科学研究院研究员雷晓辉、北京师范大学博士房德琳作主旨报告。论坛还举行了国家自然科学基金“十四五”暨“中长期”跨科学部优先发展领域“智能化环境生态治理”圆桌会议,多位学者针对智能化环境生态治理中的系统工程管理和决策问题,阐述了各自的研究经历与经验,进行了讨论和互动。

(沈春蕾)

华东师大与海洋生物圈整合研究国际科学计划合作备忘录签署

本报讯 日前,华东师范大学与海洋生物圈整合研究(IMBeR)国际科学计划合作备忘录签约仪式暨战略合作伙伴研讨会在上海举行。

双方约定,自签约之日起,华东师大将设立 IMBeR 国际项目办公室,办公室设在河口海岸学国家重点实验室,为期 5 年。办公室将负责推进《IMBeR 科学计划与实施战略 2016—2025》的执行,重点关注亚太区域、中东和非洲。华东师范大学校长钱旭红与 IMBeR 科学指导委员会主席 Carol Robinson 签约揭牌。

(黄辛)

一种本氏烟叶片提取物及其制备方法和应用获发明专利

本报讯 由中科院华南植物园杨子银等科研人员完成的“一种本氏烟叶片提取物及其制备方法和应用”近日获得国家发明专利授权。据悉,该发明通过将本氏烟叶片采用体积分数 70%的乙醇水溶液浸提,离心取上清液,过滤、蒸发、浓缩后得到本氏烟叶片提取物。

据了解,该发明的制备方法所需设备简单,成本低廉且用时较短,初始原料来源于本氏烟,生长期短,且产物毒性低,对环境无污染。将喷洒了本氏烟叶片提取物的植物饲料斜纹夜蛾幼虫,能显著抑制其对植物的取食量。

(朱汉斌 周飞)



去年上海研发经费占 GDP 比例近 4%

本报讯(记者卜叶、黄辛)近日,记者从上海市科委发布的《2019 上海科技进步报告》(以下简称《报告》)中了解到,2019 年上海的研发经费支出预计占全市生产总值(GDP)的 4%左右,科研投入强度接近发达国家水平,提前完成《上海市科技创新“十三五”规划》提出的到 2020 年全社会研发经费支出约占 GDP4%的目标。

《报告》显示,2019 年上海原始性创

新表现亮眼,特别是在科研成果、大科学设施、新型研发机构、研发与转化功能型平台建设等方面,涌现出世界首例生物节律紊乱体细胞克隆猴模型、引力诱导量子纠缠退相干实验、稳固钙钛矿半导体等一批重量级成果。2019 年,上海科研人员在《科学》《自然》《细胞》发表论文共计 87 篇,约占全国总数的 28.4%;其中,入选《自然》年度十大优秀论文中的两篇中国

论文均出自上海。

成果转化方面,2019 年,上海已建或培育各类研发与转化功能型平台近 20 家,聚集和培育人才 1200 余人;产学研合作单位超过 1600 家,在孵企业和团队近 150 家;有 13 家企业登上科创板,数量居全国第一;PCT 国际专利申请数量超 2400 件,同比增长约 23%;上海科技创新中心指数达 281.9,同比增长 10.51%。

2019 年全国 70 种毒蘑菇致 769 人中毒

本报讯(记者崔雪芹)近日,新近创刊的公共卫生专业学术期刊《中国疾病预防控制中心周报》(以下简称《周报》)发布了“2019 年中国蘑菇中毒事件报告”。报告指出,2019 年,中国疾病预防控制中心牵头处理了来自全国 17 个省份的 276 起蘑菇中毒事件,共计 769 人中毒,造成 22 人死亡。

报告有 4 项关键提示:2019 年有 70 种

蘑菇造成数百人中毒;致命鹅膏是我国危害最大的蘑菇;市场销售的野生蘑菇有中毒风险;华东地区蘑菇中毒增加明显。

中毒事件涉及的 70 种毒蘑菇中,有 7 种为新发现的种类,可造成 6 种临床伤害类型。死亡的 22 个病例中,20 例是由造成急性肝损害型(含鹅膏肽类毒素)的毒蘑菇引起的,致命鹅膏共导致 13 人死亡,成为我国危害最为严重的毒蘑菇。

国内首部科创中心建设“基本法”5 月施行

本报讯(记者卜叶、黄辛)1 月 20 日,《上海市推进科技创新中心建设条例》(以下简称《条例》)经上海市第十五届人民代表大会第三次会议表决通过。该条例将于 5 月 1 日起施行。

据介绍,这是国内首部科创中心建设的“基本法”,共九章五十九条。今后,上海将依法对企业事业单位、社会组织、个人等

各类创新主体提供相应政策支持,以地方法规的方式全力保障科创中心建设。

记者了解到,《条例》将“最宽松的创新环境、最普惠的公平扶持政策、最有力的保障措施”的理念体现在制度设计之中。《条例》加大了对各类创新主体的赋权激励,允许科研事业单位将其依法取得的职务科技成果的知识产权或者知识产权的长期使用

