



颠覆 70 年认知！“太空合声”之谜揭晓

■本报实习生 葛家诺 记者 倪思洁

在浩瀚无垠的宇宙中，有一种神秘的“合唱”时刻在上演。“合唱”源自地球和行星空间一种神奇电磁波——合声波。它就像太空中的“加速器”，能够把低能量的电子加速到高能状态，甚至引发地球上壮观的极光现象。神秘的波动背后隐藏着怎样的能量转移机制？它为何能在远离地球的深空中产生？这些问题困扰了科学家 70 多年。直到最近，这一宇宙奥秘才被揭开。

近日，中国科学院院士、北京航空航天大学教授曹晋滨团队与美国、瑞典的科研人员合作，在《自然》发表研究成果。他们首次在地球中性片观测到重复的上升调合声波，并揭示了背后的非线性能量转移机制。

宇宙“加速器”：合声波的神秘能量

合声波，全称“哨声模式合声波动”，是一种广泛存在于地球和其他行星磁层的电磁波。其电磁信号转化为声音后，宛如清晨群鸟的合唱。然而，合声波听起来美妙，却潜藏着危机。

合声波不仅能将低能电子加速至百万电子伏特的高能状态，对航天器的稳定运行和航天员的健康安全构成威胁，还与地球极光、极光磁暴的产生密切相关。它甚至能改变近地空间高能电子辐射带结构，进而影响空间天气环境的发展与演化。

自 20 世纪 50 年代以来，合声波一直是空间物理学研究的前沿热点。尽管合声波已被研究了 70 多年，但其产生和传播机制仍充满争议。

“探测合声波背后涉及的基本等离子体物理过程，对等离子体相关领域具有重要意义。”论文第一作者、曹晋滨团队成员刘成明指出，“例如，在核聚变领域，它能够帮助我们更好地理解磁约束难题。合声波研究还可拓展至高能物理领域。它能在极小的空间和时间尺度内将电子能量提升 5 个数量级，是宇宙空间中已知的最强‘加速器’之一。”

刘成明认为，合声波之所以持续 70 多年，主要原因在于合声波一直被认作为行星的偶极磁场密切相关，以往的研究主要集中在地球偶极磁场控制的近地空间，且从未直接测量过合声波内部的能量交换。

探索“无人区”：中性片中的新突破

与以往研究不同，曹晋滨团队另辟蹊径，将目光聚焦于地球中性片这一特殊区域。地球中性片位于地球磁场尾部，磁场结构复杂且与地球偶极磁场的结构明显不同。

研究团队通过对美国国家航空航天局 (NASA) 的国际地球磁层多尺度卫星 (MMS 卫星) 观测数据进行分析，首次在地球中性片发现了重复出现的上升调合声波，并直接测量了合声波内部的非线性场-粒子能量交换。

过去，学术界一直认为合声波仅在地球偶极磁场控制的近地空间出现。但新的研究成果带来了不同的认知。

“我们发现，在距离地球 16 万公里的非偶极磁场中性片区域也会出现合声波，其产生机制与传统的合声波产生机制截然不同，来自非线性波粒相互作用。”刘成明解释说，“这一发现意味着，合声波可能普遍存在于整个宇宙空间。”该成果极大拓展了合声波研究的范围。

至于合声波是如何产生的，研究团队首次观测到“空穴”现象。这些“空穴”可以被形象地理解为电子在太空中“挖”出的小洞。在合声波中，电子的分布并不均匀，在某些方向上变得特别稀疏，从而形成“空穴”。这些“空穴”就像一个“能量发射器”，能够发射电磁波，即人们观测到的合声波。

借助高时间分辨率的观测数据，研究团队确认了合声波的局部生成是由电子运动引起的，并量化了波与电子之间的能量转移速率。他们发现，波强度与能量转移速率存在强相关性，这表明更

强的能量转移会产生更强烈的合声波。

刘成明表示，这一新成果有望为有效防御或减轻合声波的威胁提供理论支持。“我们的工作证实了电子洞或‘空穴’的关键作用。如果能够通过人工手段填补这些洞或‘空穴’，那么合声波将无法产生，也就不会给我们带来辐射危害。”

