



平均 22 岁！他带领本科生发现新粒子

■本报记者 赵宇彤

3 月 16 日,高能物理领域的顶级学术会议——莫里翁会议在意大利拉蒂勒举行,一个年轻的东方面孔吸引了全场目光。只见她从容站在台前,打开 16 页的 PPT,沉稳地宣布,他们发现了全新粒子——单电荷双聚重子 Ξ_c^+ 。

会场掌声雷动。这是欧洲核子研究中心(CERN)大型强子对撞机上底夸克(LHCb)实验探测器升级后发现的第一个新粒子,有助于人类深入理解物质的基本组成及其相互作用。

对中国科学院大学(以下简称国科大)物理科学学院 2025 级直博生韩书钰来说,比掌声更热烈的是她的心跳。完成这一成果的,正是国科大物理科学学院教授何吉波与他带领的平均年龄仅 22 岁的本科生团队,这其中就包括曾是国科大 2021 级本科生的韩书钰。

寻找“奇异表亲”

“单电荷双聚重子 Ξ_c^+ ”是大家熟知的中子“奇异表亲”。“何吉波告诉《中国科学报》。

按照粒子物理的夸克模型,物质由 6 种夸克组成:上夸克、下夸克、奇异夸克、粲夸克、底夸克、顶夸克。前 3 种较轻,后 3 种较重。介子由 2 个夸克组成,重子由 3 个夸克组成,统称为强子。人们熟知的质子、中子都是重子。

单电荷双聚重子则由 2 个粲夸克和 1 个下夸克组成,其内部结构预期迥异于普通重子,对理解强相互作用和夸克模型等具有特殊意义。

“不同于我们所熟知的中子比质子更重,对于双聚重子家族而言,电磁力

的作用一反常态地突出。”何吉波解释称,这就导致含有较重下夸克的单电荷双聚重子,反而比含有较轻上夸克的双电荷双聚重子轻。

因此,对单电荷双聚重子 Ξ_c^+ 的精确测量,将为人类深入理解物质的基本组成及其相互作用力提供关键数据。

其实,早在 2002 年,美国费米实验室的 SELEX 实验组就声称已发现单电荷双聚重子,但世界上各大粒子物理实验组没能确认 SELEX 的结果。包括时任清华大学高能物理研究中心主任的高原宁,利用 LHCb 实验对 2011 年的数据进行搜寻,也是如此。

2015 年,何吉波回国前,在一次 LHCb 实验国际合作组年会期间,和高原宁等喝咖啡时聊起了双聚重子。由于实验中已观测到大量强子事例,说明在大型强子对撞机上双聚重子的产生不是问题。

“当时没能观测到双聚重子可能是因为搜寻用的不是其主要衰变道。”何吉波说。因此,回国后他主动找到国内理论家帮忙计算双聚重子的主要衰变道,并于 2016 年底挑选出最有希望的衰变道。

他和高原宁召集并协调了 LHCb 中国组的力量,组织每周一次的会议,对各个关键环节及时把关、跟进,尤其在动量标度的标定上花费不少心血。

“这就像测定一个物体的长度,我们需要先有一把很准的米尺。”何吉波打了个比方。因此,2017 年,当他们首次发现双电荷双聚重子时,就将其质量测量精确到万分之二。这一成果入选 2017 年度中国科学十大进展。

此后,他又带领团队用 LHCb 实验

2011 年至 2018 年的数据,对单电荷双聚重子进行搜寻。

“尽管使用了当时的所有数据,我们也只看到了单电荷双聚重子的迹象。”何吉波回忆道。直到 2019 年,大型强子对撞机停机检修,LHCb 实验探测器进行升级,他们的物理数据分析工作按下暂停键。

虽然实验数据采集中止,但何吉波不敢懈怠。要想在新探测器采集的浩瀚数据中尽快“抓出”单电荷双聚重子,需要提前做好准备工作,也需要更多后备力量的支持。而这次,他将目光投向本科生。

“实际上,本科生只要专注、努力,做得不比研究生差。”何吉波补充说,而且本科生没有发表论文才能毕业的压力,更能胜任开拓性工作。

“科研要趁早”

