

一 所 一 人 一 事

李昂：找到既能制冷又能储热的新材料

■本报记者 沈春蕾

从美国到日本再到回国，从磁卡制冷到压卡制冷，从零碳制冷到可控储热……这些年来，中科院金属研究所(以下简称金属所)“80后”研究员李昂一直在寻找节能环保的制冷和储热材料。

日前，第十七届中国青年科技奖揭晓，李昂成为100名获奖者之一。据了解，该奖旨在表彰在国家经济发展、社会进步和科技创新中作出突出贡献的青年科技人才，年龄要求不超过40岁，评选周期为两年。

李昂在接受《中国科学报》采访时表示：“能够获奖很不容易，我们瞄准‘碳达峰、碳中和’这个方向做出了有意义的工作，将制冷与储热材料完美结合。”

无心插柳成荫

2012年，李昂在金属所获博士学位。那时候他的研究方向是磁卡制冷，即利用磁性材料的磁热效应实现制冷。磁热效应是指外加磁场发生变化时，磁性材料的磁矩有序排列发生变化，导致材料自身发生吸热和放热的现象。

博士毕业后，李昂赴美国弗吉尼亚理工大学从事博士后研究工作。

“我的导师是当时美国中子散射协会主席，在她的指导下我接触到美国橡树岭国家实验室的散裂中子源，开始尝试运用高压中子散射、同步辐射X射线散射等手段研究晶体材料，这个方向非常前沿。”李昂说，“从磁卡制冷向压卡制冷研究方向的转变并不是刻意为之，可谓是无心插柳成荫。”

国外的学习和工作为李昂在此前从事的无序晶体材料研究方面打开了新思路。

2015年至2018年初，李昂前往日本散裂中子源(J-PARC)中子谱学组工作，主要利用先进的非弹性中子散射谱仪研究结构无序的功能材料。



李昂

受访者供图

2018年回国加入金属所后，李昂组建了沈阳材料科学国家研究中心中子散射研究组，从事原子、分子及磁性无序材料的中子散射研究，并有了意外发现。

“我们找到了全新材料。该材料不仅可以实现零碳制冷，消除制冷领域的环境危害，还可以实现余热的收集和再利用，达到降低碳排放、提高能源利用率的目的。”李昂表示，这种材料既能制冷又能储热。

压卡制冷见曙光

联合国发布的统计数据显示，全球每年25%~30%的电力被用于各种制冷应用。在当今社会生产和生活的各个领域，制冷技术均起到了至关重要的作用。

李昂指出，当前我国高端制冷压缩机技术仍然欠缺，探索新的制冷技术方案有

望从根源上解决该技术领域的“卡脖子”问题。

近年来，寻求绿色、环保、低能耗的替代制冷方案，已经成为学术界和工业界共同努力的方向。

研究发现，固体材料相变(指固、液、气不同相之间的相互转变)过程伴随巨大的吸热或放热效应，基于固态相变热效应的制冷技术被认为是最有希望取代传统气体压缩制冷的技术方案。

但是，这类方案中的固体材料的性能与液态制冷剂相比存在巨大差距，成为限制该技术走向应用的瓶颈之一。

中子散射研究给李昂带来了新思路，他开始尝试寻找新的固体材料，以打破现有瓶颈。他带领团队围绕如何提高固态相变制冷材料的性能展开深入研究，最终发现一种塑料材料。

“我们通过中子散射技术观察发现，塑料材料的分子在不停随机转动，处于高能状态。”李昂介绍，由于这些材料特别软，施加一个很小的压力，这些转动就会被抑制，材料变成低能状态，从而释放出大量的热量。

李昂将这种通过较小压力诱导出的显著相变制冷效应命名为压卡效应。上述塑料材料展现的正是压卡效应，即压力引起相变的冷却效应，相关研究成果2019年发表于《自然》。

利用塑料材料作为介质，李昂带领团队研制了首个压卡制冷样机。

“塑料材料所需驱动压力小、成本低，因此可以作为新型制冷材料。”李昂说，“我们的研究为下一代固态制冷技术的发展提供了新思路，有望大幅度提高制冷效率。”

凭借这一成果，李昂获得了日本中子学会授予的2019年学会奖励，这是日本中子学会第一次将该奖励授予日本以外的科学家。

变换角度和维度

这些年来，在研究制冷技术的同时，李昂也在思考如何才能高效回收利用产生的热能。

国际能源署的统计数据表明，初级能源约有31%用来生产热能，其他能源利用过程中又有28%的初级能源以热能的形式被浪费。与此相对的是，热能的生产直接贡献了30%的碳排放。