解锁“新密码”：合声波的应用之路

对于该成果，英国皇家学会院士理查德·霍恩评价：“新发现的合声波在以往认为不可能出现的区域出现，是一个令人惊讶的区域出现的令人惊讶的结果。同时，首次观测到的相空间电子洞是一个非凡的发现。这项工作不仅加深了我们对合声波的理解，还将极大提升我们对高能电子辐射带的预报能力。”

只有团队成员才知道，这项研究的挑战性有多大。“我们必须突破自身认知的瓶颈，要知道，传统认知根深蒂固。”刘成明说，团队深入探索非线性理论，对海量卫星数据进行了细致分析，最终得以从传统认知的束缚中解脱出来。

不仅如此，成果还经历了更为严格的检验。“我们花了大量时间分析数据、验证假设。”刘成明回忆，“当我们看到那些重复的上升调合声波时，才确信找到了新的东西。”

谈及未来的研究计划，刘成明说：“团队将继续深入探索合声波背后的非线性机制，特别是其普遍性和作用条件。我们还将致力于合声波的预防和控制研究，助力空间天气的精确预报。希望研究能够为未来空间科学探索保驾护航。”

他们也期待，有一天能在研究过程中用上我国的卫星数据。“目前国内尚无类似 MMS 卫星的数据，但相信未来会有很多。我们期待能利用国内的卫星数据，进一步拓展合声波研究。”刘成明说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08402-z>

科学家提出推动开放获取的“全球-本地”策略

本报讯(记者高雅丽)近日,中国科学院院士、中国科协联合国开放科学全球伙伴咨询委员会主席杨卫和中国科学院文献情报中心研究员黄金霞在《创新》(The Innovation)期刊撰文,提出促进全球完全开放获取转型的“全球-本地”策略。文章指出,各国建立自己的出版平台不仅符合联合国教科文组织开放科学建议书的精神,还能丰富科技社区的文化多样性,并增进全球对科学的信任。

过去 30 年,中国科研产出以前所未有的速度激增,重塑全球学术版图,中国本地出版平台的发展也得到国际关注。

2024 年 6 月,《自然》刊文提到,“中国相当抵制金色开放获取,他们认为这是一种强加于他们的西方商业模式。金色开放获取模式对中国来说可能是昂贵的,据估计,如果大部分出版转向金色开放获取,中国可能需要支付的论文处理费是目前的 3 到 4 倍,即使订阅成本有所下降。”

“财务承担能力是当前开放获取运动的障碍之一。”针对质疑,《创新》上的这篇文章认为,如果大多数出版转向金色开放获取,作者就需要按照世界平均水平支付论文处理费,这对“全球南方”是不公平的。同时,由于论文处理费政策不透明,科学家和科研资助机构会质疑商业出版公司以此获取不合理利润。

杨卫表示,经估算,中国大陆作者支付的论文处理费从 2019 年的 3.27 亿美元增加到 2023 年的 7.5 亿美元,但全部科研产出的开放获取比例仍低于世界平均水平。

“同时,由于中国科研产出数量较大,如果多数出版转向金色开放获取,即使订阅成本有所下降,中国在论文处理费上的支出也可能是当前的 2 到 3 倍,开放获取财务负担将急剧增加。”杨卫指出。

新方法实现水稻碱-热抗性和产量双增

本报讯(见习记者江庆龄)中国科学院院士、中国科学院分子植物科学卓越创新中心研究员林鸿宣团队与上海交通大学副教授林允舜团队合作,首次提出精准调控植物激素赤霉素(GA)到合适的中等水平是同时提高水稻碱-热抗性和产量的关键,并发现 ATT2 有潜力成为“后绿色革命”基因,为应对全球气候变暖引发的粮食安全提供了新方法,对盐碱地的开发利用和未来农业的可持续发展具有重要意义。相关研究近日发表于《自然》。

上世纪 60 年代以来,育种家利用被誉为“绿色革命”基因的 Sd1 和 Rht-1,对谷类作物的 GA 浓度或信号进行调控,实现了水稻和小麦的半矮化育种,并增强了抗倒伏性。在全球环境面临严峻挑战的今天,迫切需要挖掘作物中的耐盐碱、耐热基因,开发集强抗逆和高产于一体的新型“绿色革命”作物品种。

研究团队历时 6 年,成功分离克隆了水稻碱-热抗性基因 ATT1 和 ATT2。它们是一对编码 GA 合成酶 GA20 氧化酶的同源基因,通过控制 GA 合成,调控 GA 信号途径中的负调控因子 SLR1 (DELLA) 蛋白的丰度,进而影响活性氧的累积和耐热、耐热基因的组蛋白 H3K27 的甲基化修饰水平,最终响应碱-热胁迫。

