

## 阴阳离子共同作用，修补钙钛矿材料“漏洞”

◎本报记者 金凤 通讯员 姜畔

能源短缺、环境污染是我国可持续发展面临的重大问题。利用太阳能发电有望改变我国的能源结构，解决环境问题。南京工业大学先进材料研究院秦天石教授团队近期利用一种阴阳离子对钝化材料，对钙钛矿“晶体大厦”的两种“孔洞”进行修复，全方位对钙钛矿材料进行缺陷钝化，并改变其化学性质，从而实现效率和稳定性的兼得，相关研究成果日前发表于国际学术期刊《材料》上。

“在‘双碳’背景下，提高钙钛矿材料及电池

的环境稳定性对于实现钙钛矿太阳能电池商业化至关重要。”秦天石介绍，钙钛矿太阳能电池具有较高的功率转换效率，堪比目前商业化的硅太阳能电池，但由于其制作工艺简单，更加经济环保，已成为全世界科学家研究的“宠儿”，有望为实现“双碳”目标添砖加瓦。

然而，令研究者头疼的是，目前的钙钛矿太阳能电池依然对湿度、温度、光照的变化十分敏感，钙钛矿太阳能电池在温度升高、受到照射及遇水时极易降解，存在稳定性差等突出问题。

“钙钛矿材料如同食盐，是由阴离子与阳离子共同构成的一种晶体。”秦天石形象地介绍，在

微观世界中，这座“晶体大厦”存在着诸多缺陷孔洞，会让外界水汽通过孔洞进入“大厦”内部，随着蓄水量的不断增加，最终“大厦”将会倒塌。从宏观角度来说，钙钛矿晶体就被分解破坏了。因此，科学家研发出各种材料对这座“大厦”的缺陷进行修补，保护它不受外界水汽侵蚀。

秦天石表示，阴阳离子共同构成晶体，因此钙钛矿“晶体大厦”也同时存在着阴离子缺陷和阳离子缺陷这两种“孔洞”，之前的国际同行都仅仅只是对一种“孔洞”进行修补。而他们运用一种阴阳离子对钝化材料，同时对钙钛矿“晶体大厦”的两种“孔洞”进行修复。这样做出来的钙钛矿太阳能电池的效率和稳定性都有大幅的提升。

南京工业大学博士研究生王俊淦介绍，这项研究成果，在一个标准太阳光下可以实现超过23%的光电转换效率，已经超过了当前商用的硅太阳能电池效率。同时，通过该阴阳离子的协同作用构建两个防水隔离层，能有效提高钙钛矿太阳能电池的稳定性，从而延长电池的工作时长，在连续光照下实现超过1000小时的环境稳定性。

“通过这项研究，我们用一个策略同时解决了多个钙钛矿太阳能电池的痛点，也为尝试制备更大面积的太阳能电池增添了信心，为实现钙钛矿太阳能电池商业化做好了准备。”秦天石说。

### 寻材问料

### 新型催化剂

### 助力提取废弃物中的山梨醇

◎科技日报 金凤 通讯员 周伟

日前，南京工业大学先进材料研究院房贞兰教授团队与德国卡尔斯鲁厄理工学院的汪跃民教授团队另辟蹊径，通过简单的水热合成方法制备出具有极高催化性能和良好稳定性的催化剂，成果近日发表于国际期刊《自然·通讯》上。

山梨醇可用于食品、医药、工业生产等，具有很高的经济价值。从秸秆、树枝等农业废弃物中获得的山梨糖单体，经过氢化反应，即可转化为山梨醇等具有高附加值的化学品。而这一转化过程的关键，在于化学催化或生物催化过程中使用的催化剂。

“金属有机框架简称为MOF，是在简单的水热条件下，由金属阳离子和有机配体自组装而成的催化剂载体。与酶或金属氧化物等催化剂相比，MOF异相催化剂具有比表面积高、孔径和孔隙率可调、金属单活性位点分散性好和可负载活性组分等独特优势，这让MOF异相催化剂为各种含糖类生物衍生物的转化提供了无限可能。”论文第一作者、南京工业大学博士生张毓玮介绍。

由于该催化剂在实际反应条件下重复使用性较差，严重阻碍了其在催化剂领域的应用，因此课题组通过人为设计缺陷的策略，即在合成过程中加入与原始配体结构相似的缺陷配体，在MOF异相催化剂中人为引入了两种类型的缺陷位点，从而合成了一系列缺陷设计MOF异相催化剂，简称DEMOMF异相催化剂。

“非常有趣的是，研究结果证明了我们先前的设想，即利用人为植入的缺陷、负载的钌贵金属活性位点和原始金属单活性位点三者的协同催化作用，实现了所制备的DEMOMF异相催化剂对葡萄糖选择性加氢制备山梨醇的反应活性、选择性和循环稳定性的同时提高。”房贞兰表示，该研究合成的一系列DEMOMF催化剂，其转换频率值均为目前已经报道的用于葡萄糖氢化反应的催化剂的10倍以上，技术处于国际领先水平。

