



潘承洞：向数而行 心有大国

■本报记者 廖洋 通讯员 张雨琛

对很多数学家来说，数学研究就是一场“有”与“无”的博弈。在博弈结束前，无人能知道结局。

1980年，山东大学原校长、著名数学家潘承洞与同为数学家的胞弟潘承彪共同出版专著《哥德巴赫猜想》，全面总结了哥德巴赫猜想自1742年提出之后的研究发展，特别是近60多年来的最新成就。此书是了解和研究哥德巴赫猜想的必读书，受到国内外数学界的高度评价。

近日，潘承洞先生诞辰90周年纪念大会在山东省济南市举行。山东大学党委书记任群说：“潘承洞先生所展现的‘心有大国、至诚报国’这样一种家国情怀、理想信念，正是科学家精神与教育家精神的共通之处。我们敬仰他、怀念他、学习他。”

“矢志科研报国，勇攀科学高峰”

潘承洞生于1934年，逝于1997年，苏州人，“崇文、重教、修身、报国”的家风自幼根植于他心中。

5岁时，潘承洞入读振声中学附属小学，1949年考入苏州桃坞中学高中部。高中时，潘承洞的数学老师祝忠俊曾留学海外，对当时的数学前沿多有了解。一次，潘承洞在阅读《范氏大代数》时，发现书中一道有关循环排列问题的解答是错误的，他立即作了改正。这一举动令祝忠俊刮目相看——不迷信书本、善于发现问题并解决问题，难能可贵。

1952年，潘承洞考入北京大学数学力学系，师从著名数学家华罗庚。4年后，潘承洞继续留校成为数学家闵嗣鹤的研究生。那是近代解析数论的一个重要发展时期，为了研究数论中的著名猜想，一些重要的新的解析方法得到应用。

彼时，哥德巴赫猜想刚刚进入中国，吸引了许多数论研究者，其中就包括刚从事数论研究不久的潘承洞。



潘承洞(中)在山东大学与师生讨论交流。山东大学供图

1963年，潘承洞在《中国科学》发表论文《表偶数为素数与一个不超过4个素数乘积之和》，论证了“每一个足够大的偶数可以表示为一个素数和另外四个素数的和”。该成果将中国在哥德巴赫猜想的研究推向世界领先地位，被国际数学界公认为“实现了哥德巴赫猜想研究的关键性突破”。

他与潘承彪合著的《哥德巴赫猜想》对哥德巴赫猜想的研究历史、主要研究方法及相关研究成果作了系统的介绍与有价值的总结，被国内外数学家评价为“成功的再创造”“解析数论研究宝库中的又一佳作”。

1978年，潘承洞荣获“全国科学大会奖”，并获得“全国科技先进工作者”称号；1982年，因在哥德巴赫猜想研究中作出突出贡献，潘承洞与陈景润、王元一起获得国家自然科学奖一等奖。

潘承洞曾说，做学问是最累的，最重要的是有毅力。“矢志科研报国，勇攀科学高峰。”中国工程院院士、山东大学校长李术才对潘承洞如此评价。

“是位放手型的老师”

潘承洞身高一米八四、戴一副接近2000

度的近视眼镜。在学生的记忆中，他又高又瘦，平日忙于工作，话不多，很少有人受到过他的表扬。但恩师对自己学术方向的点拨，令他们终身难忘。

在山东大学任教的30多年中，潘承洞开设了10多门课程，如数学分析、高等数学、复变函数论、阶的估计、初等数论、拟保角变换、素数分布、堆垒素数论、哥德巴赫猜想等。

潘承洞讲课从不照本宣科，而是善于启发引导学生。他讲课风趣幽默，能在谈笑风生中把一个枯燥的数学知识点讲解清楚。在学生们的记忆中，“数学课上哈哈大笑是多么难得，但潘校长的课就是这样轻松”。

在潘承洞的博士研究生、浙江大学教授蔡天新的记忆中，导师潘承洞经常鼓励自己寻找课题、自己探索，“是位放手型的老师”。正因如此，蔡天新在不经意间养成了独立思考的习惯。“这对我很有启发，甚至在我后来指导研究生时也派上了用场。”

山东大学副校长刘建亚也是潘承洞的学生。1989年暑假，刘建亚第一次见到导师时，这位在世界数学界享有盛誉的数学家，正在没装空调的办公室里挥汗如雨地看文件。刘建亚记得，潘承洞跟他交谈了半个多小时，最后说“关于数论，就这么多内容，你要自己探索方向”。

1994年，刘建亚的博士论文取得一定进展后，便向潘承洞作汇报。“我当时很期待能得到老师的肯定，不料，老师却说‘不够好，还要取得更大进展’。”此后4个多月，刘建亚展开了一场艰苦的攻坚战，最终解开了60年悬而未决的数学难题。