研究团队表示,这些方法不仅可以提高作物的抗逆性,维持其在盐碱、高温等不利环境下的产量稳定,还可以在正常田间条件下进一步提高谷物产量,有望在水稻、小麦、玉米等主粮作物的育种改良中发挥重要作用。同时,研究结果为培育高产抗逆作物新品种提供了重要的理论依据,也为大面积盐碱地的开发利用提供了新方法。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08486-7>



2月5日,2025年广东省高质量发展大会在广州召开。本次大会围绕“建设现代化产业体系”主题,汇聚各方力量,共谋高质量发展。图为大会综合展区展示的广汽飞行汽车GOVE。图片来源:中新社记者陈曦/视觉中国

阿片类药物替代品来了



寰球眼
本报讯 疼痛虽可治疗,但全球数百万人仍在为之受苦。据《自然》报道,饱受疼痛之苦的人很快就能使用一种名为 Suzetrigine 的止痛药了。它的工作原理是选择性阻断痛觉神经细胞上的钠离子通道,提供阿片类药物水平的疼痛抑制,而不会有成瘾或过量服用的风险。

近日,美国食品药品监督管理局批准美国福泰制药公司的新药 Suzetrigine 上市,用于治疗成人中度至重度急性疼痛。该药物的获批使之成为 20 多年来首个用于治疗急性疼痛的新机制药物。

阿片类药物在美国及其他地区引发了一波过量服用和死亡的浪潮。疼痛医学专家对这种有效且更安全的阿片类药物替代品的到来表示欢迎。与此同时,对于药物开发商来说,Suzetrigine 证明了靶向钠离子通道策略是可行的。

参与该止痛药研发的美国雪松-西奈医学中心麻醉师 Paul White 表示:“能够减少对阿片类药物的依赖,这是一个重大的积极成果。” Suzetrigine 现以 Journavx 的商品名销售,

并不是第一种用于疼痛治疗的靶向钠离子通道药物。

此前研究发现,NaV1.7、1.8、1.9 离子通道主要在感知疼痛的神经细胞中表达。制药行业最初阻断 NaV1.7 的临床结果并不佳,而在实验室中研究和定位 NaV1.9 太难,因此人们将注意力转移到 NaV1.8 上。

福泰制药公司在经过多种尝试后,最终选择研究 Suzetrigine,发现它选择性阻断 NaV1.8 离子通道的能力比阻断 NaV1.7、1.9 离子通道的能力强 3 万倍。

该公司在去年一次大型麻醉学会议上报告称,在 III 期临床试验中,超过 80% 的参与者发现 Suzetrigine 对治疗手术或受伤后的疼痛有效。参与撰写报告的美国加州大学圣地亚哥分校止痛药专家 Jessica Oswald 表示,虽然这种药物偶尔会引起恶心、头晕和便秘,但“它的耐受性非常好”,使其成为许多依赖阿片类药物的人的可行选择,甚至是首选。

不过,Suzetrigine 能否大规模取代阿片类药物不仅取决于临床结果,还有成本。

此外,到目前为止,Suzetrigine 已被证明对急性疼痛有效,而最需要更安全的非阿片类药物替代品的是慢性疼痛领域。许多公司希望在该药的基础上再接再厉,推进新一代 NaV1.8 抑制剂。(王方)



崔海平是一位从事野外台站工作超过 20 年的“老兵”。2025 年春节,他在中国科学院南沙海洋生态环境实验站(以下简称南沙站)连续坚守岗位的第三个春节。

“春节虽然不能和家人团聚,但想到我能国家的海洋生态环境研究贡献一份力量,还是挺满足的。”崔海平所在的海岛距离大陆有 1000 多公里,站在楼顶,目光所及皆是茫茫大海。

《中国科学报》了解到,自南沙站建站十余年以来,工作人员克服种种不利因素的干扰,坚持开展生态、地质、淡水、气象与腐蚀等各类相关监测设施的检测和维护工作。

长期驻岛是常态

南沙站位于南沙群岛美济岛,在深远海海域,自然条件恶劣,常年处于高温、高湿、高盐、高腐蚀、高辐射的“五高”环境中,一年中强风天气有 170 多天,且交通极为不便。不过,这里却是难得的深远海岛观测与科研平台,不仅能够开展长时间序列的观测研究,获取丰富的一手科学数据,还可以为科学家提供全天候的前场实验条件。