房贞兰介绍，更重要的是，在连续循环催化12次后，催化剂依旧能保持很高活性。此外，这一转化过程中所用溶剂为水，这将极大削减催化剂使用成本，减少资源消耗，降低环境污染。

房贞兰表示，该研究不仅提高了催化剂活性和稳定性，更重要的是证明了不同类型的缺陷引发的不同的反应路径，这为后续催化剂的设计合提供了新的思路和理论支持。

### 新一代人工晶状体研究成果 获 ASCRS 发布

科技日报讯（记者史俊斌）享誉全球眼科学术界的“2022美国白内障和屈光外科学会（ASCRS）大会”近日在美国华盛顿举行，西安高新区入驻企业——西安眼得乐医疗科技有限公司在会上连续发布了3篇关于全新一代生物材料“交联聚烯烃”人工晶状体的研究成果。其中《全新可折叠“交联聚烯烃xPIB”人工晶状体的理化性能评价报告》荣获大会颁发的最佳学术报告殊荣，成为唯一入选并发表的中国科研成果。

人工晶状体是由人工合成材料制成的一种用来代替人眼晶状体的特殊透镜。它是开展眼科白内障手术治疗的最主要植人性医疗器械。目前人工晶状体植入术已被临床上公认为是治疗白内障最有效的方法。“交联聚烯烃”人工晶状体是目前行业中非常理想的全新一代人工晶状体。

其各种实验结果表明，晶状体上皮细胞在“交联聚烯烃”人工晶状体的表面上不易粘附，并且其表面粘附的少量晶状体上皮细胞的伸展和增殖能力也明显弱于对照组（疏水性丙烯酸酯人工晶状体），能有效阻止晶状体上皮细胞向光学部分的中央区移行，具有一定的预防后囊膜混浊发生发展的能力。

这款由全新生物材料制成的可折叠人工晶状体，被实验证实具有非常优异的表面特性及光学性能。与会专家认为，该材料制成的人工晶状体在可见光范围内的透光率好，具有一定的预防紫外线功能并且材料本身具有较高折射率，水环境中的加速老化处理及硅油吸附实验证明其不易产生“闪辉”现象，并且表面不易吸附眼科手术用硅油。



视觉中国供图

### 孟涛教授团队通过在仿蛛丝微纤维内部构建中空结构，让纤维的集水性得到显著提升。研究发现，该仿生微纤维悬挂液滴体积是纺锤节体积的1663倍，集水能力数值远超出已有文献报道的数值。

## 仿蛛丝微纤维：“凭空取水”能力超强

◎罗洪焱 陈科

淡水资源的短缺已成为制约全球社会和经济发展的主要因素。据统计，海水资源占到了地球上所有水资源的96.54%，淡水资源仅占2.53%，而且只有0.36%的淡水资源能够被人类直接利用，如何获取更多的可利用淡水资源，是

### 来自蜘蛛丝纤维结构的启示

目前，由于水污染和淡水资源缺乏等问题，水资源危机越来越受到广泛关注。由于海水淡化和废水处理技术的适用性、简便性和成本效益等问题，使得一些地方无法使用这些技术获取淡水资源。这些年，各领域的科学家们试图从大自然中获取灵感，研究仿生集水技术。

自然界中，大多数生物都拥有应对恶劣环境的独特本领，经过长期的自然选择，一些生物已经能够从雾气中获得水分供自身生存，这为淡水收集系统中功能仿生材料的设计和制造提供了灵感。迄今为止，研究者们已经利用纳米布沙漠甲虫的集水机理、仙人掌的集水机理以及蜘蛛丝的表面集雾机理等，开发出了大量相应的仿生集水材料。

雨后的清晨或者潮湿的角落，人们常常可以



视觉中国供图

一个亟待解决的问题。

近日，国际化学领域期刊《材料化学学报》A刊报道了西南交通大学孟涛教授团队的研究成果——利用具有中空连续通道的仿蜘蛛丝微纤维进行高效集水，团队通过在仿蛛丝微纤维内部构建中空结构，让纤维的集水性得到显著提升，研究发现，该仿生微纤维悬挂液滴体积是纺锤节体积的1663倍，集水能力数值远超出已有文献报道的数值。

最终，研究团队从细胞内外水相分区的结构中

中得到启发，使用基于双水相层流的微流控纺丝技术，利用了双水相分区效应的机理，在界面上快速交联形成了纤维，并阻止了后续物质的扩散和继续反应，形成了仿蛛丝中空微纤维。孟涛表示：“我们将仿蛛丝中空微纤维与仿蛛丝实心微纤维在相同条件下进行对比集水实验，证明了中空结构增强了纤维的集水性能，仿蛛丝中空微纤维的集水能力更好更优秀。”

