



视觉中国供图

## 寻材问料

## 特殊结构气凝胶能从大气取水

科技日报讯（记者金凤）近日，在江南大学教授付少海团队联合福州大学教授赖跃坤团队进行的一项最新研究中，团队设计了一种核壳结构的气凝胶，通过对其结构的亲水、疏水性能的调节，可以选择性地捕获、释放水分子，同时截留水汽中的盐。该成果日前发表于国际期刊《物质》。

水资源短缺给人类的生产生活带来了巨大挑战。因此，大气水收集技术受到研究人员的广泛关注，特别是对于干旱沙漠或少雨地区，大气水收集成为获取淡水的有效方法之一。

此次研究中，团队设计了一种特殊结构的气凝胶。“我们在气凝胶的内层添加了吸湿盐氯化锂，这种材料能直接从大气中捕获水分子。当水分子在气凝胶内富集到一定程度时，会变成液态水。然而，气凝胶内部孔道的容积有限，随着吸湿时间的增加，其内部所捕获的液态水易发生渗漏，并带走一部分吸湿盐，从而导致样品的吸湿能力下降。为了防止吸湿盐的渗漏，我们在气凝胶的外层设计了一层由纤维素构成的多孔疏水壳层。”论文共同通讯作者付少海告诉记者，通过阳光照射，气凝胶外层的炭黑可以产生大量的热量，把内部的液态水转化成水蒸气释放出来。再借助其他设备，就可以将水蒸气转化为淡水。

这款气凝胶的关键在于多孔疏水壳层的孔径大小。如果孔径过小，水分子难以透过疏水壳层释放出来；如果孔径过大，则疏水壳层内部的吸湿盐会与其所捕获的液态水一同渗漏出来。经过计算，疏水层孔径在57纳米至1490微米之间时，气态的水分子可以顺利穿过疏水壳层，且疏水壳层内部的液态水不会发生渗漏。

“我们希望能将这种气凝胶应用到我国的干旱少雨地区。这些地区夜晚气温低、空气湿度相对较大，可以将空气中的水分子捕获到气凝胶中；而白天则可以利用太阳照射，从气凝胶中提取淡水。这些淡水可以用于农业生产灌溉，也可以尝试用在城市农场里。不过，目前这还只是畅想，如果想产业化，还有一段很长的路要走。”付少海说。

脉冲电流可改善  
复合材料抗冲击性能

科技日报讯（记者史俊斌）8月27日，记者从西北工业大学获悉，该校力学与土木建筑学院王富生教授团队提出了一种采用脉冲电流改善三维正交编织复合材料抗冲击性能的方法，并系统揭示了脉冲电流对正交编织复合材料冲击损伤的抑制机理。相关成果近日在线发表于国际期刊《自然·通讯》。

碳纤维/环氧树脂复合材料受到冲击载荷容易出现损伤，降低复合材料的承载能力。此前，对于提升复合材料抗冲击性能的方法多从材料改性、结构设计和制造工艺等方面考虑，但对改善复合材料的抗冲击性能仍存在局限性。

对此，王富生团队与合作者将编织物的结构特性与碳纤维的电磁特性相结合，提出了一种降低三维正交编织复合材料冲击损伤的策略。利用无线通信技术，研究团队设计搭建了落锤冲击试验机、电流源和数据采集设备等一体集成的实验平台，实现了脉冲电流和冲击力对正交编织复合材料的协同加载。研究结果表明，随着脉冲电流峰值从0A增加到110A，三维正交编织复合材料板的非弹性能量和残余变形分别减少了35.81%和47.64%。研究人员介绍，此项研究成果可以为提高复合材料在冲击载荷下的损伤容限提供新途径。

## 第六届新博会哈尔滨启幕

科技日报讯（记者李丽云）第六届中国国际新材料产业博览会（以下简称新博会）于8月29日至31日在黑龙江省哈尔滨市举办。展会由工业和信息化部、黑龙江省人民政府共同主办。

