



“贴膜”打破钙钛矿电池“短命”魔咒

江庆龄 孙梦洁

一个寻常的傍晚,华东理工大学博士生李庆带着提前准备好的材料,来到学校的分析测试中心。她此次实验的目的是为了复现一篇论文中的结果。因为时机比较紧张,她往往会预约下午最后一个小时,以确保有足够的时间完成一次实验。

这一次,她发现了一个新奇的现象,认为“得和导师好好讨论分析一下结果”,并抓紧记下了这个实验结果。

经过团队后续的反反复复验证,这一现象背后的机制逐渐明晰。钙钛矿太阳能电池不稳定的关键原因是材料体系存在光机械诱导分解效应,研究团队进一步提出了石墨烯—聚合物机械增强钙钛矿材料的新方法,利用该方法制备的太阳能电池器件在标准太阳光照及高温下工作 3670 小时后仍保持 97.3% 的初始工作效率。近日,相关研究成果发表于《科学》,李庆是论文第一作者。

一个长期被忽视的问题

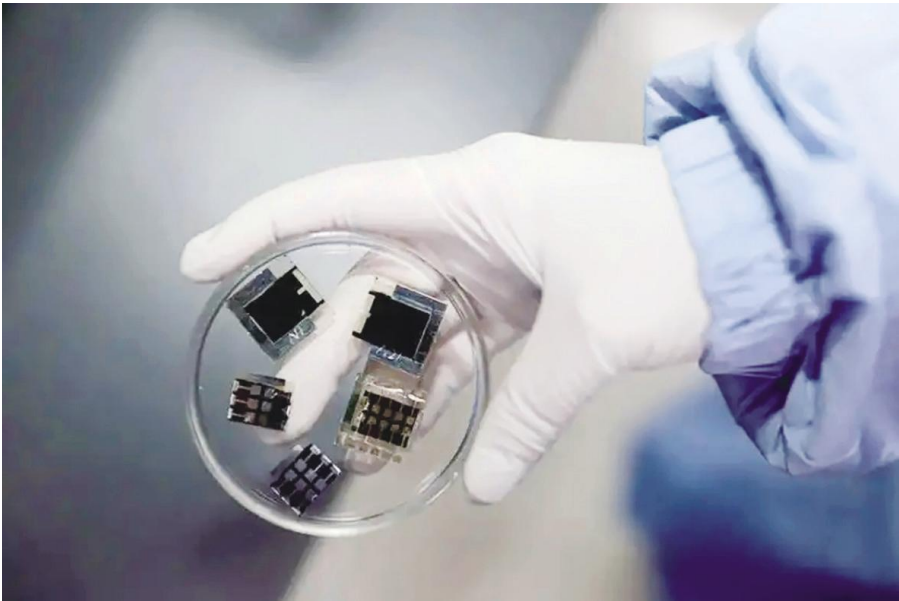
相对于已商业化应用的晶硅电池,钙钛矿太阳能电池具有转化效率高、成本低、柔性及轻量化等优势,是一类极具应用前景的新型光伏技术,对解决能源与环境问题具有重要意义。

“目前,钙钛矿光伏工况寿命与真实应用需求间仍存在显著差距,器件的不稳定性问题是制约钙钛矿太阳能电池商业化发展的重要因素之一。”李庆告诉笔者。

很长时间以来,人们都未尝试解答“因”和“果”中间的问题,即太阳光照射后,钙钛矿材料内部发生了什么变化,才导致它变得不稳定?

“除水、光、热、电等常见因素外,钙钛矿材料内部的动态局域应力是诱发材料分解的重要原因,这就是光机械诱导分解效应。”论文通讯作者、华东理工大学材料学院清洁能源材料与器件团队教授侯宇解释,“光照后,材料内部首先产生了一个力,进而引起材料发生快速分解。事实上,没有力的地方,材料依然是慢速分解的过程,这是一个长期被忽视的问题。”

如果把钙钛矿材料不断放大,就可以看到,正常情况下,材料内部的分子排列十分紧密,前后左右都保持固定距离,就像是一支训练有素的队伍。而经过一段时间的光照后,那些分子之间则发生了相互的挤



新型钙钛矿太阳能电池器件

资料图

压碰撞,原本整齐的队伍不见了,甚至有的分子“擅离职守”,致使其所在位置空了出来,形成了所谓缺陷,最终导致钙钛矿电池的性能损失。

“在太阳光照下,钙钛矿材料表现出显著的光致伸缩效应,膨胀比例可超过 1%。”侯宇表示,“光机械诱导分解效应为我们理解钙钛矿材料的退化机制提供了新视角,也为进一步提升其稳定性提供了重要思路。”