何吉波大胆决定,带领本科生参与国际前沿科研工作。“我通过实践发现强子谱学研究是比较适合本科生的领域,对 LHCb 实验硬件和软件熟悉程度的要求不那么高,因此本科生在建立起完整的物理图像后就可以相对独立地开展研究。”这是何吉波深思熟虑的结果。

对刚刚踏入大学校园的本科生而言,这无疑是一绝佳的科研“训练场”。谈起与 LHCb 的缘分,韩书钰的思绪被拉回 2023 年夏天。当时,了解到 LHCb 实验正在升级,“探测效率将有所提高,有可能发现此前难以发现的新粒子”,她果断加入何吉波团队。

然而,要想在国际前沿科研项目里

做出点成果,没有过硬的专业知识,无异于纸上谈兵。经过文献调研,韩书钰逐渐掌握了 LHCb 实验流程、相关理论知识和 ROOT(粒子物理数据分析通用软件)编程技巧,又在何吉波指导下,“啃”下了几本厚重的技术手册。

很快,她迎来了全新的挑战。

“触发系统是为了在 LHCb 探测器中海量的质子-质子碰撞事例里挑选感兴趣的进行保留,也是数据得以保存下来的基础。”韩书钰告诉《中国科学报》,由于整个实验的数据存储带宽受限,凡是没有通过触发系统的事例,都会被直接舍弃。

同时,作为双聚重子的重要衰变末态,单聚重子更容易被触发系统识别,但当时的触发条件为了满足带宽要求,控制数据流量,常常“一刀切”地剔除部分信号,影响了双聚重子的重建效率。因此,在探测器升级完成、开始采集新的物理数据前,他们决定开发基于机器学习的双聚重子触发算法,为提升双聚重子的重建效率奠定基础。

这项工作落在了韩书钰头上。“触发算法是一个全新的领域,并非单独运行某个程序,而是一个完整的配置和调试系统。”她犯了愁,这种难题只靠自己一是不能解决的。

在和 LHCb 经验丰富的同事沟通后,她在本科期间着手开发了基于机器学习的双聚重子触发算法。“在高效保留单聚重子信号事例的同时,将本底压低至 10%至 30%,减轻了探测器数据存储压力。”

“科研要趁早。”回望这段特殊的历程,韩书钰无比感慨,“边学边做,反而能实现‘1+1>2’的效果。”(下转第 2 版)

科学家首创线粒体移植新技术

本报讯(记者朱汉斌 通讯员胡冰鑫)中国科学院广州生物医药与健康研究院联合广州医科大学等单位,成功开发出一种全新的“线粒体胶囊”移植技术。该技术将健康线粒体包裹在红细胞来源的囊泡中,在国际上首次实现了向细胞和组织的高效、安全“快速”。相关成果近日发表于《细胞》。

研究团队创新性地将红细胞细胞膜囊泡作为“胶囊”,将健康线粒体包裹其中,形成直径约千分之一毫米的“线粒体胶囊”,在线粒体移植与疾病治疗方面取得三方面突破。

一是高效递送与整合。裸露线粒体移植的导入效率低于 5%,而“线粒体胶囊”技术使约 80%的目标细胞成功接收供体线粒体。这些外源线粒体进入细胞后,主动与细胞原有线粒体网络融合,在细胞内“安家落户”,持续补偿细胞的代谢障碍和功能缺陷。

二是修复基因缺陷。团队针对多种线粒体 DNA 突变患者细胞进行测试,结果显示,移植的健康线粒体成功“上岗”后,细胞内病态线粒体的比例显著下降,濒死细胞的能量代谢迅速恢复,基因缺陷得到有效“代偿”。

三是改善疾病症状。团队构建了帕金森病、利氏综合征及线粒体 DNA 缺失综合征等多种疾病动物模型。在帕金森小鼠模型中,将“线粒体胶囊”递送至病变脑区后,有效阻止了神经元持续死亡,恢复脑区线粒体正常功能,显著改善模型小鼠的运动能力,使之几乎恢复至正常水平。在线粒体遗传疾病小鼠模型中,“线粒体胶囊”治疗显著延长了疾病小鼠的生命,多个器官的功能衰竭得到挽救。

