



# 魔方“转”出新材料

■本报记者 张楠

对于魔方,不仅数学家情有独钟,现在也成了材料学家的灵感之源。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所(简称宁波材料所)研究员黄庆团队,通过“化学剪刀”辅助的化学插层策略,为精确调控 MAX 相和 MXene 材料的原子构筑提供了新路径,丰富了目标物质的元素组成和微观结构。相关研究近日发表于《科学》。

而这一成果,来自曾被认为“失败”了的实验。

## 玩转“魔方”的人

魔方是近年来颇为流行的益智玩具。如果把每个方块都标识为一种元素,那么 MAX 相三元材料刚好可以由并列的 3 个方块组成,恰好就像一个 3 阶魔方。

MAX 相指一类具有六方晶体结构的非范德华层状材料,其中 M 主要为前过渡族金属,A 主要为 III A 和 IV A 主族元素,X 为碳、氮或硼。

由于兼具金属材料与陶瓷材料的特性,MAX 相材料作为一种优异的结构材料在高铁电弓、高温加热元件、涡轮机叶片、高温隔热罩、耐磨涂层等应用领域展现出广阔前景。

在抽掉 A 位原子层后,MAX 相材料衍生为一种新型的、二维的碳氮化物材料 MXene,具有与石墨烯相似的原子排列方式。其在光电器件、电化学储能、电磁屏蔽、表面催化、分离膜等领域有极大应用潜力。

黄庆曾经在组织专业论坛时,给来自全球的参会者发了特制小礼物“MAX 相魔方”,任由每个人发挥创造力。“没准谁就打开思路取得新突破了呢。”

黄庆就是那个打开思路的“谁”。他喜欢玩魔方,玩着玩着,从魔方的结构找到灵感,提出了“MAX 相魔方”的概念和研究方法,通过扭转“魔方”的方式,可以创制出更多常规合成路径无法实现的新型 MAX 相和 MXene 材料。

## 二维? 三维? “化学剪刀”来互造

“魔方”上元素不断变换组合给了材料研究无穷的想象力。为了让这些想象成为现实,

黄庆团队提出了以“化学剪刀”辅助的 MAX 相和 MXene 的结构编辑策略。

这种策略需要首先转动“魔方”的中间方块——利用路易斯酸络合和还原性金属作为“化学剪刀”,打开 MAX 相或 MXene 的层间,然后将特定“方块”放入“魔方”中间——引入金属原子、阴离子等不同的客体插层物质,来进行层间插层。

“我们可以想象‘魔方’在扭转过程中,元素或色块不断离开原有位置,这代表着刻蚀的过程;新元素、新色块重新组合成 3 阶‘魔方’代表着同晶置换反应过程。”黄庆告诉《中国科学报》。

通过结构编辑的方法,研究人员一方面可以得到一系列 A 位元素含有铝、镓等传统元素或者铋、铁、铂等非传统元素的 MAX 相材料。而非传统 A 位元素,如磁性元素和贵金属等的引入,则有望将 MAX 相材料的研究从高温结构领域拓展到功能应用领域,比如磁性、光电、催化、超导等。

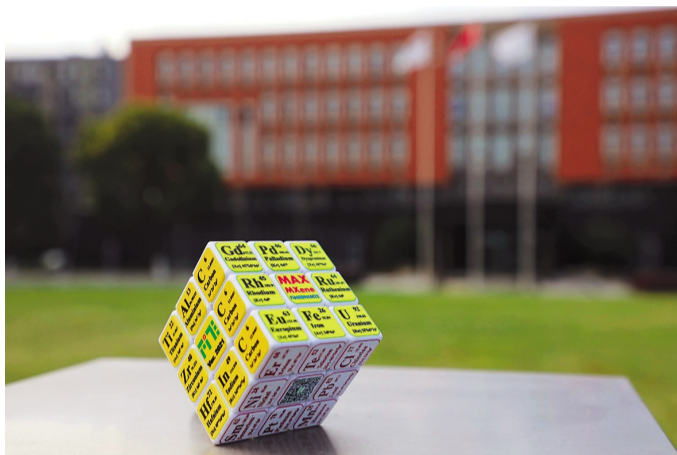
另一方面,通过制成端基为卤素、硫属和氮族元素的 MXene 材料,有望促进 MXene 在催化、储能、电磁屏蔽等领域的应用。

《科学》审稿人认为,“化学剪刀”方法实现了“不同 MAX 阶段和 MXene 之间的相互转化,是 MXene 的突破”。

黄庆解释称:“以往的研究只是从三维的 MAX 相向二维的 MXene 转化,这次实现了二维向三维转化,为非范德华和范德华层状材料的原子构筑提供了新思路。”