本届新博会以“合作共赢新机遇、创新激发新动能”为主题，旨在顺应当前国际新材料产业变革和技术升级发展大势，汇聚全球新材料发展的最新成果和观点，为产业界共享后疫情时代新机遇搭建“产学研用政金介才”对接平台，促进新材料产业和技术更高层次的开放、更高层次的合作、更高层次的创新，为我国乃至全球新材料产业高质量发展汇聚新动能、增添新活力。

大会活动主要包括“会、展、赛”三方面内容。在会议方面，“主场活动+延伸活动”总数超过40场。在展览方面，重点设置十大展区。其中，新时代十年成就展区将集中展示我国新时代十年新材料领域重要产品、技术等发展成果。国家制造业创新中心和先进制造业集群展区将重点展示石墨烯、轻量化材料、稀土材料等方面的国内最新成果。在大赛方面，将评选出新材料产品奖与新材料应用奖，助力新材料领域技术进步、应用创新、人才培养、产教融合。

高抗氨毒化燃料电池  
阳极催化剂研制成功

科技日报讯（记者吴长锋）8月27日，记者从中国科学技术大学获悉，该校高敏锐教授课题组研制出一种高抗氨毒化的镍基碱性膜燃料电池阳极催化剂，其在阳极含10ppm氨的膜电极组中，能保持95%的初始峰值功率密度和88%的初始电流密度，远超商业铂碳催化剂。相关成果日前发表于《美国化学会志》。

设计高活性、高抗氨毒化的新型阳极催化剂，是碱性膜燃料电池实用化亟须解决的难题。通常，过渡金属既可接受来自氨的电子，也能向氨反向供给电子，两者都能增强氨的吸附。研究人员认为，在高效氧化催化剂铂镍合金中引入比镍电负性小的元素，可以营造镍位点的富电子态，会排斥氨的孤对电子供给。

研究人员发现，将铂掺入铂镍合金，可以大大削弱氨吸附。测试表明，该催化剂在2ppm氨存在条件下电催化循环1万次性能几乎没有损失，而铂碳催化剂性能损失严重。在实际的碱性膜燃料电池中，以该催化剂作为阳极组装的器件在10ppm氨存在下可保留95%的初始峰值功率密度。相比之下，铂碳催化剂的功率输出则降低至初始值的61%。

光热膜材料在太阳光谱范围内应具有良好的吸光性，可最大限度吸收太阳光；具有粗糙的多孔表面，可降低对光的漫反射率和损耗，使膜表面能吸收到更多的太阳光；在光热膜下层设计良好的隔热层，可降低热量传递，减少能量损失。

## 光热膜：实现太阳光的高效热转化

◎本报记者 李禾

由太阳能驱动，通过光热转换产生水蒸气是一种高效、新兴的太阳能利用方式，在海水淡化、污水治理等领域具有广阔的应用前景。但太阳能在到达地球后，能量密度小又不连续，是低品位热源。将太阳能进行富集，转换成高品位热能，就需要利用光热材料与光热器件。而目前最具潜力的光热材料形式之一，就是光热膜材料。

什么是光热膜材料？光热膜材料通常具备哪些特点？除海水淡化外，光热膜还能应用于哪些领域？带着这些问题记者采访了相关专家。

## 光热膜材料是太阳能驱动水蒸发技术的核心

由于水对太阳能的吸收率低，在自然蒸发条件下，太阳能利用率低，蒸发速度比较慢。湖北大学材料科学与工程学院院长王贤保说，普通的太阳能光热转换采用的是太阳能集热管，像太阳能热水器对太阳光热的利用效能只有20%。

光热膜材料被认为是一种吸收太阳能并能将其高效转换为热能的膜材料，它是太阳能驱动水蒸发技术的核心。但是在通过光热转换产生水蒸气的过程中，部分光热能会不可避免地散失在空气、水等周围低温的环境中。

