

总第 8926 期  
2026 年 1 月 28 日  
星期三 今日 4 版

中国科学院主管 中国科学报社出版  
国内统一连续出版物号 CN 11-0084 代号 1-82  
主办:中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>



科学网 [www.scienconet.cn](http://www.scienconet.cn)

## 5亿年前,已知最早脊椎动物有4只眼

■本报记者 刘如楠

“这项研究是怎么做出来的？”  
“被同行刺激出来的！”云南大学古生物研究院研究员从培允说完,与他的两个学生相视一笑。

1月22日,《自然》在线发表了他们的研究成果。该研究证实,约5.18亿年前已知最古老的脊椎动物具有4只相机型眼。云南大学生命科学学院博士后雷向通、古生物研究院博士后张思航为论文共同第一作者,从培允为通讯作者。

“我特别怕学生看到反常现象,阴性结果不敢跟我说。”从培允对《中国科学报》说,“现代科学研究所,没有一个人可以打败天下。鼓励大家大胆表达观点,是我们课题组的基本要求和传统。”

回溯这项历时12年的研究,团队经历了无数次争论、反驳、说服与认可。他们曾吵得面红耳赤,随后又携手推进研究。早期那些针锋相对的学术观点,最终都化为彼此发自内心的尊敬与佩服。

### 第一次争吵:启发了新灵感

即便过去了12年,从培允对那次争吵仍印象深刻。

2014年底,合作者之一、英国莱斯特大学教授萨拉·盖伯特到访中国。在从培允的办公室,两人有过一场“很凶”的争论。

萨拉认为,早期生物化石中不会存在神经组织的残留,因为神经、肌肉等软体组织极易快速降解。从培允却不认同,因为他和同事已找到一系列证据,证明早期化石中能够保存神经系统。

两人各执一词、互不相让,纷纷拿出证据试图说服对方。

交锋回合中,话题转移到了“眼睛”上。“寒武纪早期一些化石中,眼睛以有机碳的形式保存了下来。从生物结构来看,眼睛中也含有丰富的神经组织,它们为何能在化石中保存几亿年?”从培允话音刚落,气氛瞬间安静。两个大脑同时高速运转,都想找到确切答案。

不如试试看!他们动用了当时最好的扫描电子显微镜和飞行时间二次离



约 5.18 亿年前澄江生物群昆明鱼类 – 海口鱼属复原图。受访者供图

子质谱仪,试图在眼睛化石中找到黑素体——专门存储黑色素的细胞器。如果存在黑素体,或许就可以找到神经系统保存的关键线索。然而,结果却一无所获。

从培允并未放弃。2017年,他继续与另一位合作者、英国布里斯托大学副教授雅克布·温瑟展开更多尝试,可仍不见黑素体踪影。

“这是为什么?”从培允的希望几乎破灭。毕竟这两位合作者都是领域内的“高手”,后者更是化石黑素体/黑色素研究的先驱。

### 受同行刺激, 他“疯了一样”推进研究

后来,云南大学有了扫描电子显微镜等设备。2019年,刚入学的博士生雷向通成为该显微镜的管理员,为课题组的研究做了许多技术储备。

2022年,一项发表在《科学》的研究引发了大家的关注——我国学者在5.18亿年前的云南虫化石中鉴定出蛋白质纤维残留物。

按理说,黑素体比蛋白质更难降解。既然蛋白质都能保存下来,黑素体

为何保存不下来?换言之,他们为何始终找不到黑素体的蛛丝马迹?

“我一下子被刺激到了!开始疯了一样地钻研电镜。”雷向通说。

用扫描电子显微镜观察化石标本,存在一个技术难题。

通常,需要先对样本进行镀金或镀碳处理,增强其导电性。但化石标本却无法镀膜,这会影响后续的元素成分分析。因此,这一操作更加考验操作者的技巧和对结构部件的熟悉程度。

“我把电镜每个零部件、每个参数都研究透了,用熟练后就跟着老师欢呼‘我现在可以’。”雷向通说。

从培允决定“考验”一下这个信心十足的小伙子,“我们之前看不到的黑素体,现在能不能再试试?”

2022年底,课题组完成了一批新标本的初步鉴定,其中有海口鱼和昆明鱼类未定种的化石。

“我迫不及待地拿去试,没想到一下子就看到了黑素体。我非常兴奋!”雷向通说。在第二天的组会上,他第一时间分享了这一重要发现。

“在两侧眼睛中发现大量黑素体并不奇怪,但中间怎么也有两块黑素体堆

积?”从培允问。原来,在雷向通展示的图像中,共有4个圆形的黑素体堆积区域。

雷向通心里“咯噔”一下,“坏了,拍到的难道不是黑素体?”

