

# 54个国家,800位科学家,追问地球的未来

■本报记者 王兆昱 见习记者 江庆龄

初夏的上海,空气格外清新湿润,过去全球变化计划(Past Global Changes, PAGES)第七届开放科学大会日前在这里举办。

在这场以“地球系统变化:从过去到未来”为主题的科学盛会上,来自54个国家的约800位专家学者齐聚一堂,共同探讨地球气候变化、环境变化及可持续发展等重大议题。

这是PAGES继2005年之后,第二次将4年一度的开放科学大会选在中国举办。在当前全球气候变化加剧,科学的国际合作面临多重不确定性的背景下,这场规模宏大的科学盛会十分难得。PAGES的力量,在于跨越国界、跨越学科、跨越时代的科研社区,在于共同研究地球过去、面向人类未来的群体。“开幕式上,大会学术委员会共同主席、PAGES联席主席马丁·格罗表示。

## 多元角度,勾勒地球历史研究的广阔图景

热带海洋变化、树轮和岩溶记录揭示过去快速的气候变化,不同时间尺度的古大气二氧化碳浓度重建、南美洲第四纪地表过程、环境变迁驱动的东非人类演化与扩散、基于中国社会档案的气候重建与影响研究……大会期间,来自六大洲的新鲜面孔带来了最新的研究成果。

“研究过去的气候可以给未来以启迪。”在主旨报告环节,美国康涅狄格大学的助理教授冯然分享了PAGES工作组“上新世模拟比较计划(PhoMIP)”的成果。

她介绍,该工作组最初由5人发起,如今已吸引众多学者参与,共同建立起一系列地质数据库系统,为气候模型模拟提供边界条件以及验证数据集。“目前,小组正在推进一个新的扩展计划‘PhoVAR’,将研究时段进一步延伸至上新世早期甚至是中新世晚期,从而探索更长期尺度上的气候变率机制。”冯然说。

同济大学海洋地质全国重点实验室教授党皓文在一场报告中介绍了热带西太平洋热量与水汽循环研究方面的进展,该研究由同济大学教授、中国科学院院士翦知潜带领的国际团队合作完成。

“在太平洋海底,冷水竹节珊瑚是极具科研价值的材料。它们有着树轮般层层堆叠的骨骼结构。”党皓文说,对这些骨骼进行切片,可以获得

极高分辨率的地球化学记录,从而追踪深海环境从季节到十年尺度上的变化。目前,团队正在开发高精度微量元素测定、稳定同位素分析以及放射性测年等多种技术。“依靠近年来PAGES工作组的共同努力,我们正在一步步揭示这些生命体背后的气候与海洋学信息。”

“既然我们在中国,我们理应向一位伟人致敬,他就是孔子。在大约2500年前,他说过一句话——告诸往而知来者。”南京大学教授迈克尔·梅多斯以此为开场白,开启了一段15分钟的报告。

他以南非 Verlorenvlei 湖和中国太湖为例,展现了研究古生态学的价值——可靠的古环境数据不仅能揭示自然系统的变化节律,还能指引人类社会如何有效进行环境治理。

这些报告勾勒出地球历史研究的广阔图景,饱含科学家对地球未来的关切和追问。正如本届大会的主题“地球系统变化:从过去到未来”所强调的,大会旨在通过“横跨圈层、穿越时空”的方式,理解地球系统关键组成部分在不同时间尺度的变化,推动更好地预测未来全球气候和环境变化。

大会设置了30个专题,涵盖古气候系统重建、区域气候动力学、极端事件与风险、气候-社会耦合、人类活动影响、海洋-大气相互作用与碳循环等多个领域。4天会期内,230多场口头报告和500多个展板——从海平面变迁到疾病传播路径,从遥远的新世气候持续到中更新世气候转型机制,再到未来的可持续路径,都充分体现了本届大会“以史为鉴,面向未来”的使命。

大会学术委员会共同主席、中国科学院院士郭正堂指出,PAGES的研究证明了长尺度与短尺度气候变化之间存在着密切的动力学关联,换言之,气候变化具有显著的跨尺度效应。理解这种关联机制,是预测未来气候变化非常重要的基础。同时,气候系统历史研究已迈入定量化与数值化的新阶段。尽管这条探索之路任重道远,但多元数据、数值模型和人工智能模型协同驱动的科学方法体系,已成为PAGES研究的新范式。