“虽然热能如此丰富，但人类对热能的利用还十分有限。主要原因是热能收集效率低、无法长距离运输、温度和时间等无法有效调控。”李昂解释道，如果将浪费的热能加以回收利用，不但可以减少能源消耗，还可以降低碳排放。

李昂再次想到了塑料材料。他通过实验发现塑料材料中有一类材料在80摄氏度左右开始存储热量变成固态，回到室温保存后，施加约6MPa的微小压力(相当于人手捏物体的力)就可以诱发塑料态向常规晶体状态转变，瞬间释放出所存储的大量热量，20秒内温度可以升高近50摄氏度。

李昂将塑料材料的这一特性概括为，加热吸收热量、冷却锁定热量、加压释放热量。

在上述研究的基础上，李昂团队设计了压卡热电池。他透露，压卡热电池可以实现低品位余热的回收、长时存储、长距运输和可回收再利用，总能效为92%。这项成果即将在《科学进展》公开发表。

虽然冷热是一对矛盾体，但李昂的研究不仅打破了冷热对立的束缚，还拓宽了新的研究思路。而能够产出上述成果，他认为关键在于变换角度和维度。

近3年来，因为研究实验需要，李昂都是把样品寄给合作者，利用国外的谱仪完成相关实验。李昂希望中国散裂中子源二期工程早日建成，这样就不用再出国做实验了。

发现·进展

中国科学技术大学

研制出全天然仿木气凝胶

本报讯(见习记者王敏)中国科学技术大学俞书宏院士团队利用天然生物质和天然矿物原料，制备了一种具有优良隔热和耐火性能的全天然仿木气凝胶。相关成果近日发表于《德国应用化学》。

木材是一种用途广泛的材料，具有低密度、低导热、机械性能良好以及可持续性等特点。近年来，基于对木结构的认识，各种具有独特物理性能的仿木材料被开发出来，比如具有优良保温性能的气凝胶。但是基于塑料和树脂的仿木气凝胶由于生物降解性差，会导致废物积累，从而造成严重的环境问题；而基于现有纳米结构单元的仿木气凝胶则受到可持续性不足和成本高的限制。因此，开发低成本、低能耗、环保的新型构筑单元将对仿木气凝胶的发展起到至关重要的作用。

俞书宏团队采用巧妙的表面化学调控方法，成功实现了在温和条件下活化微米尺度的木屑颗粒表面，从而暴露出纤维素纳米纤维。这些颗粒表面的纳米纤维能够显著增强颗粒间的相互作用，于是研究人员结合单向冷冻技术成功构建了强韧耐用的仿木气凝胶。这种气凝胶有着与天然木材类似的取向通道结构，可以大大降低气凝胶的热导率，使其具有17.4毫瓦每米开尔文的超低热导率，优于现有纤维素基气凝胶材料和各类商用海绵。而天然黏土纳米片的加入使这种气凝胶的耐火性能有了很大改善，可以承受1300摄氏度的火焰，至少在20分钟内不会被烧透。

研究人员认为，这种全天然仿木气凝胶的隔热和防火性能均优于天然巴沙木和大多数商用海绵，有望成为现有商业隔热材料的理想替代品。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/anie.202211099>

复旦大学附属肿瘤医院

抗肿瘤免疫靶点选择有了新方向

本报讯 复旦大学附属肿瘤医院教授陆雪官团队采用单细胞RNA测序技术首次揭示，在人乳头瘤病毒(HPV)相关口咽癌内，存在一类兼具激活与耗竭表型的CD161⁺细胞毒性T淋巴细胞(CTL)亚群，其产生与HPV感染密切相关。相关研究近日发表于《癌症免疫学研究》。

在HPV相关口咽癌中，病毒源性癌抗原的存在使其肿瘤微环境的免疫表型别具特色，在调动众多固有免疫及适应性免疫相关细胞及效应分子的同时，也诱导了大量免疫抑制成分，这种既活化又抑制的现象与预后密切相关。但人们尚不清楚HPV通过何种细胞塑造这一免疫特征，以及通过何种互作方式影响HPV相关口咽癌的抗肿瘤治疗效应。

通过与HPV阴性口咽癌配对的单细胞转录组测序，陆雪官团队在HPV阳性患者中鉴定出可被HPV相关抗原所诱导的CD161⁺CTL亚群，并证实CD161的表达赋予该亚群激活与耗竭表型。与终末耗竭T细胞不同，CD161⁺CTL的细胞毒作用可通过阻断免疫检查点而显著强化，发挥强大的抗肿瘤作用。