### 第二次争吵: 是“鼻囊”还是“眼睛”?

从培允结果告诉前述两位合作者,他们却完全不相信:“我们试了很久都没找到,你们看到的可能是细菌污染。”

同样在2022年,博士后张思航加入课题组。他和雷向通开始联手探索黑素体的真实性及演化意义。用从培允的话说,“把两个人绑在了一条船上”。

根据已有研究,他们看到的中间两个黑点有两种可能:一是鼻囊组织的残留,二是松果体的残留。这也成为两位年轻人反复争论的焦点,雷向通认为是鼻囊,张思航则认为是松果体的前体——也就是后来被证实的眼睛。

随着越来越多的证据被挖掘出来,大家逐渐意识到,张思航的观点是对的。

对于如今的脊椎动物而言,主要靠两只眼睛“看”外界。物体的反射光通过晶状体折射在视网膜上成像,再由视觉神经感知传递给大脑。由于眼睛的成像原理与照相机一样,因此被科学家称为“相机型眼”。

要证明化石中间的两个黑点也是相机型眼,就需要找到晶状体、视网膜这两个最有潜力保存为化石结构的组织存在的证据。

研究人员首先利用扫描电子显微镜、拉曼光谱、双束电镜与透射电镜等技术手段,从形态学的角度论证了昆明鱼类的侧眼和中间的两个黑点中都保存了丰富的黑素体,这是论证视网膜存在的关键证据。

“我们又进一步利用低角度光成像、扫描电镜、荧光显微镜等技术,发现在昆明鱼类的侧眼和中间的两个黑点中,存在一个立体保存的规则结构,其形状、大小、相对位置都和更早期的其他脊椎动物化石中的晶状体一致。”张思航说。

(下转第2版)

## 中国科学院党组传达学习 省部级主要领导干部专题研讨班精神

本报讯 1月26日,中国科学院党组召开理论学习中心组集体学习会,传达学习习近平总书记在省部级主要领导干部学习贯彻党的二十届四中全会精神专题研讨班开班式上的重要讲话精神,持续深入学习贯彻党的二十届四中全会精神,研究贯彻落实的思路举措。中国科学院院长、党组书记侯建国主持会议,交流学习体会并对抓好贯彻落实提出要求。中国科学院副院长、党组成员吴朝晖作重点发言,理论学习中心组其他成员出席会议并作交流发言。

会议指出,习近平总书记的重要讲话,深刻阐述了贯彻党的二十届四中全会精神的一系列重大理论和实践问题,高屋建瓴、立意深远、催人奋进,具有很强的政治性、理论性、针对性、指导性,对于深刻理解制定和实施五年规划这一重要政治优势,准确把握党中央关于国内外形势新变化的科学判断、认真抓好党的二十届四中全会精神的贯彻实施,具有十分重要的意义。会议强调,全院上下要深入学习领会习近平总书记重要讲话精神,全面深刻准确把握党的二十届四中全会“十五五”时期经济社会发展的战略部署,切实把思想和行动统一到党中央部署要求上来,以实际行动坚定拥护“两个确立”、坚决做到“两个维护”,确保习近平总书记重要指示批示精神和党中央、国务院决策部署在中国科学院贯彻落实。

侯建国对全院学习贯彻工作提出四点要求。一是要全面深刻准确学习贯彻习近平总书记重要讲话精神和党的二十届四中全会精神,与学习贯彻习近平总书记对中国科学院系列重要指示批示精神紧密结合起来,与研究部署今年重点工作、抓好抢占科技制高点核心任务紧密结合起来,进一步增强狠抓落实的政治自觉、思想自觉、行动自觉。二是要高质量高标准抓好“十五五”规划编制和组织实施工作,加强院所两级规划上下贯通、研究所规划左右衔接,科学谋划目标任务,精准制定政策举措,确保全会部署要求落实落地、见行见效。三是要紧密围绕建设现代化产业体系、构建新发展格局等目标任务,进一步加强与重点区域、行业部门和领军企业的协同合作,为因地制宜发展新质生产力提供有力支撑。四是要统筹高质量发展和高水平安全,强化底线思维,压紧压实各方责任,有效防范化解重点领域风险隐患,为“十五五”改革发展营造安全稳定的良好环境。

(柯讯)

## 相当于地磁场 70 多万倍! 我国全超导用户磁体创世界纪录

本报讯 (记者韩扬眉)1月27日,记者获悉,在国家重大科技基础设施——综合极端条件实验装置上,由中国科学院电工研究所和中国科学院物理研究所经过多年联合攻关的全超导用户磁体,成功实现35.6特斯拉全超导磁体,相当于地磁场的70多万倍,其可用孔径为35毫米,创下目前全超导用户磁体的世界纪录。该成果为物质科学、生命科学等前沿研究提供核心支撑的极端强磁实验条件,助力科研人员探索微观世界的未知规律。