## 从中国出发,连接世界地学共同体

PAGES成立于1991年,是一个致力于研究地球过去气候与环境变化的国际大科学计划。目

前,在中国科学院和瑞士科学院共同资助下,PAGES会聚了来自120多个国家的5000余位科学家,围绕他们感兴趣的研究课题组成“工作组”,共同开展工作。

“PAGES不是一个官方机构,而是一个科学共同体。”马丁·格罗在接受《中国科学报》采访时,反复强调这一定位。他解释说,PAGES工作组一直采用“3年轮换、最多6年”的滚动机制,从而为引入新人员和课题提供了充足空间,激发了持续不断的创新活力。

而作为PAGES最重要的国际学术活动之一,PAGES开放科学大会每4年举办一次,科学在这里连接、对话、前行。

早在20年前,PAGES第二届开放科学大会在北京举办。彼时,中国在地球科学研究方面就有良好的基础。正如郭正堂所言,中国地学研究的突出国际地位并非偶然,而是源于我国一代代科学家的长期努力。

郭正堂回顾,在PAGES创立之时,国家最高科学技术奖获得者、中国科学院院士刘东生是创始人之一,他曾任PAGES科学指导委员会委员,主持“极地-赤道-极地”大断面研究。此后,一代代学者如汪品先、丁仲礼、郭正堂、周力平、翦知潜、杨石岭、赵艳等拿起“交接棒”,在PAGES中担任重要岗位,使中国地学界从PAGES的“参与者”“贡献者”成为“组织者”“引领者”。

“取得国际引领地位,不是在国际上举办‘武术比赛’,而是为调动大家的积极性而努力,让全世界共享科学成果。”翦知潜用生动的比喻揭示了中国作为本次国际大会“东道主”的精神内核。大会期间,中国组委会致力于为国内外学者营造一个开放、公正、充分对话的环境,会议现场座位不设名牌、不列先后,对于感兴趣的科学话题,青年学者可直接走上前去和资深科学家展开交谈。

2025年正值中国科学院学部成立70周年。郭正堂指出,多年来,学部始终高度重视地球科学领域的国际合作,不仅鼓励科学家参与大型国际合作,还在关键时刻迅速行动,例如在2019年美方停止资助PAGES后,积极推动中国成为新支持国。此外,学部还设有专门平台如“雁栖湖会议”,以促进新兴交叉学科和前沿科技领域的高水平国际交流。

## 把“交接棒”放到年轻人手里

2005年以研究生或博士后身份参与PAGES开放科学大会的学者,如今已成为领域内的领军专家。

“我们应该把‘交接棒’放到年轻人手里,这个学科才有更旺盛的生命力。”翦知潜强调,青年科学家的成长是本次大会的“重中之重”,而本届大会约35%的参会者为青年学子。

在PAGES第七届开放科学大会举办之前,为期两天的PAGES第五届青年科学家会议在同济大学举办。从140余位申请者中遴选出的来自24个国家的73名青年学者参加会议,以学术海报的方式分享了他们的研究成果。

会议安排了“破冰游戏”“快闪演讲”等有趣的环节,帮助青年学者在轻松的氛围中建立联系,锻炼他们以“快闪”的方式在2分钟内讲清自己的研究内容。为助力青年学者规划职业路径,会议邀请3位资深科学家围绕如何在科研体系中找到自己的位置、如何申请基金、如何争取职位,以及如何应对“跳槽”等主题作报告,并展开了多场对话。

一位参会的非洲青年学者称:“这次会议让我第一次与国际同行建立了实质性合作。”

郭正堂告诉《中国科学报》,对青年科学家的重视不仅体现在这场专为青年人举办的会议上,更体现在PAGES第七届开放科学大会主会场上。“要把年轻人推出去作报告。”他表示,每个工作组在选择“谁来作报告”时,都秉持着优先考虑把机会给予年轻人这一原则。