给钙钛矿电池“贴膜”

钙钛矿太阳能电池结构由五层组成,从上至下分别为导电玻璃、空穴传输层、钙钛矿、电子传输层、金属电极。

为了提升钙钛矿材料的稳定性,科学家以往的解决思路是基于“打铁还需自身硬”的朴素理念,通过改变钙钛矿组分和结晶性、设计控制钙钛矿表面分子结构等方法,让钙钛矿材料“变强”而不怕外界环境刺激,但收效甚微。

华东理工大学清洁能源材料与器件团队则想到了给钙钛矿多贴一层“保护膜”。

石墨烯具有超高模量,是钙钛矿材料模量的 50~100 倍,且具有均匀致密、耐机械疲劳和化学稳定的优点。能否借用石墨烯这个“外援”,来提升钙钛矿的稳定性呢?

于是,团队很快购置了石墨烯进行尝试,但在第一步就遇到了困难。商用石墨烯是薄薄的一层,附着在铜箔上面,要想把石墨烯转移到钙钛矿上,首先要想办法把铜箔溶解掉,使用水溶液是避不开的步骤。

然而,石墨烯与钙钛矿并不兼容,不能像贴手机膜一样,简单把石墨烯盖在钙钛矿表面就完事了。幸运的是,团队找到了一款合适的“胶水”——聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)聚合物。

最终,团队通过 PMMA 聚合物界面耦合的方式,将单层整片石墨烯组装到了钙钛矿薄膜表面,从而实现两者的高均匀度、多功能性集成。由此,形成一个包含 7 层结构的新型钙钛矿太阳能电池器件。

“得益于石墨烯出色的机械性能和聚合物的耦合效应,钙钛矿薄膜的模量和硬度提高了两倍,并显著限制了在光照条件下的晶格动态伸缩效应。”侯宇补充道,“石墨烯的作用主要是保护钙钛矿免受光照产生的外力影响。”

通过动态结构演变实验与计算模型相结合,团队验证了该耦合界面结构在工作条件下能够有效抑制晶格变形以及横向离子扩散,从而确保钙钛矿器件在光照、高温及真空等环境下的长期稳定性。

产业应用尚需时日

侯宇表示,华东理工大学清洁能源材料与器件团队聚焦国家“双碳”战略,已在新型光伏领域取得系列研究成果,如建立了一套理论设计及精准筛选太阳能电池关键功能材料的通用方法,开发出一系列高性能、稳定的光电功能晶态材料,提出光伏器件表面分子功能化新方法,显著提升太阳能电池的环境稳定性等。

对于这项研究成果,侯宇认为,最大的意义在于揭示了光伏性能退化的未知关键因素——光机械作用,从根本上理解了钙钛矿薄膜在实际应用过程中出现的动态结构损坏及其强化调控原理,为突破稳定性瓶颈、推动钙钛矿器件的工业化生产和应用提供了新的解决方案。

值得一提的是,尽管此次使用的材料是有机和无机杂合的钙钛矿体系,但该方法对其他体系的钙钛矿材料同样适用。这也意味着,随着后续更高效率的钙钛矿材料问世,能够使用此方法在一定程度上解决稳定性的问题。

“目前,我们正在与企业开展合作,探索工艺放大的技术路径。”侯宇说,“但这还需要比较长的周期慢慢摸索,尤其是与大面积石墨烯薄膜转移相关的工艺。”

青藏高原发现大批真菌新物种

3月10日从西藏自治区科技厅获悉,西藏自治区高原生物研究所与西藏自治区真菌重点实验室的大型真菌资源分类及利用研究团队发现了大批新物种。相关研究成果日前发表于学术期刊《真菌界》(《真菌领域》)。

青藏高原独特的气候条件和地理环境孕育了丰富多样的大型真菌资源。为揭开这一神秘资源的面纱,研究团队多次联合科考,成功采集了 3361 份珍贵标本,收集了一批野生菌株。

科研人员通过观察标本的外部特征,并结合真菌 DNA 条形码技术和分子系统发育分析,对标本进行深度剖析。鉴定结果显示,超过 95% 的标本被精准鉴定至属水平,确定了 879 个物种,包括已发表的 19 个新种和 12 个中国新记录种。这些新种和新记录种丰富了我国大型真菌物种库,成为揭示青藏高原生态系统奥秘的重要窗口。

据介绍,在高原生态系统中,大型真菌承担着分解者和共生者等关键角色,对物质循环、能量流动及生态系统平衡具有不可替代的作用。此外,科研团队还成功攻克喜马拉雅山菇的人工驯化难题,建立起完善的种质优化与规模化种植技术体系。这项成果现已在日喀则市聂拉木县、山南市隆子县等地广泛应用,不仅丰富了当地的菜篮子,还推动了食用菌产业的发展。