研究者猜想，CD161⁺CTL亚群的存在一定程度上体现了HPV相关口咽癌“热肿瘤”的特性，可能部分解释了其预后良好的原因。为进一步佐证猜想，团队开展临床验证，发现CD161⁺CTL较CD161⁻CTL具有更强的免疫应答功能，其T细胞功能耗竭可通过免疫检查点阻断有效逆转，且肿瘤内CD161⁺CTL浸润程度与治疗反应和生存率正相关。该研究为HPV相关口咽癌治疗敏感性的预测，以及未来抗肿瘤免疫靶点选择提供了新方向。(张双虎 黄辛)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1158/2326-6066.CIR-22-0454>

教育部与中科院联合启动“特色科学教师研修班”开班仪式在中科院深圳先进技术研究院举行。

“特色科学教师研修班”由中科院行政管理局、院属科研院所和相关省份教育行政部门共同组织实施。2023年“特色科学教师研修班”计划在北京、上海、深圳、昆明等4个城市开展6期培训，每期有50名中小学科学教师参加为期5天的特色研修，形成的课程资源通过国家智慧教育公共服务平台向全国中小学教师开放。

“特色科学教师研修班”依托中科院科教资源，让中小学骨干科学教师走进科研院所，邀请相关领域科学家作科学研究报告和科普工作报告，带领学员参观相关专业领域的实验室、科学装置、野外台站等，在真实或仿真条件下开展现场教学讲解、课题探究和实验体验，让参训教师了解国内外科技前沿发展动态，掌握科学研究方法，感受科学家精神，提升科学思维和科学教育教学活动的设计、组织实施水平。

首期研修班以“科学行走 遇见IBT”为主题，内容涉及“元宇宙”“碳中和”“合成生物学”“脑科学”“机器人”等领域。课程内容突出IT(信息技术)、BT(生物技术)两大特色，设计参观、课题探究和实验体验课程，将为参训学员在科学教育课程设计方面带来启发，同时还将建立科学教师专业发展档案，形成学校或个人科学教育报告材料，进行长期动态跟踪。据了解，深圳首期研修开班后，北京、上海和昆明3个城市的其他5期研修班将陆续开班。中科院力学研究所、动物研究所、自动化研究所、上海天文台、昆明植物研究所将带领科学教师分别开展“力学：从STEAM教育到重大工程应用”“生命科学的奥秘”“人工智能赋能未来”“天文与宇宙探索”“生物多样性(植物资源保存、开发与利用)”等主题的课程，走进空天飞行与轨道交通实验室、国家标本资源库、国家动物博物馆、多模态人工智能系统实验室、天马望远镜观测基地、VLBI数据中心、中国西南野生生物种质资源库、植物标本馆等进行现场教学。

教育部与中科院联合启动“特色科学教师研修班”



口蘑属各组模式种或代表种个体照片。

昆明植物所供图

松茸搬“新家”了

本报讯(记者高雅丽)中科院昆明植物研究所真菌多样性与分子进化专题组人员与德国同行合作，对口蘑属的分子系统发育关系进行了研究。松茸、假松茸、栗褐口蘑、巨膜口蘑等具有较高经济价值的物种从此前隶属的真环口蘑组搬到了“新家”——松口蘑组。该研究近日发表于真菌学经典杂志 *Persoonia*。

松茸(松口蘑)隶属于口蘑科口蘑属，因其食用价值而家喻户晓。口蘑属成员均为外生菌根真菌，与松科、壳斗科、桦木科及杨柳科等植物形成共生关系，在维护森林生态系统的健康和稳定中起到重要作用。但是，该属真菌内部的系统亲缘关系依然存在争议，科学界和生产实践中都急需一个有可靠分子证据支撑、能反映该属进化关系的较自然的分类系统。

研究人员通过单个片段(ITS)5个片段以及50个片段的核苷酸序列分析，对口蘑属的分子系统发育关系进行了研究。结果表明，ITS单片段序列可用于界定口蘑属的大部分物种，5个片段序列的联合分析可用于识别该属各组并解析部分组之间的亲缘关系，而50个片段序列的联合分析能够很好地解析属内各组间的系统亲缘。基于50个分子片段首次构建的分子系统发育框架，结合形态特征，该研究提出了口蘑属4亚属11组的新分类系统，包括新亚属棕灰口蘑亚属、新组松口蘑组和福卡口蘑组等。该研究还发现，皂味口蘑亚属应归入口蘑亚属，真环口蘑组和巨膜口蘑组并入原发口蘑组。