PAGES联席主席、北京大学教授周力平在会场观察到,在上午10点的“咖啡时间”,来自德国的资深海洋学家托马斯·费利克斯正被一群中国学生围着,“他甚至连一口咖啡都顾不上喝”。同样,日本北海道大学的地球化学教授山本正明作完报告后,他的周围也成了延伸的讨论区。

在周力平看来,这正是青年科学家快速成长并主动融入国际社群的体现。“他们已经形成了一个真正的研究群体,并无太多经费的捆绑或者其他门槛,完全是自发合作。”他欣慰地表示。

“他们就像是一群在鲨鱼中穿梭的小鱼。”PAGES执行主任玛丽-弗朗斯·卢特尔表示,对

很多年轻科学家来说,这是他们人生中第一次参加如此大型的国际会议,第一次有机会展示自己的科研成果,结识来自不同团队的同行。这次大会使他们在科学界“不再孤独”。

“早期职业阶段建立起来的人际联系尤为重要。”她说,“PAGES希望为青年科研人员创造这样的环境,让他们在学术圈找到归属,建立起长期的合作网络。”

## 科学不问西东,合作方能共赢

近年来,国际形势变化增加了科学国际交流与合作的不确定性,但此次大会再次彰显了科学跨越国界的力量。

马丁·格罗激动地表示,这次会议让他与多年未碰面的俄罗斯前同事得以在上海重逢,这是一个难得的時刻。

“这次参会让我感到非常振奋。”来自美国伊利诺伊大学的博士生谢恩·拉斯克表示,“我认识了很多来自世界各地的新朋友,大家都非常好,这段经历很难忘。”

来自法国气候与环境科学实验室的资深教授吉尔·拉姆斯坦头发已然花白,笑容却依旧灿烂。他在接受采访时说,此前自己已多次到访中国,认识多位中国科学家。“20年过去了,中国在学术界的地位大幅提升,这不仅体现在社会影响层面,更体现在学术出版物数量、科学家高质量英文演讲能力以及科技整体水平上。”

“为什么人类会在这里?人类从哪里来?每个人都想知道答案。人类起源和进化过程中,气候又是如何变化的?驱动不同时间尺度上气候变化的原因何在?这些都是具有现实意义的重大科学问题,需要对地球系统有全面的理解才能解决这些问题。”日本东京大学教授、气候建模专家阿部彩子告诉《中国科学报》,PAGES这样跨学科、多方法交融的平台,为建模专家与地质学家、地球化学家等提供了宝贵的交流机会,也让科学研究变得更加扎实和丰富。

正如周力平所言:“科学是可以共享的。”科学的道路永远不问西东,它属于所有心怀好奇、有责任感与信奉长期主义的人。怀着对未知世界的敬畏和为人类认知作贡献的初心,一代代科学家将科学的火种汇聚成星河,照亮通往未来的道路。

# “人工智能自动设计芯片”系统来了

本报讯(记者赵广立)《中国科学报》6月10日从中国科学院计算技术研究所获悉,该所处理器芯片全国重点实验室联合中国科学院软件研究所,推出了基于人工智能技术的处理器芯片软硬件全自动化设计系统——“启蒙”。

据相关负责人介绍,“启蒙”系统可以实现从芯片硬件到基础软件的全流程自动化设计,在多项关键指标上已达到人类专家手工设计水平,标志着我国在人工智能自动设计芯片方面迈出坚实一步。

处理器芯片被誉为现代科技“皇冠上的明珠”,其设计过程复杂精密、专业门槛极高。传统处理器芯片设计高度依赖经验丰富的专家团队,往往需要数百人参与、耗时数月甚至数年,成本高昂、周期漫长。随着人工智能、云计算和边缘计算等新兴技术的发展,专用处理器芯片设计及相关基础软件适配优化需求日益增长。而我国处理器芯片从业人员数量严重不足,难以满足日益增长的芯片设计需求。

据介绍,“启蒙”系统依托大模型等人工智能技术,可实现自动设计CPU,并能对芯片自动配置相应的操作系统、转译程序、高性能算子库等基础软件。

具体而言,在CPU自动设计方面,该系统已实现国际首个全自动化设计的CPU芯片“启蒙1号”,5小时内完成32位RISC-V CPU的全部前端设计,达到Intel 486性能,规模超过400万个逻辑门,已完成流片。其升级版“启蒙2号”为国际首个全自动化设计的超标量处理器核,达到ARM Cortex A53性能,规模扩大至1700万个逻辑门。