该研究不仅建立了一套安全高效的线粒体移植技术体系,更在国际上首次提出“细胞器治疗”的新概念,为众多由线粒体功能障碍引起的难治性疾病开辟了全新治疗思路。不同于再生医学中通过移植整个细胞来修复组织的“细胞治疗”,“细胞器治疗”直接移植细胞内的功能性“器官”来修复病变细胞。这意味着,未来或许可以将健康的线粒体作为一种“药物”,直接递送到患者体内,修复病变组织和器官的功能。

相关论文信息:https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.02.023

慢性疼痛向抑郁转化的“情绪闸门”获发现

本报讯(见习记者江庆龄)复旦大学青年研究员肖晓、特聘教授傅雷、罗宾斯、教授冯建峰团队发现,海马齿状回在情绪转变中起到关键调控作用,就像一道“情绪闸门”缓和负面情绪,而当“闸门”失效时,兴奋-抑制平衡被打破,抑郁由此出现。3 月 20 日,相关研究成果发表于《科学》。

在长期疼痛人群中,约一半以上会伴随不同程度的抑郁或焦虑症状。这种疼痛-情绪共病不仅加重患者的主观痛苦,也显著增加了医疗利用、自杀风险和社会经济负担。

研究团队系统整合了大规模神经影像数据与啮齿动物慢性神经病理性疼痛模型,从脑结构、功能、神经环路及细胞机制多个层级,系统分析了慢性疼痛向抑郁、焦虑发展的过程。

研究结果显示,大脑中存在一个决定性的“情绪闸门”,而海马是这一“情绪闸门”的核心枢纽。具体而言,慢性疼痛并不会直接导致抑郁或焦虑,是否发展为情绪障碍取决于大脑

情绪调控系统能否维持稳定。在疼痛早期,海马体积短暂增大,功能状态增强;而疼痛持续并伴随抑郁后,海马逐渐萎缩,调控能力下降。这一“先适应,后失衡”的双相变化轨迹,在不同疼痛类型和人群中高度一致,也在动物模型中得到了验证。

机制研究表明,海马中的齿状回是“情绪闸门”的关键节点。在疼痛早期,齿状回内新生神经元及相关信号被激活,表现出对疼痛的适应性和可塑性。而在疼痛维持期,小胶质细胞被激活,进而导致神经环路兴奋-抑制平衡被打破,情绪调控逐渐失败,引发情感障碍症状。

研究团队进一步比较了不同干预节点的效果。结果显示,调控小胶质细胞异常激活可在缓解疼痛相关情绪问题的同时,更好地维持整体功能稳定性,表明小胶质细胞可能是阻断慢性疼痛向情绪障碍转变的更优靶点。

相关论文信息:https://doi.org/10.1126/science.aec6117

何舜平:得有“把冷板凳坐热”的耐心

■本报记者 李思辉 实习生 王悟诚

日前,中国科学院院士、中国科学院水生生物研究所(以下简称水生所)研究员何舜平获得“中国科学院先进个人”称号。

从 1985 年走进水生所大门,到站上中国科学院这个领奖台,已经过了 40 多年。何舜平始终记得,40 多年前,他的导师陈宜瑜语重心长地对他说:“做科学研究,就是要甘于坐冷板凳,要有‘把冷板凳坐热’的决心和耐心,不能急功近利。”这句话让他受用了半生。

“由表及里”,揭示我国淡水鱼类的分类奥秘

近 5 年来,何舜平团队取得了“解码脊椎动物登陆的遗传创新”等若干成果。他坦言,这些成果是建立在 10 年、20 年乃至更长周期的研究基础上的。比如淡水鱼类的分类研究,通俗理解就是给鱼“上户口”,这项工作他整整做了 40 年。

初入水生所,何舜平便在中国科学院院士刘建康、陈宜瑜、曹文宣等前辈科学家指导下,从最基础的鱼类分类学做起,辨认标本、绘制形态图、整理文献资料。

“那时候没有电子数据库,所有文献都是纸质的,标本标签全靠手写,拉丁文命名要反复核对。为了做好分类研究,我还自学了拉丁文。”他说,分类学看似“初级”,却是生物学的基础。没有分类学,就没有后续的系统发育、进化生物学研究。

在分子生物学兴起的年代,分类学常常被视为“陈旧”的学问。一位外国学者曾不解地问他:“你们还在做这么‘奢侈’的学问?”但何舜平始终坚信万丈高楼平地起,哪有只要高楼不打地基的道理?