论文答辩时，潘承洞点评道：“这个问题很难，我和陈景润年轻时都做过，但都没做出来。”刘建亚说，这是他唯一一次得到导师的表扬。

14名博士研究生和20多名硕士研究生，是潘承洞多年从教交出的成绩单。学生的论文或学术成果都饱含着他的心血，甚至是他许多独特、关键的思想，但他从不署名。(下转第2版)

加错试剂 却获电解水制氢催化剂重要突破

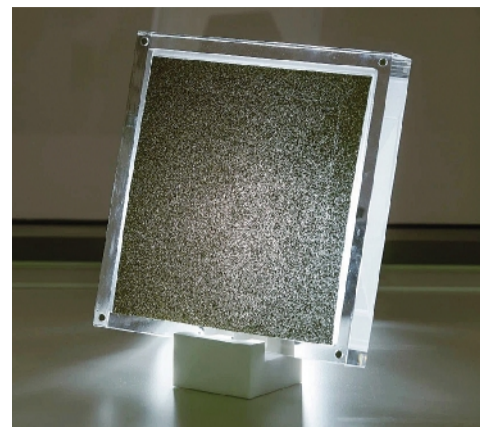
本报讯(记者温才妃 通讯员刘逸飞)西湖大学人工光合作用与太阳能燃料中心教授孙立成团队开发出一种新型非贵金属催化剂CAPist-L1的制备工艺，即向溶液中加入不溶纳米颗粒，在常温、常压条件下通过简单浸泡法，一步合成非贵金属催化剂CAPist-L1。日前，相关研究成果发表于《自然-催化》。

在清洁能源领域，氢气因清洁、高效和可持续性备受关注。氢气燃烧的产物仅为水，且燃烧产生的热量远高于天然气和普通汽油。目前，低温电解水制绿色氢气技术主要分为碱性电解槽电解水制氢、质子交换膜电解水制氢以及阴离子交换膜电解水制氢。其中，阴离子交换膜电解水制氢集合了前两者的优点，被寄予厚望。

阴离子交换膜电解水制氢系统由阴离子交换膜隔开，使氧气和氢气在不同电极处产生。阳极催化剂一侧产生氧气，阴极催化剂一侧产生氢气。但阳极侧催化剂难以在大电流密度条件下维持高活性和高稳定性，因此其催化效率问题成为阴离子交换膜电解水制氢发展的关键。

CAPist-L1的发现源于一次实验中的意外。2022年4月，从事博士后研究的李志恒在制备镍铁基OER(阳极析氧反应)催化剂时，不小心将乙醇当作去离子水使用。意外的是，这个错误竟使泡沫镍上生长出的催化剂展现出优异的OER性能。这种催化剂呈现出“绣球花”状的层叠结构，孙立成凭借丰富的经验，判断这种结构可能具有出色的催化稳定性。

随后，研究团队发现，催化剂原料之一硫酸亚铁几乎不溶于乙醇，这种难溶特性导致硫酸亚铁在乙醇和水混合溶液中的析出，形成了含纳米级不溶颗粒物的非均匀形核液相体系，为催化剂晶体的生长提供了最初的“核”。



CAPist-L1材料呈现多孔的透气结构。课题组供图

研究团队发现，在催化层和金属基底之间存在一层致密过渡层，将催化层牢牢地锚定在金属基底上，提升了催化剂的活性和稳定性。更有趣的是，过渡层并非在催化层形成初期产生，而是在浸泡4小时后缓慢出现，这相当于一栋房子然后再打地基，但却十分牢固。

CAPist-L1在1000 mA cm⁻²的电流密度下已稳定运行超过1.9万小时，至今还未出现衰退的迹象。此外，研究团队将CAPist-L1作为阳极催化剂应用于阴离子交换膜电解水制氢中，展现出优秀的制氢活性，即在1.8伏的电压下达到2000 mA cm⁻²的电流密度。这意味着阴离子交换膜电解水制氢技术的短板终于被补上了，研究为高效制造绿色氢气提供了可能。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41929-024-01209-1>

科学家在半导体量子点系统中实现量子干涉与相干俘获

本报讯(记者王敏)中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿团队在半导体量子点的量子态调控研究中取得重要进展。该团队教授郭国平、李海欧与中国科学院物理研究所研究员张建军等合作，在硅量子点系统中实现了量子干涉和相干俘获(CPT)，对基于半导体量子点系统的量子模拟和量子计算具有重要的指导意义。近日，相关研究成果在线发表于《纳米快报》。