在基础软件方面,“启蒙”可自动生成定制化后的操作系统内核配置,性能相比专家手工优化提升25.6%;可实现不同芯片和不同编程模型之间的自动程序转译,性能最高达到厂商手工优化算子库的两倍;可自动生成矩阵乘等高性能算子。在RISC-V CPU和NVIDIA GPU上的性能分别提高110%和15%以上。



图a为茶光互补发电使用分块发电、集中并网的智慧架构。图b为无人机运送相关设备。中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司供图

近日,云南省西双版纳州勐海县曼恩、八角亭250兆瓦茶光互补发电项目实现全容量并网发电。

该项目由中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司设计采购施工总承包建设,位于普洱茶核心产区之一,占地面积约5800亩,总装机容量达250兆瓦,使用分块发电、集中并网的智慧架构。并网后,项目预计每年提供清洁电能4.35亿千瓦时,减少二氧化碳排放39.05万吨。

本报记者王昊昊 通讯员赵纯瑶报道

## 发现·进展

### 中国科学院电工研究所等

## 研制出高性能柔性复合热电膜材料

本报讯(记者张双虎)中国科学院电工研究所研究员古宏伟团队和澳大利亚昆士兰科技大学研究人员合作,研制出的柔性复合热电膜材料的室温热电优值(ZT值)和可穿戴发电器件的归一化功率密度,均为所有已报道同类材料的最高值。近日,相关成果发表于《自然-通讯》。热电膜可直接将热能转换成电能,并具有无机械转动部件、安全、环保等优点,为解决智能可穿戴电子设备的用电问题提供了优选方案。但目前柔性热电膜材料热电性能普遍较低,且发电器件多采用平面结构,限制了器件集成度和冷热端温差,导致器件输出功率低,难以驱动电子设备正常运转。

研究团队采用化学溶液法,结合抽滤和快速热压等技术,在尼龙衬底上创新性制备出一种高性能柔性复合热电膜材料。这种多孔结构的尼龙衬底不仅赋予复合膜材料良好的柔韧性,其网状结构也提供了快速导电通道。他们成功解耦部分热-电参数,提高材料的热电性能,研制出室温ZT值高达1.28的柔性复合热电膜材料,达到国际领先水平。

利用这种柔性复合热电膜材料,研究团队采用拱桥结构设计理念,借助硅橡胶,进一步开发出由100对热电腿组成的三维面外结构柔性发电器件。硅橡胶柔性的结构有利于建立温差,提高热电腿排列密度,从而解决了平面型柔性发电器件温差小、热电臂集成度低导致器件输出性能差的问题。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-60284-5>

### 山西大学等

## 发现“更年期”恒星全新演化标记

本报讯(记者李晨)近日,山西大学理论物理研究所副教授牛家树与太原师范学院副教授薛会芳在《天文学与天体物理学》发表研究,阐述了在三模式大振幅盾牌座δ型变星(HADS)中寻找共振融合模式的结果,发现这些恒星都处于后主序演化阶段。

研究人员介绍,一颗恒星在形成后的演化过程中,其内部结构会不断改变。而在某些演化阶段,恒星对应的特殊内部结构会使其光度与半径出现周期性变化,这种恒星被称为脉动变星。通过对各类不同脉动变星“把脉问诊”,天文学家能推断出其内部结构和演化状态。

此前,牛家树等人发现了一种新的脉动模式,即共振融合模式。它由径向和非径向脉动模式共振产生,兼具两者的特征。而当某些变星中产生共振融合模式时,其对应的恒星内部结构恰好就是其演化到“更年期”时所特有的结构。

随着一颗恒星逐渐演化离开主序,其内部的氢核将变成氦核,而内部的氢核聚变将转移到壳层中。在赫罗图上,这种演化阶段的恒星将快速穿过赫氏缝隙。该阶段也成为恒星一生中稳定演化最为迅速的阶段之一。正因为恒星处于该“更年期”的时间很短,所以天文观测中能够证实处于该演化阶段的恒星非常少。