在水生所相关实验平台,他干了几十年,因为这里“做的是投资型工作,不讲短期效益,讲的是长期积累”。

这场长达 40 多年的耕耘,最近几年终于“瓜熟蒂落”——何舜平团队构建了鲤形目鲤科鱼类最为详尽的系统树,证明了鲤科东亚特有类的独立起源,为建立鲤科鱼类的自然分类系统提供了宝贵的直接证据。这一研究成果在世界著名鱼类学家 Joseph Nelson 所著



2019 年底,何舜平作为鱼类学家参加中国载人深潜。水生所供图

的演化历史还存在大量缺失的篇章。

何舜平介绍,脊椎动物登陆事件发生于有颌类的硬骨鱼类,现存硬骨鱼类包含肉鳍鱼类和辐鳍鱼类。在这两个类群中,物种数量最为繁盛的是肉鳍鱼类中的四足动物(成功登陆的脊椎动物类群)以及辐鳍鱼类中的真骨鱼类。

何舜平联合了国内外多家知名研究机构,对位于总鳍类动物和辐鳍鱼类基部类群,如肺鱼、多鳍鱼、鲟鱼、雀鲷和弓鳍鱼等进行了深入研究,结合古代化石记录,现生物种解剖数据和基因组学数据,重建了脊椎动物早期的系统演化历史。

他们基于物种演化历史的比较分析,首次提出与四足动物陆生适应的遗传调控机制在其硬骨鱼祖先中就已初具雏形,特别是空气呼吸、骨骼运动和心肺发育相关的基因调控机制,为后续肉鳍鱼登陆演化出四足动物这一飞跃奠定了重要的遗传创新基础,而肉鳍鱼共同祖先的陆地适应性则进一步得到完善,为四足动物的最终登陆做好了前期准备。

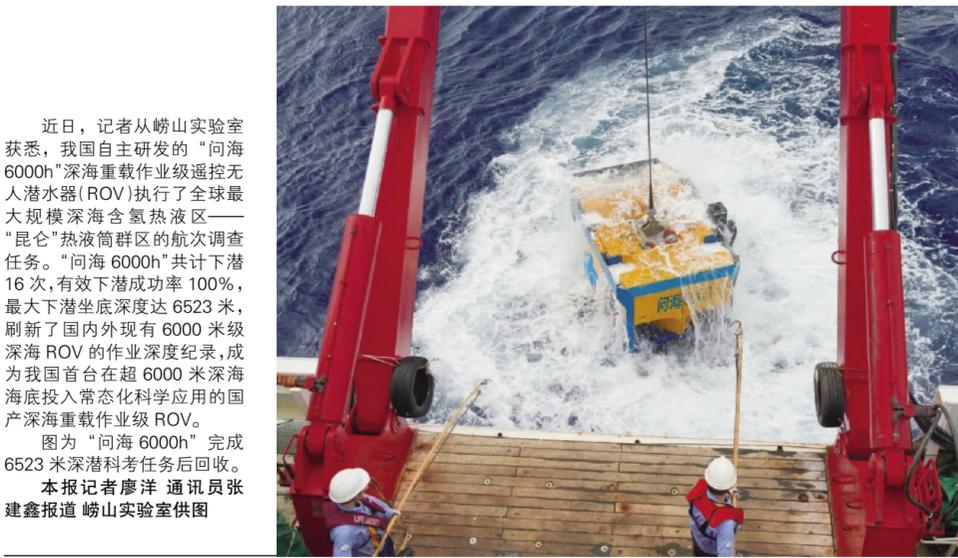
上述成果在《细胞》发表了两篇论文,并被选为当期封面,入选 2021 年中国生命科学十大进展。《科学》发表评论称:“这些新工作带我们回溯了鱼类和四足动物转换的远古时刻。”