量子干涉是量子力学中波粒二象性的自然表现形式，通常出现在原子尺度上。量子干涉的一个重要现象是CPT。该现象由不同跃迁路径之间干涉相消引起，最早在光学系统的三能级原子中被观察到。在这样的三能级系统中，两个状态与第三个中间状态耦合，当驱动场的频率和相位被精确调谐时，这两个状态就会形成与中间态解耦的叠加态，这样的叠加态被称为“暗态”。因为处于该状态的原子不会对探测场产生响应，导致出现电磁感应透明等有趣现象。这个现象已经被广泛研究并在光学、超导电路和量子网络等领域得到应用。通过绝热调节暗态的控制参数，可以进一步实现快速状态初始化和受激拉曼绝热通道过程(STIRAP)，这在量子信息处理中具有重要意义。

在这项研究中，研究人员展示了如何在半

导体量子点系统中实现CPT。与传统的三能级原子系统不同，在量子点系统中无需外部驱动场即可实现内在的CPT过程。通过测量泡利自旋阻塞状态下的漏电流，研究人员在无磁场条件下观察到了显著的电流抑制现象，表明了暗态的形成和CPT的发生。研究人员进一步通过纵向驱动双量子点系统，展示了选择性创建暗态及其相关CPT过程的调控能力。

该研究还深入探讨了纵向驱动场引发的奇偶效应。研究人员观察到，当系统的驱动频率满足一定条件时，就会出现奇数和偶数阶谐波对应的电流增强或抑制现象；这种效应为理解和应用CPT提供了新视角。此外，研究表明，通过调节纵向驱动场，CPT的信号强度和宽度可以得到有效调控，这为基于CPT的量子门操作提供了一种新的途径。

该研究工作表明，半导体量子点系统不仅是理解量子干涉现象的理想平台，也是实现高精度量子信息处理的有力工具。研究工作清晰展示了纵向驱动双量子点系统的潜在可调控性，开辟了基于STIRAP的量子门操作的新途径，未来有望在基于半导体量子点的量子计算和量子模拟技术的实际应用中发挥重要作用。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.4c01781>

成果发表后，他作出特别声明

■本报记者 李思辉 实习生 刘时源

“我们从来没有和任何企业合作开发过交流电合成设备，请各位不要上当受骗。”不久前，一次学术报告结束后，雷爱文特别作出声明。这已经不是他第一次作出类似声明了。

雷爱文是武汉大学高等研究院、化学与分子科学学院教授，长期致力于合成化学方面的研究。他和团队研究开发了一种可编程波形交流电合成技术，实现了交流电环境下金属催化剂物种精准调控。日前，该研究成果在线发表于《科学》。

成果一经发表，便引来业界的关注，市场上甚至开始兜售尚未研制成功的设备，于是就出现了上述一幕。

研究：不走寻常路

合成电催化技术具备绿色、安全和低能耗的特性，其应用有望解决当前基于化石能源驱动的现行生产力产生的环境污染、安全生产风险和能耗问题。

雷爱文告诉《中国科学报》，作为国际纯粹与应用化学联合会评定的2023年度化学领域十大新兴技术之一，合成电催化这种新兴技术当前主要以直流电作为驱动力，并通过调节电压或电压控制化学反应过程。

相对于直流电，交流电具有极性反转和周期性波动的特点，并具备波形、频率、占空比等更多可调节电学参数的优势，为实现精准物质制造提供了“无限潜力”。然而，更多维度的电学参数引入电催化合成反应中会导致可优化的反应条件呈指数级增加，极大增加了研究难度。因此，迄今为止，世界范围内的交流电合成技术仍处于萌芽阶段。

“越是难走的路，越可能产生原创性成果，我们不妨试着往交流电方面钻研。”课题组例会上，雷爱文抛出一个反常规的思路。

“一次回家的路上，我和雷老师在电话里进行了一场头脑风暴，我们探讨了交流电技术的可实现路径。随后，我们一起搭建了一

个简易装置，然后拿着这个装置反复做实验，竟发现了一些很神奇的现象。”武汉大学高等研究院特聘副研究员曾力告诉《中国科学报》，那次灵光乍现的讨论，成为他们研究的起点。

“直流电只有电流和电压两种电学参数，交流电则不同，它还有波形、频率、占空比等多个电学参数，并且是一种周期性的存在。”雷爱文介绍，合成电催化本身具有无限可能，以前简单的直流电学只调节电流或电压，由于调节的参数较少，不能彻底挖掘出合成电催化在物质制造过程中的潜力。而使用非对称交流电，在很大程度上开拓了研究的手段和方法。

他给记者打了个比方，直流电好比一个小渔村，交流电好比地球，非对称交流电则相当于整个宇宙。

令雷爱文团队喜出望外的是，该团队通过交流电电子层面的精准调控，不仅解决了传统电催化合成过程中能源消耗和环境污染问题，而且为绿色制造提供了一条可行的路径。

雷爱文说：“要激发这项新技术的应用潜力，必须开发出与之相匹配的设备，进而创新生产工艺，最终实现产业化，形成新质绿色生产力。”