科研人员介绍,强磁场超导磁体是一种能在极低温条件下实现零电阻和强磁场的装置,具有极高的磁场强度、均匀度和稳定性,且能耗极低,是现代科技领域的核心装备之一。该装置在国家重大科技基础设施、先进科学仪器、高端医疗装备、能源交通以及国防特种装备等领域具有重大应用价值。

然而,强磁场超导磁体研制涉及

多学科交叉融合,工程化过程面临多重技术瓶颈,对磁场强度、稳定性、均匀度、有效口径以及长期运行可靠性等指标均提出极高要求。此外,建造强磁场超导磁体所需的高温超导材料,仍存在临界电流与力学性能强各向异性、屏蔽电流效应突出、尺寸偏差大等问题,给磁体设计与工程化带来巨大挑战。

针对上述技术难题,中国科学院电工研究所研制的超导磁体系统突破强磁场用户超导磁体设计与建造关键技术,通过创新方法和技术大幅提升了强磁场超导磁体的电磁—机械安全裕度。中国科学院物理研究所则攻克了高温超导磁体健康监测、极低温下极高磁场准确测量、磁体系统与低温系统及用户测量系统集成等方面的难题。

未来,该联合团队将进一步提升全超导用户磁体综合服役性能,为国家重大战略实施注入强劲科技动力。

### 看封面

## 特朗普重返白宫后……



《科学》近日推出特刊,梳理了美国总统特朗普重返白宫后给该国学术界和科研人员造成的影响,并展望未来发展趋势,评估了科学界为减轻乃至扭转此类负面影响所做努力的效果。这期封面直观体现了特朗普再度执政以来美国科学界遭遇的前所未有的动荡。(王硕)  
图片来源:Stephan Schmitz/Folio Art

智利  
项目取消  
天文学家松了口气



本报讯 据《科学》报道,一家能源公司近日宣布,将终止在智利阿塔卡马沙漠建设的一个绿色能源项目——INNA项目。该项目曾因靠近世界最大望远镜而引发争议,其终止决定受到天文学家的欢迎。他们曾警告,该项目的光污染将对地球最黑暗的天空区域之一造成威胁,进而影响该区域的观测台——甚大望远镜和两个未来的设备,即甚大望远镜和切伦科夫望远镜阵列观测站。

智利大学的天文学家 Maria Teresa Ruiz 表示:“这是智利国内及国际天文学界共同努力的结果,得到了大学和民众的支持。”

2024年,美国一家能源公司的子公司 AES Andes 开始着手规划 INNA 项目。该项目将利用太阳能和风能生产绿氢和氨,规模堪比一座小型城市。

宣布取消项目后,该公司强调,这一决定基于对项目组合的战略评估,并非对绿色氢能的长期潜力存疑。

该项目的部分设施原计划建在距离帕拉纳尔山仅 5 公里的地方,帕拉纳尔山山顶正是甚大望远镜的 4 台 8.2 米口径望远镜的所在地。附近的阿马托拉斯山将建设口径达 3.9 米的甚大望远镜,建成后将成为世界最大的望远镜。在第三个地点,研究人员预计将于今年晚些时候开始安装数十台伽马射线望远镜中的第一台,用于切伦科夫望远镜阵列观测站。

“在距离帕拉纳尔山南部边界 5 到 10 公里处设厂,实属挑衅之举。因为这会通过空气中的尘埃、大气扰动和光污染,对观测环境造成无法弥补的损害。”智利大学天文学家 José Maza 说,“如果 INNA 项目不建了,天文学家可以‘松口气’。”

该公司做出这一决定之时,智利对该项目的环评尚未完成。欧洲南方天文台发言人 Bárbara Ferreira 表示:“我们正等待智利环境评估服务局宣布该项目撤回,这将正式宣告 INNA 项目不会继续推进。”(文乐乐)

## 星际航行学院是个怎样的学院?

■本报记者 倪思洁

深度融合,让不同领域的科学家、工程师围绕同一个目标协同攻关。

### 3~5年内 将形成博贯通培养体系

《中国科学报》:学院的育人模式和理念是什么?

朱俊强:学院采用“科教一体”培养模式,让学生从入学便深度参与前沿课题研究,在解决实际科学问题的过程中锤炼能力。同时,注重跨学科知识体系构建,鼓励学生打破思维边界,培养“既懂科学又懂工程,既敢创新又能担当”的综合素质,为我国星际航行事业源源不断输送可持续发展的后备力量。

王赤:学院的育人理念可凝练为“顶天立地、德才兼备”8个字。我们始终坚守立德树人根本任务,在教学培养各环节深度融入思政元素,厚植青年学子“科技报国”的家国情怀与责任担当,将“两弹一星”精神内化为支撑他们勇攀科技高峰、逐梦星际远航的磅礴力量。

《中国科学报》:学院有哪些短期与长期发展规划,在学科建设、师资队伍搭建方面有何举措?