相关论文信息：<https://doi.org/10.3767/persoonia.2023.50.01>

澄江动物群发现现代环节动物

■本报记者 陈彬

中国西北大学地质学系教授张志飞课题组联合英国杜伦大学马丁·史密斯，对寒武纪早期澄江化石库中的澄江拟管虫化石进行研究，发现该化石为地球已知最早的隐居型环节动物(环节动物门多毛纲下的一个亚纲)。该发现将环节动物冠群类——蛭介虫目的化石记录前推至少2亿年。相关研究近日发表于《英国皇家学会会刊B》。

在生物谱系上，所谓“冠群”即指所有现存类群成员的最近共同祖先及其后裔。与之相对的则是“干群”，即在冠群之外，但又与该冠群有更密切谱系关系且已绝灭的生物类群。

该研究还发现，有些现存动物门类的大多数类型，如环节动物，可能并不在特异型化石保存(指化石保存状况好，一般生物的器官构造和软组织都能保存)的环境中繁盛或生活。因此，特异型化石库并不能完全揭示地球生命演化的历史过程，还需其他环境化石的约束和补充。这为进一步探索现存动物类群的化石空白提供了新思路。

据介绍，地球生命有38亿年的历史。长期以来，相关研究认为寒武纪生物大爆发诞生了地球动物树的基本框架，衍生了现代动物门类的根，至4.8亿年后的奥陶纪，各门类的纲、目、科、属、种不同动物类群才大量出现，地球动物树才开始枝繁叶茂。目前地球

上的动物大概有38个门类。

这其中，环节动物作为现代重要的动物门类，在海洋和陆地上都十分常见，比如大家熟悉的蚯蚓、沙蚕和蚂蟥。

之前有研究认为，环节动物出现在寒武纪早期，主要隶属环节动物干群或者古环节动物亚门。据最新研究，环节动物门存在或起源于隐居型祖先，现代的扇毛虫(俗称馒头虫)就属于这个类群，但缺乏早期化石记录。

澄江拟管虫1997年被发现于我国云南澄江化石库。由于其身体前部有成圈的刺状结构，澄江拟管虫被认为是最早的帚虫动物，但一直缺乏系统描述和研究。

利用西北大学早期生命研究所长期积累的15枚标本，张志飞团队对澄江拟管虫化石进行了重新研究。他们发现，该动物呈蠕虫型，包括圆柱形的躯干和可伸缩的前区，即吻部。吻的基部周围长有束状长刺，绕躯干前部周围环状分布。吻部可收缩和膨胀。膨胀时表面有明显的瘤突，收缩后瘤突通常不可见。

澄江拟管虫因为身体前发育成圈的刺而被解释为最早的帚虫，新的研究发现这些刺与帚虫的触手不同，是束状和棒状分布的，可以伸缩，并内卷到身体前端。身体前端有发育伸长的吻部，吻部上长有成对的瓣用于取食。这些与现代扇毛虫类最为相似。

张志飞告诉《中国科学报》，现代的扇毛

寒武纪澄江拟管虫的模拟复原图 西北大学供图



虫在海底表面沉积取食，其肠道分布与澄江拟管虫的肠道形态比较一致。

除了化石形态上的对比外，该研究还整合了现代环节动物的形态和分子数据进行支序分析。所有分析都高度支持澄江拟管虫+扇毛虫分支，表明该化石代表地球已知最早的扇毛虫。

“对扇毛虫类的分析结果表明，澄江拟管虫属于高度演化的冠群环节动物，隶属于隐居型的丝虫中的扇毛虫。”张志飞表示，因为扇毛虫系统位置较高，其他谱系类群在它们出现前应该已经发生辐射，据此推测，环节动物的诸多类群在澄江动物时期已经高度多样化。

张志飞表示，如果推测冠群环节动物在寒武纪多样性已经很高，但其化石却十分稀少，这似乎存在矛盾。究其原因，一种可能是冠群环节动物生活的环境并不适宜特异型

化石保存。果真如此，那么证明寒武纪特异型化石库保存的化石类型并不能完全代表寒武纪全部的生命群落面貌。

此外，对澄江拟管虫的研究将环节动物的辐射从分子生物学研究推测的奥陶纪，前推到地球显生宙的起始——寒武纪大爆发时期，表明环节动物冠群类原口动物在寒武纪第三阶之前已经大量出现。该研究首次将环节动物亚门的祖先前推至寒武纪早期。

该研究进一步支持了中国科学院院士舒德干提出的地球动物树三幕式成型新假说，即地球动物三大亚界、四大超门在5.6亿至5.2亿年前的寒武纪—寒武纪界限附近以基础动物、原口动物和后口动物三幕式依次出现的过程，显现了寒武纪大爆发的突发性和阶段性的特点。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2014>