推广：设备是关键

令研究团队没料到的是，他们可供量产的设备还没有研制成功，市场上就已经有人在兜售相关设备了。

“近些年，我们在《科学》《自然-化学》《自然-催化》等期刊陆续发表了一些文章，很多业界同行和上下游技术人员都对这项新技术感兴趣，也有设备采购需求，但精密设备研制需要周期。我们当前正在全力研发更为精密智慧的交流电合成设备(聪明电源)，争取早日让聪明电源实现商品化，为合成电催化同行提供研究工具。”雷爱文想到的最直接的解决办法，就是在各种学术会议上以正视听。(下转第2版)

2024世界机器人大会开幕

本报讯(记者高雅丽)8月21日，以“共育新质生产力 共享智能新未来”为主题的2024世界机器人大会在京开幕，将持续至8月25日。大会同期举办论坛、博览会、大赛及配套活动。其中，27款人形机器人整机在博览会上集中亮相，创历届之最。

记者了解到，当下人形机器人已由10年前简单的肢体控制发展为拥有聪慧的“大脑”、敏捷的“小脑”和灵活的“肢体”，相关产业以应用需求为牵引，正在加速构建以新业态、新模式为导向的创新生态。此外，我国工业机器人技术水平和产业化能力大幅提升，国际竞争力显著增强，机器人由工业领域全面渗透到农业、医疗、康复、家政、能源、安全应急等领域。

大会主论坛共设“产业发展”“协同创新”和“技术革新”三大篇章，聚焦产业动向、未来发展、前沿技术风向和创新成果，深入研讨机器人与人工智能等技术融合带来的新应用和新机遇，以及以机器人技术创新加快发展新质生产力的路径。

据介绍，世界机器人大会已举办10年，参加大会的全球科研机构专家、企业家人数逐年递增，累计已吸引100多万人次参会。



▲工业机器人展示现场。 威金森/摄
▲家庭服务移动仿生人形机器人。 高雅丽/摄

科罗拉多河三角洲正恢复生机



寰球眼

本报讯 经过10多年的努力，墨西哥西北部一度干涸的科罗拉多河三角洲正在恢复生机。据《科学》报道，科学家在最近两项研究报告中称，自2012年美国和墨西哥开启科罗拉多河三角洲部分水源恢复工作以来，当地鸟类和植物数量在经历了几十年的下降后开始反弹。

没有参与这些研究的墨西哥北部边境学院气候变化专家Roberto Alejandro Sánchez-Rodríguez表示，这一结果显示，“通过在可持续水资源管理中建立平衡，可以造福所有人，也包括生态系统本身”。

科罗拉多河全长2300公里，大部分位于美国，最后106公里流经墨西哥，抵达下加利福尼亚湾沿岸的三角洲。研究人员估计，因为大坝和

取水“抽空”了科罗拉多河下游，21世纪初，三角洲已经失去了90%的森林和湿地。

为了扭转这种局面，2014年，美国开始向科罗拉多河三角洲“放水”，这些水流相对较小但至关重要。与此同时，墨西哥和美国的非营利组织发起了一项名为“增河”的行动——与当地社区合作，恢复河岸植被，并监测科罗拉多河三角洲生态系统对水回流的反应。

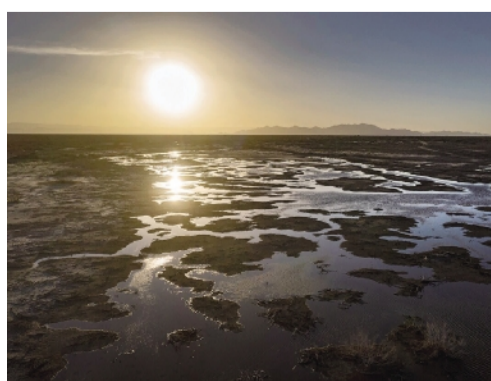
美国康奈尔大学鸟类学实验室保护专家Osvel Hinojosa-Huerta介绍，研究人员发现，到2017年，科罗拉多河三角洲的鸟类种群和树木数量有所增加。

研究人员比较了53种在科罗拉多河三角洲繁衍的鸟类在恢复地区和未恢复地区的表现。2002年至2021年进行的调查显示，在恢复地区，60%的物种，如本土鸟类红腹鸣鸭和斑翅蓝彩鹀，已不再减少甚至可能增加；入侵鸟类种群数量有所下降。

原生植被的回归可能是鸟类生存状况好转的原因之一。其他原因还包括重新种植树木，以

及移除非本土桉柳树。

“鸟类和植物对修复的反应之快令人印象深刻。”Hinojosa-Huerta说，参与相关工作的人希望能继续取得其他成果。(王方)



墨西哥科罗拉多河三角洲。 图片来源：BRIAN VAN DER BRUG