## 在“失败”中坚守

“看来‘魔方’玩得好,MAX 相才能做得好。”谈及一直关注的 MAX 相研究,中国科学院院士柴之芳笑言,“不过,科研人员能够独辟蹊径,开辟二维 MXene 向三维 MAX 相转换的路径,归根到底还是多年科研积累赋予的灵感。”



MAX 相魔方。

宁波材料所供图

2010 年,黄庆回国没多久,柴之芳就邀请这位“新人”作会议报告。直到 2019 年,黄庆才发表 MAX 相的原创性成果。黄庆从未想过放弃,柴之芳也始终给予他学术上的支持和帮助。

研究能否取得成果,有时靠运气,但不坚持一定没有收获。

“在做置换实验的时候,由于 MAX 相结构没有发生变化,它的衍射峰不会有太大变化,很难观察到表征的改变。我们以为实验没有成功。”黄庆很庆幸,“在后续工作中,偶然的情况下我们进行元素分析,才发现 A 位的元素已经置换了。”

“今年全国两会期间,代表委员热议加强基础研究。”柴之芳同样呼吁,要为基础研究提供更大的支持和更宽松的环境,以及更多元化的评价机制,以帮助科研人员沉浸于长周期研究,实现重大原始创新。

“这把‘剪刀’挺魔幻,但目前还是阶段性成果。”柴之芳有更多的期待,“‘剪刀’能否磨得再光亮一点?‘剪’出的材料性能是否更稳定、更丰富?是否可以通过材料基因工程技术让‘剪刀’具有认知功能,让它‘活’起来?”

他希望,未来能有更多的材料涌现出来。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/science.ad45901>

# 一位女“青稞”的科研与健康保鲜“秘诀”: “干点让自己不舒服的事”

■本报记者 冯丽妃

眉眼弯弯,皮肤白皙,田焯的笑容透着温柔清秀,行事说话间又有一股飒爽劲儿。

看起来比实际年龄小很多的田焯已经是中国科学院大学的一名优秀博导,担任中科院遗传与发育生物学研究所(以下简称遗传发育所)研究员已有 6 年。

“我保持年轻的‘秘诀’是干点让自己不舒服的事。”田焯笑着对《中国科学报》说。

这也是她十余年来科研之路上破茧成蝶的心路历程。

## 想要活得好,就要“忍人所不能”

从事衰老研究,田焯自然会接触到一些延缓衰老或保持健康的前沿研究,也多少会把一些信息延伸到生活里去。

一周两三次长跑,吃饭七八分饱,很少喝高糖饮料……她一直保持着这些习惯。

“很多长寿机制都是通过诱导轻微损伤让机体产生应激效应而实现的。”田焯举例说,饥饿会让人不开心,对细胞产生压力;锻炼比躺着辛苦,还会给身体造成轻微损伤。但在这些胁迫状态下,身体会产生适应性调节机制,诱导抗压或修复通路,在一定程度上可以修复衰老过程中产生的损伤,从而适当延缓衰老。

“所以想要活得好,就要忍人所不能。”她笑言。

田焯主要聚焦与线粒体有关的衰老研究。线粒体不仅是细胞能量供给中心,还是调控衰老以及影响神经退行性疾病的重要细胞器之一。她和团队的研究主要聚焦两个问题,即如何延缓衰老,怎样才能健康衰老。

就像跑步、饥饿一样,田焯表示,轻微的线粒体损伤可以诱导寿命延长,但这种损伤自修复有一定的限度,只有轻微损伤带来的应激反应才可能起到正向效应。

“人们经常认为衰老是成年以后的事。实际上,从早期发育开始的很多压力应激效应会持续到成年,所以不要想着没成年就随便‘造’。”田焯说。

有意思的是,研究团队发现,神经元的线粒体应激可以诱导压力应激的跨代遗传,让后代不经历压力胁迫就能获得更多的线粒体 DNA,从而获得更强的抗逆能力和更长的寿命。

“我们的研究表明,一些神经元可能控制着全身的线粒体应激和衰老,这样就可以‘四两拨千斤’,以更小的代价通过干预局部细胞内的特异通路,实现抗压、抗衰老的效果。”她说。