为何相比于实心纺锤节微纤维，仿蛛丝中空微纤维能展现出更加优异的液滴悬挂能力呢？“由于中空通道的存在，延长了液滴与纤维间的三相接触线长度，增强了液滴受到的毛细作用力，从而提高了纤维悬挂液滴的能力。”孟涛解释说，液滴悬挂在中空微纤维时，中空通道内的液柱形成毛细桥，液柱两端半月板状凹陷为悬挂的液滴提供了额外的毛细作用力，这种作用力对于

如今，人们可以利用仿蛛丝中空微纤维良好的机械性能，进行长期、大规模集水。人类可以制备大量的微纤维并编织成蜘蛛网状结构，在潮湿的清晨以及傍晚在空气中收集大气中的水分。孟涛介绍：“这样的方法也适用于干旱的沙漠、缺水的海岛等极端环境，满足人们对淡水短缺的需求。”

孟涛表示，为促进纺锤节微纤维在集水领域的应用与创新，团队后续将系统深入地研究集水过程中液滴与纤维相互作用的界面机理及规模化生产仿蛛丝中空微纤维的技术等。“此外，纤维的集水性能实验是在一定湿度的雾气下进行的，未来研究中应考虑纺锤节微纤维

程中，团队尝试了油水体系和气液体系的微流控等技术，开展了大量实验，均未达到理想效果。

### 中空微纤维展现更优异集水性能

基于此，西南交通大学孟涛教授团队从内部结构出发，探究纤维集水性能的改善方法。在研究过

## 另辟发展通道，进一步优化我国镍业布局

◎实习记者 杨宇航

镍是一种银白色金属，具有良好延展性、磁性和耐腐蚀性。国际能源署资料显示，镍在地球中的储量较为丰富，含量居第五位，仅次于硅、氧、铁、镁。目前，我国镍产业企业在采矿、选矿、冶炼工艺等方面的技术虽已取得重要进展，但在经济规模、产品种类和部分产品性能等方面与国际接轨尚有一定差距。

### 全球68%的镍产量都用来生产不锈钢

中国五矿集团有限公司经济研究院首席专家左更介绍：“2021年，根据海关统计数据，我国进口镍矿砂及其精矿4352.9万吨，按含镍量1.7%计算可折合镍金属量74万吨；进口镍铁372.51万吨，折合镍金属量30万吨；

精炼镍净进口25.6万吨；硫酸镍净进口1.7万吨。当年合计进口镍金属量130万吨左右。按再生镍产出量约30万吨及国内产量12万吨计算，2021年中国镍金属供给总量约172万吨，对比当年镍需求量170万吨，基本处于相对平衡状态。”

据了解，全球镍产量的68%都用来生产不锈钢，另17%添加到合金钢和其他有色金属中。镍在不锈钢生产领域，暂无适合可替代材料。镍在不锈钢生产中的主要作用在于它改变了普通碳钢的晶体结构。普通碳钢的晶体结构为体心立方结构，加入镍可促使晶体结构从体心立方结构转变为面心立方结构。从而改善普通碳钢的可塑性、可焊接性和韧性等，使其具有不锈钢的属性。

虽然镍在不锈钢生产中的应用依旧占据了其下游消费的绝对份额，但是近年来，中国率先在新能源电池领域的发力，开辟了镍的另一重要发展通道。

### 新能源行业成镍需求增量来源

随着“双碳”目标的提出，清洁能源在能源结构中的占比提升，全球新能源汽车迎来发展高潮。由于能提供更高的能量密度和更大的储存容量，金属镍作为锂离子电池的关键材料备受关注；与此同时，随着高镍化成为三元锂电池发展路线的行业共识，新能源行业被认为是除不锈钢生产之外镍需求的最大增量来源。

中国五矿集团有限公司经济研究院多元研究室处长陈俊全以新能源汽车为例介绍道：“作为电池的正极材料，镍的比例高低决定了电池能量密度和续航效果，以‘2030年全球新能源汽车销量达到4600万辆、全球动力电池装机量3000Gwh、新能源汽车渗透率50%’的数值来测算，2021年—2030年，全球镍消费量的复合增长率约6%—7%，动力电池行业镍需求的复合增长

率超过30%。”

今年一季度，镍价格曾一路呈上升趋势。“镍价波动”对新能源汽车产业会有哪些影响？陈俊全介绍：“在动力电池领域，三元锂电池是一种以镍钴元素作为正极材料，以锰盐或铝盐来稳定化学架构的锂电池。随着镍元素含量的升高，三元正极材料的比容量逐渐升高，电芯的能量密度也会随之提高，所以现在不少中高端电动车都采用了高镍电池，镍价上涨会对新能源汽车产业在一定程度上产生影响。”

在未来，大型企业因其具有充足的原材料储备和多重供应源可以减缓单一镍价增长所带来的压力，而小型企业可通过调整公司经营生产模式和规则来度过镍价波动。陈俊全最后表示：“应充分利用我国在全球市场的优势，全方位保障矿产资源安全，夯实国内基础，全球化布局战略矿产资源，积极响应‘走出去’战略，大力开发和利用海外镍矿资源，进一步优化我国镍业布局结构势在必行。”