权给予成果完成人;通过实施高新技术企业培育、提供研发资助等方式,对各类所有制企业的科技创新活动给予普惠性支持;聚焦张江推进承载区建设,优先保障科创中心承载区的建设用地需求,完善土地混合利用和弹性调整机制等一系列措施,最大限度激发创新活力与动力,鼓励科研人员敢啃“硬骨头”,勇闯“无人区”。

发现·进展

中科院地理科学与资源研究所

农业部门排放威胁我国污染水域修复



2008 年中国广州东江污染水域。全国范围内的水污染整治行动使河流湖泊更加清洁 图片来源:《自然》

本报讯(记者冯丽妃)中科院地理科学与资源研究所马廷和周成虎领导的研究小组,分析了中国内陆水质的全国变异性及其对人为排放的响应,研究为制定应对特定地区水污染的策略提供了支撑。相关成果近日发表于《科学报告》。

人类活动的增加威胁中国内陆的水质。自 2001 年以来,我国开始收紧环境法规,以减少城市、工业设施和农场排放的水污染。小规模研究表明,我国一些湖泊和河流已经变得更干净。

尽管一些地区的水质得到了改善,但脏水仍然困扰着部分地区。为进行更广泛的观察,作者从 2003 年到 2017 年研究了 3 个水质指标:溶解氧水平和两个代表水污染程度的指标。这 3 种数据在我国主要内陆河流和湖泊每月进行测量。

研究数据显示,由于工业、农村和城市住宅排放的减少,全国的水质已经显著改善或保持在良好水平。然而农业部门日益增长的排放威胁着我国污染水域修复。此外,我国北方和东北地区水污染现状较为严重。作者表示,如果能针对特定地区水污染因素的区域差异作出反应,中国的水质将进一步受益于更灵活的缓解措施。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aau3798>

南京农业大学

有望实现全生物法高效合成燕窝酸

本报讯(记者李晨 通讯员许天颖)近日,《德国应用化学杂志》以内里封面文章的形式,发表了南京农业大学教授 Josef Voglmeir 团队的研究成果,该研究发现了一种酶催化下的酰基化反应新机制,利用该机制可以以氨基葡萄糖为起始底物,全酶法合成唾液酸(又称燕窝酸)及其类似物。

论文通讯作者之一、南京农业大学研究员刘丽介绍,目前唾液酸及其类似物的体外生物法合成,是通过以乙酰氨基葡萄糖及其类似物为起始底物的“一釜四酶法”实现的,而乙酰氨基葡萄糖类似物目前只能通过将氨基葡萄糖进行化学酰化反应获得。

常规的化学酰基化反应需要先将酸中的羧基进行活化后才能进行。而 Voglmeir 团队的最新研究发现,在一种新的自主研发的酶 CmcCDA 的作用下,不经活化的有机酸可以直接与氨基葡萄糖反应形成酰胺键,完成对氨基葡萄糖的酰化反应,生成乙酰氨基葡萄糖及其类似物。这一研究结果颠覆了传统认识,被审稿专家和编辑评价为“非常重要的发现”。

这一机制的发现使得唾液酸苷类物质的生物合成可由原来的“一釜四酶法”向前延伸为“一釜五酶法”,即以氨基葡萄糖和不同有机酸作为起始底物,先合成乙酰氨基葡萄糖及其类似物,再延续原有的“一釜四酶法”途径,最终合成唾液酸糖苷类物质,打通了生物全酶法生产唾液酸糖苷及其类似物的整个通路。

生物酶法绿色环保、反应条件温和、能耗低,反应选择特异性强。利用新的“一釜五酶法”可实现生产制备级的唾液酸糖苷及其衍生物,产率可以达到 98%。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/anie.201914338>

中科院地球环境研究所

从中世纪到小冰期东亚夏季风快速衰退

本报讯(记者张行勇)近日,中科院地球环境研究所博士蓝江湖等在《地质学》上发表论文,介绍了关于中世纪—小冰期过渡期东亚夏季风(EASM)快速衰退的最新研究成果。

东亚地区是全球人口数量和密度最大的地区之一,因而 EASM 的衰退/增强,对区域生态、社会和经济等可能造成重大影响,特别是季风边缘区。

研究发现,在整个季风边缘区,EASM 在中世纪—小冰期过渡期经历了快速衰退;EASM 的快速衰退对生态系统、文化和社会结构等产生了重要影响,如森林—草原景观被干旱草原景观代替、农牧交错带南移同时文化类型由农耕文化转变为游牧文化、粮食产量降低、饥荒增加、人口数量锐减等;随着 EASM 的增强,中世纪暖期东亚夏季风北界的位置推至阴山—雅布赖山—祁连山—青海湖北侧一线。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1130/G46811.1>