朱俊强:我们将依托国家及中国科学院等人才专项,大力引进国内外顶尖人才和优秀青年教师。3~5年内,形成博贯通培养体系,建设完善的星际试验场,打造完备学科平台,成为国内有影响力的学院;10年内,产出一流成果,形成有国际影响力的学院,成为我国星际航行创新领军人才培养的高地,为建设世界一流高校筑牢基础。

### 实战化培养, “科学家+总师”带队

《中国科学报》:学院在吸引和培养青年人才方面,是否会推出特色的课题实践或交流项目?

朱俊强:学院依托星际航行专项,以实际任务为牵引,科研全过程实战化的培养模式,采取双导师制,即“科学家+总师”带队的架构,通过“前沿课程+强化科研实践”,培养数理基础扎实、专业能力精深的学生,使其具备“从0到1”原始创新与“从1到100”工程转化的双重潜力。

王赤:学院有五大核心特色。一是任务驱动,即深度对接国家重大科技工程,构建“实战化”培养体系,实现教育、科技、人才培养一体化;二是学科交叉,即依托国科大建制化优势,融通科学、技术、工程领域;三是厚基强能,即构筑“通识+专精”知识图谱,夯实数理基础与创新能力;四是前沿引领,即前瞻布局太空环境与宜居性、太空资源利用、太空生存研究等未来科技高点;五是国际视野,即构建全球化培养网络,依托国际宇航等国际大科学计划,培养具有国际话语权的科技领军者。

为此,我们将推出多项创新培养举措,包括真问题牵引、大先生领衔、交叉型课程、实践式训练、国际化育成。选题紧扣国家战略需求——源自国家重大任务背后的科学问题与技术难题,围绕这些“真问题”组建跨学科导师与研究生团队。同时,创新评价体系,打破唯论文导向,将解决实际问题的成果与贡献作为核心评价依据。这些举措相辅相成,形成了打破学科壁垒的全链条人才培养设计。

《中国科学报》:教学与培养指导委员会的成立,将对学院人才培养发挥哪些作用?

王赤:委员会承担星际航行人才培养专项的顶层策划与学术指导职责,成员单位集合了中国科学院多家顶尖院所的雄厚力量。国科大在科教融合机制、学科体系等方面的优势,为打破学科壁垒,依托国家重大任务培养领军人才创造了优质条件。

(下转第2版)

## 全球首个既能解题又可出题的 通用人工智能系统问世

本报讯 (记者李惠钰)由北京通用人工智能研究院、北京大学心理与认知科学院、北京大学智能学院、北京大学人工智能研究院及北京大学武汉人工智能研究院组成的联合团队,研发出全球首个同时具备自主出题和自动解题双重能力的通用人工智能系统——“通矩模型”(TongGeometry)。1月26日,该成果发表于《自然—机器智能》。

据介绍,长期以来,奥林匹克数学竞赛被视为检验人工智能(AI)逻辑推理能力的“试金石”。2024年初,DeepMind 开发的 AlphaGeometry 展示了 AI 在解题方面的巨大潜力。但 AlphaGeometry 本质上是一个“被动解题者”,其训练极度依赖大规模合成数据与昂贵的计算资源。与之相比, TongGeometry 则展现出更高维度的智能——不仅是一个能够满分交卷的“优等生”,更是一位能创造新颖题目的“出题名师”。这在国际上尚属首次,实现了从“模仿解题”到“自主创造”的范式转变。

在性能表现上,TongGeometry 展现了极高的国产原创技术优越性。

相比 AlphaGeometry 需要庞大的算力集群,TongGeometry 仅需单张消费级显卡(如 RTX 4090),即可在最多 38 分钟内解决近 25 国际数学奥林匹克竞赛所有的几何难题,其推理效率和准确率均达到世界顶尖水平。此外,该系统通过创新的“规范化表示”技术,将搜索空间压缩了几个数量级,有效解决了传统方法中的路径爆炸问题。

北京大学心理与认知科学院助理教授朱毅鑫表示,“TongGeometry”的意义不仅在于解题速度的提升,更在于它通过模拟人类数学家的直觉和审美,实现了“小数据、大任务”的范式转化。这种不依赖海量标注数据、通过内部逻辑自我演化的路径,正是通用人工智能发展的关键。

目前,TongGeometry 的原创能力已得到专业学术界和竞赛圈的认可。系统自主生成的 3 道几何新题正式入选 2024 年全国中学生数学联赛(北京赛区)及美国精英奥赛。这是 AI 原创题目首次进入高规格人类数学竞赛。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s42256-025-01164-x>