美国科学院院士 Neil Shubin 发表评述称,何舜平团队的工作“为脊椎动物水生到陆生演化的研究提供了关键的认知和长期期待的数据”。瑞典皇家科学院院士 Per E. Ahlberg 撰文评价称:“这些工作阐明了通过化石分析无法获得的关键演化历史。”

殊不知,为了成功解码脊椎动物登陆的遗传创新,何舜平苦心钻研了 30 多年。

“由浅入深”,探索深渊鱼类的适应之道

海洋深处是地球上最后一片未被完全探索的领域之一,深渊鱼类更是人类认知的盲区。(下转第 2 版)



近日,记者从崂山实验室获悉,我国自主研发的“问海 6000h”深海重载作业级遥控无人潜水器(ROV)执行了全球最大规模深海含氢热液区——“昆仑”热液筒群区的航次调查任务。“问海 6000h”共计下潜 16 次,有效下潜成功率 100%,最大下潜海底深度达 6523 米,刷新了国内外现有 6000 米级深海 ROV 的作业深度纪录,成为我国首台在超 6000 米深海海底投入常态化科学应用的国产深海重载作业级 ROV。图为“问海 6000h”完成 6523 米深潜科考任务后回收。本报记者廖洋 通讯员张建鑫报道 崂山实验室供图

印度力推国家级 AI 平台发展



本报讯 大约两年前,印度马哈拉施特拉邦借助政府支持的人工智能(AI)平台 Bhashini,为农民推出了一款应用 FarmerChat,旨在用该邦主流的马拉地语,提供政府关于农业计划、天气、病虫害和作物价格等方面的信息。然而,对该邦南杜尔巴尔地区一些使用比利语的居民来说,这款应用完全无法理解。

这正是 Bhashini 面临的挑战。据《科学》报道,Bhashini 是印度一项雄心勃勃的计划。这个耗资 4878 万美元的平台,旨在在全印度实现信息与政务服务的普惠化,让教育与经济差距悬殊、语言种类繁多的印度人都能用上 AI。

“印度有 100 多种语言,数千种方言,但到目前为止,只有 25 至 30 种语言被纳入 AI 领域。”印度 EkStep 基金

会的 Santosh Kevlani 说。Bhashini 由印度电子和信息技术部于 2022 年推出,目前仍在不断升级。例如,上个月在印度新德里举行的全球人工智能峰会上,它发布了 VoicERA 软件,可将该平台的 AI 模型通过电话网络使用。

“我相信 Bhashini 会快速发展,但它需要提高不同方言的识别准确率,这是所有印度大语言模型面临的普遍性问题。”印度人民元语协会首席技术官 Luv Singh 说。

Bhashini 首席执行官 Amitabh Nag 表示,大多数 AI 应用只服务于少数几种全球主流语言,而 Bhashini 则代表了另一种思路——将处理语言多样性的能力作为核心设计目标。

Bhashini 核心组件是开源的,设计上允许任何人和组织——从学术机构、邦政府、初创企业到当地社区组织,添加新的训练数据集并开发新应用。该平台目前可翻译 35 种国际语言和 36 种印度语言,其中 22 种语言支持自动语音识别,用户只需用母语口

头提问,不必打字。

Nag 称,该平台最初面临的挑战是用于 AI 模型训练和基准测试的计算能力有限。更大的障碍是收集和整理训练数据。许多印度语言没有标准化文本,包含语音和文本的数据集分散在各个机构和部门。

Bhashini 团队表示,3 年前的用户反馈起到了重要作用。目前团队正专注于提升翻译质量,而不只是扩展更多语言和领域。研究人员也在参与模型优化。

如今,在马哈拉施特拉邦,FarmerChat 已支持比利语翻译。基于 Bhashini 开发的 Wadhvani 模型利用自动语音识别评估古吉拉特语儿童的阅读流利度。一款名为 Jugabandi 的应用将允许用户用多种语言向 ChatGPT 提问,获取法律和司法救助方面的基础信息。

“我们取得了有意义的进展,但还有很多工作要做。”Nag 承认 Bhashini 仍有很长的路要走,“语言不仅仅是交流的媒介,它还是身份、尊严和机会。”(王方)