相关研究先后发表于《细胞》《自然-细胞



受访者供图

生物学》《发育细胞》等期刊,为深入了解线粒体应激信号调控衰老提供了新见解,也为靶向神经元促进机体健康衰老提供了理论基础。

田焯因为这些突出成果获得国家自然科学二等奖等诸多荣誉。

## 这不是一条繁花似锦的路

田焯形容自己搞科研是个“慢热”的过程。她本科毕业于北京师范大学(以下简称北师大)生物系,2005 年成为北师大与当时刚成立的北京生命科学研究所(以下简称北生所)的一名联合培养直博生。2010 年毕业后她进入美国圣克拉克生物研究所和加州大学伯克利分校做博士后,并在 2016 年加入遗传发育所。

“从进入北生所后我才真正开启了科研生涯,开始了探索性的科学实验。”田焯说。

最初,这于她并不是一条繁花似锦的路。

(下转第 2 版)

致敬科学家  
建功新时代



近日,中国计量大学生命科学学院教授金园庭研究团队在浙江省舟山群岛发现了一蛙类新物种。据考证,目前该物种在我国仅在舟山群岛不同岛屿广泛分布。该发现登上了最新一期《亚洲两栖爬行动物学》。

据了解,该新物种的近亲国际上俗称为“稻米蛙”,在中国各地则有很多不同别称,如椰蛙、乌蟻、虾蟻仔等。考虑分布区属地来源分类命名规则,该新物种从学术上较适合的命名应为舟山陆蛙。研究人员表示,现今地球物种灭绝速度是历史平均速度的 1 万倍,30% 多的两栖动物正在经历灭绝风险,很多物种在被人类科学认知之前就已永远消失了。图为金园庭团队发现的蛙类新物种。

本报记者陈彬、通讯员林上军报道,中国计量大学供图

# “三高”近红外钙钛矿 LED 问世

本报讯(记者王敏)近日,中国科学技术大学教授崔林松课题组与英国剑桥大学教授 Neil C. Greenham 团队合作,实现了兼具高亮度、高效率和稳定性的近红外钙钛矿 LED。器件峰值外量子效率高达 23.8%,并且在 1000 毫安/平方厘米的电流密度下,器件的外量子效率仍能超过 10%,表现出了超高的效率稳定性。在脉冲工作模式下,当电流密度高达 4000 毫安/平方厘米时,器件的外量子效率仍超过 16%,并且辐射亮度达到 3200 瓦特/(球面度·平方米),器件预期寿命可达 5 万小时以上,器件性能达到国际领先水平,解决了该领域重要难题。相关研究成果近日发表于《自然》。

“发光亮度、外量子效率和稳定性是决定钙钛矿 LED 走向商业化应用的关键指标。然而,目前报道的大多数近红外钙钛矿 LED 总是存在高亮度时效率太低、高效率下亮度太低的矛盾。如何在高亮度的同时保持高效率和稳定性是钙钛矿 LED 领域亟须解决的难题,也是制约其商业化应用的关键技术瓶颈。”崔林松介绍。

在此次研究中,研究团队设计开发了一种多功能分子稳定剂 2-(4-甲磺基苯基)乙胺(MSPE),用来精准调控钙钛矿材料的光电性能、晶体结构和形态学性质,大幅提升钙钛矿 LED 在高亮度下的效率和稳定性。一方面,MSPE 通过氢键和配位键与钙钛矿中的组分相互作用,有效调控钙钛矿的结晶生长过程,提高了薄膜的结晶性和晶粒的规整性,实现对钙钛矿表面/界面缺陷有效钝化,大幅提升钙钛矿薄膜的发光效率和发光均一性;另一方面,MSPE 分子间通过氢键诱导形成自组装结构,抑制了传输层界面低能态的形成,消除了传输层界面到钙钛矿材料发光的淬灭。

得益于 MSPE 对钙钛矿和传输层界面的协同

钝化效应,研究人员实现了高亮度、高效率和稳定性的近红外钙钛矿 LED。器件峰值外量子效率高达 23.8%,并且在 1000 毫安/平方厘米的电流密度下,器件的外量子效率仍能超过 10%,表现出了超高的效率稳定性。在脉冲工作模式下,当电流密度高达 4000 毫安/平方厘米时,器件的外量子效率仍超过 16%,并且辐射亮度达到 3200 瓦特/(球面度·平方米),器件预期寿命可达 5 万小时以上,在当量外量子效率超过 20% 的近红外钙钛矿 LED 中辐射亮度和稳定性都处于领先水平。

崔林松表示:“在高亮度下,实现高效、稳定的钙钛矿 LED 是迈向商业化的关键一步。”