中国科学院青岛生物能源与过程研究所副所长江河清研究员说，光热膜材料在太阳光谱范围内应具有良好的吸光性，可最大限度吸收太阳光；具有粗糙的多孔表面，可降低对光的漫反射率和损耗，使膜表面能吸收到更多的太阳光；在光热膜下层设计良好的隔热层，可降低热量传递，减少能量损失。光热膜材料还应具有良好的水传输性能，比如具有丰富的亲水互连孔隙结构等，以保证水蒸发过程中水输送供应的顺畅。

常见的光热膜材料大致可分为无机材料、有机材料两类，无机材料主要包括金属纳米材料，如贵金属纳米颗粒、无机半导体材料、碳基材料；有机材料则包括有机小分子化合物及聚合物材料，如聚吡咯等。

“把无机或有机的光热材料，经过共混纺丝、表面涂敷、原位改性、材料组装等工艺环节处理后，就能制备成具有多孔结构的光热膜。”中国科学院青岛生物能源与过

程研究所副研究员宋向菊说，在水蒸发过程中，料液中的水经光热膜孔道的毛细管作用，传输到膜表面，处于膜表面的水吸收热量形成水蒸气，经冷凝后可以获得纯净的淡水。

## 为提升性能优化材料选择和结构设计

当前，光热膜材料在实际应用中，还存在能量损失、成本高、稳定性不足等诸多瓶颈与问题。比如光热膜材料在光热转换过程中会出现热传导和热辐射等情况，导致部分能量损失；某些光热膜材料在高温和强光照下，可能会出现腐蚀或降解，从而影响材料的长期稳定性和寿命。在海水淡化应用中，还存在盐析现象，也就是说，海水蒸发获得淡水的同时，凝结出的盐会吸附在光热膜表面，降低了膜对光的吸收、热转化的效率，从而降低了光热膜材料的水蒸发性能。

为此，科研人员在光热材料选择及膜结构设计上付出了诸多努力。比如为降低能量损失、提高光热转化效率，在膜下表面设计隔热层，同时对光热膜材料表面微结构，即表面亲疏水性、粗糙度等进行调控，一方面减少热量向水体传递，另一方面提高光的吸收率；此外，通过在膜表面构筑涂层或调控膜结构，显著提高了光热膜材料的稳定性。

近年来，江河清带领研究团队在改善光热膜的水蒸发性能方面开展了大量科研工作。比如在太阳光驱动水蒸发过程中，水体中的藻类、有机物会在光热膜中富集生长，造成膜污染，导致膜材料性能下降。团队为此设计开发了具有催化和光热特性的钙钛矿光热膜，通过高温催化降解污染物等，实现了光热膜的循环再生，延长了光热膜材料的寿命。此外，团队还开发了中空纤维阵列光热膜，可多角度吸收太阳能，显著提高了太阳光利用效率，提升了水蒸发性能；设计了具有不对称结构的Janus光热膜，利用光热膜下层的亲水特性，促进水向膜表面传输，同时利用光热膜表面疏水性，控制表面水的分布，从而控制随水传输的盐离子在膜边缘结晶、析出，不但解决了盐析问题，而且实现了盐的收集。

国内多家科研单位也在进行光热膜材料创新工作。比如中国科学院深圳先进技术研究院研究员喻学锋课题组以天然玄武岩为原料，设计制备出较为便宜、稳定且耐腐蚀的玄武岩纤维光热膜，在紫外线和近红外光谱范围

内，该光热膜显示出广泛的吸收性。王贤保团队将石墨烯气溶胶制备成一张“薄膜”，可随波漂浮在水面上。“这种石墨烯膜材料的光热转换效率高达94%，而传统商业光伏电池的能量转换效率仅有10%—20%。”王贤保说。