“气象数据对于不同学科的研究都非常重要,无论是陆域植被生态、海洋环境生态学研究,还是水文动力、特殊环境背景下材料腐蚀特性等研究。但在南海很容易碰上恶劣天气,如不及时对气象站进行检查和维护,就会影响数据质量和数据记录的连续性。”崔海平说。

海岛上的坚守

■本报记者 朱汉斌

南沙站依托于中国科学院南海海洋研究所,是中国科学院岛礁综合研究中心的前场观测研究与示范平台,目前拥有 3 个园区,设有生态、淡水、水文、地质等相关功能实验室,以及面向岛礁生态环境研究的多学科长期监测系统。

“3 个园区都要保证全年每天 24 小时常态化驻守。”崔海平说,南沙站工作人员早就习以为常。他们平均每人每次驻岛 6 个月,疫情等特殊时期曾在岛上连续工作超过 9 个月。多年来,他们不分节假日坚守在工作岗位,保障了园区的正常运转。

经常单兵作战

郑传阳在岛上已经连续驻守 6 个月了,家人一直盼着他春节回家团聚。“说不想家肯定是骗人的,但这里的工作更需要我。”郑传阳的儿子刚满 1 岁,工作之余郑传阳最喜欢的事就是和家人通视频电话。每当看到儿子天真烂漫的笑容,他心里就暖洋洋的。

“海洋生态环境常态化的监测与实验工作一般需要 3 至 5 人才能完成,但在海上经常是单兵作战。”面对一排真空过滤装置,作为工程师的郑传阳将白天从海潮采集到的海水水样按不同的采样站位置量后,依次加入不同的过滤器中,以收集海水叶绿素及营养盐等检测样品。

“我会把需要完成的实验任务按紧急程度排序,依次处理,这不会影响实验效果,只是花的时间久一些,需要熬夜做。”郑传阳表示,春节期间,除了常规的现场采样观测外,他还要在离岸不远的海上,协调人员开展与科技部重点研发计划项目相关的海洋生态安全智能化监测系统的安装与维护工作。

“海岛生态环境安全关乎海岛的可持续发展,常规的采样和实验检测方法费时费力,安装部署智能化监测系统后,能够在特定海域实现动态监测、评估海岛海洋生态环境健康状况、预警

生态风险,并为海岛生态系统与环境演变研究提供长时间序列的基础数据。”郑传阳说。

虽然亲子陪伴不多,但郑传阳相信,“儿子长大后,会理解我的”。

确保长期性、系统性和连续性

王鹏 2024 年加入南沙站时,站在这片被大海环抱的土地上,心中满是新奇与感慨。“在这里,能够看到的大海是蓝是有不同层次的。”

作为一名海洋化学专业毕业的研究生,王鹏曾多次参与海上调查与野外实验,但初到南沙站,他还是被这里 360 度无死角的绝美海景惊艳到了。

不过,当新鲜劲过去,王鹏面对的是日复一日,相对单调的驻岛生活。“每天工作之余,我没什么地方好去,有时就对着窗外的大海发呆。”王鹏笑道,“不过,我是有心理准备的。上岛前,有驻岛经验的同事对我说:‘在这里待一个星期是度假,待 3 个月以上是修行’。”

2025 年春节是王鹏在南沙站度过的第一个春节。远离了城市的喧嚣和亲人的陪伴,海岛上的生活宁静而孤独,王鹏觉得这个春节很独特。

“野外台站工作虽然艰苦,但是非常有意义。我们进行的每一项工作,都是对南海这片神秘海域的探索和保护,都是对国家科研事业的贡献。南沙站为包括国家自然科学基金、国家重点研发计划在内的重大科研项目提供了支撑,并助力建成国内最大岛礁样品库。”中国科学院南海海洋研究所研究员、南沙站站站长宋星宇对《中国科学报》表示,支撑面向岛礁与南海的生态环境研究工作,是南沙站的立站之本,南沙站全体人员一直坚守职责使命,并为此努力。

“这意味着我们驻岛工作不能有‘断点’,哪怕是春节也要留人坚守一线岗位,确保野外观测研究工作的长期性、系统性和连续性。”宋星宇说。