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-023-05792-4>

# 全球约 20 亿人饮用水不安全



本报讯 3 月 22 日是“世界水日”,联合国教科文组织和联合国水机制在当日发布了最新一期《联合国世界水发展报告》。该报告指出,全球约有 20 亿人无法获得安全饮用水。

该报告主要作者 Richard Connor 表示,城市人口增加、农业扩张、废水处理基础设施缺乏以及气候变化都是导致上述情况发生的原因。

报告发布之际,自 1977 年以来首次举行的联合国水事会议召开。该会议是确保世界上每个人到 2030 年都能获得安全饮用水的重要活动,而这正是联合国 2015 年通过的可持续发展目标之一。Connor 指出,目前的用水状况严重偏离了该目标。他认为需要在提供水和相关供应服务方面将目前的进展速度提高两倍,才有可能实现上述目标。

报告发现,在过去 40 年里,全球水需求每

年增长 1%,未来 30 年将继续以类似速度增长。“这种需求增长主要集中在新兴经济体和低收入国家。”Connor 特别强调,预计到 2050 年,城市用水需求将增加 80%。数据显示,全球面临水资源短缺的城市人口预计将从 2016 年的 9.33 亿人增加到 2050 年的 24 亿人,印度预计是受影响最严重的国家。

报告发现,废水处理基础设施建设跟不上需求的增长。全球 80% 的废水未经处理或重复利用就流回环境中。因此,至少有 20 亿人使用被粪便污染的饮用水,面临感染霍乱等各种疾病的风险。

气候变化可能会使清洁用水的获得变得更加困难。Connor 说,世界上将有更多地区经历季节性缺水,目前已出现该问题的地区缺水情况将变得更加严重。

报告还发现,全球 46% 的人口(36 亿人)缺乏安全处理人类排泄物的厕所。Connor 说,世界各地缺乏饮用水和卫生设施的原因是政治意愿和优先事项设置存在问题。“水往往更多地被视为一个社会或环境问题,因此没有得到足够的政治关注。”



索马里数百万人正遭受严重干旱的影响。图片来源:Getty Images

Connor 希望,联合国 2023 年水事会议能围绕水制定更现实的目标,并形成有约束力的协议,让各国履行责任。

“解决缺水问题没有灵丹妙药。需要大家团结起来,加强整个供水和卫生系统建设。”水援助组织的 Claire Seaward 说。(辛雨)

# 今年以来最强沙尘天气侵袭北方

本报讯(见习记者辛雨)受冷空气影响,今年以来最强沙尘天气过程侵袭北方。3 月 21 日至 22 日晨,北方多地出现扬沙或浮尘天气,内蒙古中东部、河北西北部、北京等地出现沙尘暴,局地 PM10 超过 2000 微克/立方米,能见度明显降低。

中央气象台发布沙尘暴黄色预警:3 月 22 日 8 时至 23 日 8 时,新疆南部、青海北部、甘肃中南部、宁夏、内蒙古大部、陕西大部、山西、河北、北京、天津、黑龙江中西部、吉林中西部、辽宁、山东、河南、江苏北部、安徽北部、湖北北部等地部分地区有扬沙或浮尘天气;其中内蒙

古东南部、北京、天津北部、河北中北部等地部分地区有沙尘暴,局地有强沙尘暴。

中央气象台首席预报员张涛介绍,之所以出现大风沙尘天气,是因为当前大地回暖,而春季又恰好是冷空气大风频发的季节,日晒使得地表松动。因此,当强风经过蒙古国和我国内蒙古西部、甘肃等地的沙源地时,会将沙尘卷到空中,随着低空气流向东向南传输,影响内蒙古以东、以南等区域,形成大范围大风沙尘天气。

今年春天的沙尘暴怎么这么多?张涛介绍,今年 3 月以来我国已经出现 4 次沙尘天气过程,对于 3 月来说属偏多情况。但对整个春

季来说,沙尘天气是否偏多,还需要关注 4 月、5 月的天气情况。

张涛表示,大范围大风沙尘天气会导致能见度降低,给交通出行等带来不利影响,建议做好交通安全管理,防风加固和人体健康防护等,并注意防范森林草原和城乡火灾。

专家建议,公众及时关闭门窗;注意佩戴口罩、纱巾等防尘用品,以免沙尘对眼睛和呼吸道造成损伤;做好精密仪器的密封工作;把面板、棚架、临时搭建物等易被风吹动的搭建物固定好,妥善安置易受沙尘影响的室外物品。此外,由于能见度较低,驾驶员应控制车速,确保安全。

科学网客户端全新上线



更多科教资讯  
扫描二维码下载查看