杨宇航



青藏高原的黄盖小脆柄菇

资料图

最早西欧人“露面”



这块西班牙中脸化石是已知最早的古人类遗骸

施普林格·自然

2022 年,考古学研究生 Edgar Téllez 在西班牙洞穴发现了一些惊人的东西:一块被泥土覆盖的面骨,牙根完好无损。他的同事、西班牙罗维拉-威尔吉利大学考古学家 Rosa Huguet 说:“我们 95% 确信发现了一具人类化石,但我不敢说这就是人类遗骸。”之所以不敢完全确定,部分原因是它被埋在 110 多万年前的沉积物中,比西欧任何已知的人类化石都要古老。

“在清理和检查化石后,我们百分之百确定这块化石代表了西欧最早的人类面孔。”古人类学家 Maria Martínón-Torres 说。她是西班牙国家人类进化研究中心(CENIEH)主任、阿塔普尔卡项目首席研究员。该项目在西班牙北部阿塔普尔卡山脉的洞穴中发掘出许多重要化石。

3月12日,科学家在《自然》上报告了这一发现,证实了人类祖先直立人的广泛存在。他们分散在非洲和亚洲,也曾到达西欧。

尽管所有人类的祖先在 600 多万年前出现于非洲,但非洲以外最早的人类化石是在格鲁吉亚共和国德马尼西发现的 5 个头骨,可以追溯到 180 万年前。德马尼西人被归类为早期直立人,后者 200 万年前起源于非洲。但他们彼此之间差异很大,一些研究人员认为其至少代表了两个物种,表明离开非洲的早期智人不止一个种。

在西欧,80 万年前的古人类化石记录基本是空白。关于早期人类存在的唯一线索是在西班牙和地中海沿岸发现的 140 万年前的一颗牙齿和石器,以及 2007 年 Huguet 在阿塔普尔卡遗址发现的一块 110 万年前的古人类下颌骨。

新化石表明,直立人或其近亲可能

至少制造了一些工具。这块残缺的中脸具有直立人的关键特征,比如鼻子不像现代人那样突出。但 CENIEH 的古人类学家 José María Bermúdez de Castro 说,它也显示出一些差异,比如中脸比亚洲或非洲的直立人更窄。它只有两颗磨损的牙齿,因此很难确定身份。研究人员将其称为 H. “affinis” erectus,意为与已知物种有亲缘关系。

研究排除了他们属于另一个人类祖先——先驱人的可能性,后者的化石也曾出现在附近被发现,可以追溯到大约 86 万年前。

140 万年前至 110 万年前属于更新世早期。Martínón-Torres 说,在阿塔普尔卡发现的两种早期人类相隔 20 万至 30 万年,表明在更新世早期,已有不止一种人类在欧洲各地迁徙了。她认为直立人或其近亲首先出现,但在大约 90 万年前冰川覆盖欧洲的寒冷时期离开了阿塔普尔卡,或者灭绝了。然后,先驱人可能来自东欧或非洲,并扩散到西欧。

加拿大温尼伯大学的古人类学家 Mirjana Roksandic 表示,这种情况与巴尔干山脉考古遗址的证据相符。那里的化石揭示了存在一个严寒避难所,幸存的各种动物在水冰消退后向东、西扩散。她说,也许这些早期古人类与这些动物一起避难,并跟随它们进入了欧洲和亚洲。

Roksandic 认为,这块面部化石是人们长期寻找的化石证据,“让我们了解是谁在迁移、迁移到哪里,以及人类在欧洲进化的结果是什么”。

文乐乐

湖北十堰：十巫北高速通车



3月7日,十巫北高速(湖北十堰至重庆巫溪高速公路鄖西至鲍峡段)通车试运营。十巫北高速是湖北省规划的“九纵五横三环”高速公路网中的“纵八”线的重要组成部分,线路全长 34.8 公里,桥隧比达 73%,设计时速 80 公里,双向 4 车道。

曹忠宏

浙江乐清：早春茶采摘忙



3月9日,在浙江省乐清市白石街道,连绵起伏的茶园里弥漫着清新的茶香,当地早春茶进入采摘季。茶农在乐清市白石街道中雁村一处茶园加工茶叶。

蔡宽元

贵州乌江：集装箱新航线迎来首航



近日,贵州港航集团与贵州远海陆港发展有限公司携手共建的贵州乌江集装箱新航线迎来首航。新航线将提升乌江航运的运输能力和效率,进一步降低物流成本。

陶亮