研究人员利用来自凌星系外行星巡天卫星(TESS)的测光数据,对5颗径向三模式HADS进行分析后发现,之前学界认为的径向三模式HADS中的第三个脉动模式并非径向模式,而是共振融合模式。

更为重要的是,研究证实,这5颗恒星都处于氢核+壳层氢燃烧的后主序演化阶段,并在快速穿过赫氏缝隙。这意味着共振融合模式成为此类特殊恒星处于演化“更年期”的特殊标记。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202554170>



李焯 兰州大学供图

在全球能源体系加速转型、碳中和愿景深度推进的时代背景下,氢能作为极具发展潜力的零碳能源,正日益成为重塑全球能源格局的重要引擎。

6月7日,氢能与低碳兰州论坛2025在兰州大学举行。会上,由中国科学院院士李焯、兰州大学校长杨勇共同领衔的兰州大学氢能与低碳中心正式启动。该中心将瞄准国际前沿和国家战略,基于甘肃“风光大省”资源禀赋,打造具有西部特色的氢能与低碳创新高地。

论坛期间,李焯接受了《中国科学报》的采访。《中国科学报》:我国西部地区在发展新能源方面有何优势?

李焯:西北地区是我国新能源资源最丰富的区域,尤其是光伏和风电资源。甘

# 中国科学院院士李焯:西北地区是发展绿色氢能的天然优势区域

■本报记者 叶满山

肃、青海、新疆、内蒙古等地的光照和风力条件非常好,非常适合大规模部署光伏和风电项目。此外,西北地区土地资源丰富,适合建设大型能源基地。虽然西北地区相对缺水,但氢能源的生产用水量相对较小,且可以通过调配解决。因此,西北地区是我国发展绿色氢能的天然优势区域。

《中国科学报》:在兰州大学建立氢能与低碳中心,其研究如何定位?中心将如何推动氢能技术发展?

李焯:西北地区,包括甘肃、新疆、内蒙古、青海等地,是我国新能源开发的重要基地,需要科技创新和研发基地来推动能源转型。兰州大学拥有深厚的学术积淀,能够将基础研究与国家经济发展相结合,为氢能技术的发展提供坚实支撑。其作为国家重点支持的西部高水平大学,在推动区域高等教育和科技发展中具有战略支撑作用。中心的研究方向,如催化太阳能制氢,是氢能技术发展的重要环

节。通过在兰州大学建立相关中心,可以整合资源,推动技术转化和人才培养,为国家能源转型提供支持。

《中国科学报》:氢能源技术目前面临的主要技术难题是什么?

李焯:氢能源的储存是一个关键问题,因为氢气本身密度低,储存和运输成本较高。目前,液态阳光,即通过氢气和二氧化碳合成甲醇,是一种有效的解决方案。通过将氢气转化为甲醇,可以实现氢能源的高效储存和运输。此外,液态阳光还可以实现太阳能的间接储存和利用,是一个非常前景的技术方向。

但氢能源技术的发展并不是单纯的技术问题,而是涉及整个能源战略的系统性问题。它需要从能源生产、储存、运输到应用的全方位布局。目前,我国在氢能源的生产制造端已经处于世界领先水平,但在技术落地和市场推广方面仍面临挑战,比如政策支持、市场接受度等。

《中国科学报》:未来氢能源大规模生产后,主要面向哪些市场?

李焯:未来的大规模生产将主要面向钢铁、冶金、水泥、化工等行业的降碳需求。这些行业目前主要依赖化石燃料,未来将逐步转向氢能源,以实现低碳甚至零碳排放。此外,氢能源也有可能进入家庭能源市场,就像天然气一样,成为一种重要的清洁能源选择。

《中国科学报》:在全球能源转型和碳中和的大背景下,氢能源未来将扮演什么样的角色?

李焯:在全球可持续发展目标中,氢能源技术将起到关键作用。它不仅可以帮助各国实现碳中和目标,也能推动全球能源转型和产业升级。同时,氢能源还能带动多个领域的发展。氢能源与光伏、风电等其他新能源是相辅相成而不是相互竞争的关系。通过氢能源,可以解决光伏和风电的间歇性和不稳定性问题,实现能源的高效利用和低碳转型。