## 在清洁能源和可持续发展领域颇具潜力

除海水淡化外，光热膜材料在污水处理、空气加热和净化、光催化等多个领域也具有广泛的应用前景。比如将光热膜与超滤、纳滤、反渗透等传统分离技术耦合，可开发出新型膜分离技术，利用太阳能对原料水进行加热，降低水的黏度，促使水快速通过膜，从而实现水与有机物/盐的有效分离，并降低能耗。

“我们团队将光热材料引入聚合物分离膜，开发了兼具光热和分离功能的复合膜，将其应用于水和染料的分选，显著提升了水的渗透通量，并降低了能耗，表明其在染料废水处理中具有较好的应用潜力。”江河清说。

与光热膜处理污水的技术原理相似，光热膜还可处理空气中的污染物。江河清研究团队已开发出兼具光热和分离特性光热膜，将其应用到空气净化领域，能有效去除细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>），同时提升室内温度，达到提高生活品质的效果。

光热膜还可应用在光催化、能量存储、工业加热等领域。比如利用光热膜材料的光热转化能力，促进热解和催化反应，可制备出高价值化学品；在电催化领域，利用光热膜可实现高效电解水制氢等。

宋向菊表示，光热膜材料的产业化还在不断发展中，尽管一些先进的光热膜材料已在实验室中取得了良好效果，但要将其商业化并广泛应用于实际生产中，还需要突破技术和经济上的瓶颈，以确保光热膜材料的可持续性和可靠性。

光热膜材料在可再生能源领域具有巨大的潜力，其发展方向将主要集中在材料性能优化、多功能性应用、成本降低等方面。比如通过优化光热膜结构和组成、引入新的纳米材料，提高光热性能，以适应不同领域的需求；根据光照强度和角度，开发自适应追光的智能光热膜材料等。“随着科技的进步，光热膜材料将在多个领域中发挥更大的作用，为清洁能源和可持续发展作出新贡献。”江河清说。

（本报记者宋迎迎对此采访亦有贡献）

疏水性纳米纤维膜+亲水性纳米纤维膜  
让织物实现外防水内排湿

◎彭思聪 本报记者 王春

设想一下，当你穿着冲锋衣在山上攀登，享受运动的同时还能够保持肌肤的干爽，那么快乐的感觉会不会加倍？答案是肯定的。

现在，这种加倍的快乐或许即将成

为现实。东华大学俞建勇院士团队丁彬研究员、张世超研究员等人基于调控带电液体的喷射和相分离，开发了一种由疏水性纳米纤维膜和亲水性纳米纤维膜组成的纳米织物，为下一代防水透湿膜的开发提供了新思路。该研究成果日前发表在国际期刊《先进材料》上。

丁彬表示，纳米织物是由纳米级纤维组成的织物，具有一些独特的纳米性能。在这项研究中，研究团队开发出了直径约20纳米的纤维，并将该纳米纤维制成了纳米织物。

目前市场上高端的防水透湿膜面料主要是PTFE防水透湿膜，已经广泛应用于冲锋衣、登山靴、防护服上。“然而这种面料两侧均是疏水的，人体产生的汗液易在面料内部凝结，产生闷热感，穿起来也不是很舒适。”丁彬介绍，因此，团队的设计思路就是将疏水微孔纤维膜和吸湿快干纤维膜复合，同时实现防水和排汗这两个看似相悖的功能。

此次研发的纳米织物有两大特点。首先，该纳米织物由直径约20纳米的纤维组成，与普通静电纺纳米纤维膜的孔径(>1.5微米)相比，该纳米织物的孔径很小，仅为0.62微米，孔隙率高达78%，可以获得防水性、透气性以及热湿舒适性等良好的应用性能。

其次是该纳米织物采用类似于荷叶的疏水加亲水双层结构设计。织物表层是防水的面料，可以有效阻挡外部的液态水；内层是亲水快干的面料，可以吸收人体的汗液并迅速将其排放到环境中，从而保持人体皮肤干燥。



由疏水性纳米纤维膜和亲水性纳米纤维膜组成的纳米织物。

受访者供图