主编/赵路 编辑/胡璇子 校对/何工劳、肖园 Tel:(010)62580617 E-mail:news@stimes.cn

冲击更高强磁场 为科学研究『加速』

（上接第1版）

房震至今清晰记得2022年8月12日的场景。“整个调试过程中，我一直紧盯电流、电压、磁场的变化趋势。随着磁场不断升高，我的心情愈发激动。我知道我们很快就要达到预期目标了。”

最终，中控大厅屏幕上出现“混合磁体总场强：45.22特斯拉”（1特斯拉=1万高斯）时，房震松了一口气。“团队多年的梦想终于实现了。”

45.22万高斯这一数字刷新了美国此前保持了23年的45万高斯的世界纪录，成为世界可开展科学研究的最高稳态磁场。

两年后的2024年9月22日，团队自主研制的水冷磁体产生了42.02万高斯稳态磁场，打破了2017年由美国水冷磁体产生的41.4万高斯的世界纪录，为强磁场下的科学研究再添一台“利器”。

获得极限磁场从来不只靠磁体本身。磁体要在数十兆瓦功率下反复冲击极限，离不开水冷、电源、低温、中控等支撑系统同步升级、协同运转。

在参观装置时，记者注意到在技术装备厅外矗立着两个“巨无霸”。水冷系统负责人唐佳丽告诉记者：“它们是蓄水罐，用于储存5至6摄氏度的低温冷冻水，为磁体提供冷源。”

“水冷磁体属于电阻型磁体，根据焦耳定律，其发热功率与电流的平方成正比。磁体运行时工作电流非常大，会产生巨大的焦耳热，需要依靠水冷系统把热量带走。以42.02万高斯水冷磁体为例，最大电流达5万安培、运行功率达32.3兆瓦，这相当于5000户人家同时吃火锅、开空调产生的热量被放置在1立方米的体积内。水冷系统利用大量冷却水迅速将这些热量转移出来，保障水冷磁体稳定运行。”唐佳丽补充道，这也是水冷系统占地大的原因之一。

为实现更高磁场强度及更长连续运行时间的目标，多年来，唐佳丽和同事对水冷系统的制冷、供冷及提纯等进行了多轮升级，为高场磁体提供了理想的运行环境。近期，他们调整了运行模式，实现了供冷水的同时蓄冷水，将装置运行时间从约10小时延长至14小时。

今年8月，1985年诺贝尔物理学奖获得者、量子霍尔效应发现者克劳斯·冯·克利钦访问了稳态强磁场实验装置。在深入了解装置的硬件实力与前沿研究成果后，他给予了充分肯定，并特别指出，“中国稳态强磁场已具备国际顶尖的基础设施能力”。

从有到用：让极端条件成为研究“加速器”

两项世界纪录让中国稳态强磁场站上了技术高点，但稳态强磁场实验装置的价值最终要在用户的实验里兑现。

强磁场科学中心磁体运行与实验测量部副主任孟文杰介绍，截至目前，装置累计运行超过74万小时，已为国内外228家用户单位的4100余项课题提供了实验条件，支撑产出论文3200余篇，其中18篇在《自然》《科学》《细胞》发表。

一系列重大科技成果在这里“长”出来：复旦大学教授修发贤团队首次发现基于外尔轨道导致的三维量子霍尔效应，迈出了从二维到三维的关键一步；上海大学教授钟云波团队利用强磁场改善高端特种钢的强度和韧性；北京航空航天大学教授王敬民、蒋成保团队借助强磁场助力金属晶体实现巨大的磁致超弹性效应；中国科学技术大学教授熊伟团队揭示了日光照射改善学习记忆的机制，为了解大脑工作机理以及探索相关疾病发生奠定了基础……

今年4月23日，《自然》以加速预览形式刊发了香港城市大学李丹枫副教授与南方科技大学薛其坤院士、陈卓昱副教授等合作的研究成果。他们依托混合磁体极低温电输运测试系统，在镍基超导材料中首次观测到一种全新现象——低磁场下超导消失，磁场升高后超导态重新出现，为探索磁性关联与非常规超导的耦合机制提供了重要线索。

面向未来，杜海峰规划的路线图很清晰：“更高的强磁场是团队永恒的追求。在强磁场建设方面，短期内，希望在不改变水冷、电源等支撑系统的前提下，通过材料创新实现更高的强磁场；同时，将强磁场与极低温、超高压两种极端实验条件密切结合起来，进一步发挥强磁场的功能。”

在强磁场科学研究方面，依托现有装置，聚焦高温超导、系列量子霍尔效应等物理前沿，同时向生命、材料及交叉前沿领域拓展，期待产出更有影响力的科研成果，服务国家以及地方的经济发展。

从全国版图看，稳态强磁场实验装置与武汉脉冲强磁场实验装置、北京怀柔综合极端条件实验装置、杭州极弱磁场装置以及哈尔滨空间环境地面模拟装置互补。“从弱到强，从快到慢，中国已经形成了一条相对完整的磁场科学研究链条，中国科学家由此获得了更便捷，也更具竞争力的实验条件。”杜海峰说。

科学岛上的那座“不科幻”的实验室内，罐体和管道仍在默默运转。每一次升场，都是一次对物质边界的叩问。而中国稳态强磁场的故事，正从建好走向用好。

科学家用昆虫大脑图谱控制虚拟果蝇

本报讯 在近日于美国华盛顿举行的2026年神经科学学会（SfN）年会上，研究人员展示了一个机器学习模型，可以将果蝇大脑“连接组”（神经接线图）与动物肌肉和感觉器官的表现联系起来，从而预测神经细胞及回路如何协调运动。

“我非常期待他们发布这一模型，这样就能自己上手‘玩一玩’。”美国俄勒冈健康与科学大学沃勒姆研究所的神经科学家Helen Yang说，这种方法“非常有前景”，假以时日，有望从生物学视角带来如何有效控制身体的新见解。Yang参与构建了用于新模型的果蝇大脑连接组，是果蝇大脑连接组联盟成员。

两年前，果蝇研究人员迎来了一个强大的数据平台。2024年，果蝇大脑连接组联盟联合多个实验室在《自然》发表了9篇文章，在人工智能（AI）协助下构建了成年雌性果蝇全脑神经元连接组图谱，对139255个神经元之间的突触相互作用进行了分析，并建立了可供数据下载、程序化访问以及交互式浏览的数据平台。今年9月，美国霍华德·休斯医学研究所（HHMI）等机构的研究人员在《细胞》公布了首个成年雄性果蝇完整中枢神经系统连接组。至此，不同性别的成年果蝇全脑连接组构建完成。

然而，完整连接组目前仅对少数模式物种可用，它们展示了神经系统如何组织，却不显示神经系统如何运作。要想弄清细胞如何精确影响彼此的行为，或者回路中哪些细胞对驱动行为最为关键，研究人员还需要一个“扩展包”，即一个描述这些细胞如何与果蝇身体连接的模型。

HHMI的研究员Mason McGill认为，将连接组数据与复杂的机器学习方法相结合，可能会揭示其中一些动态。

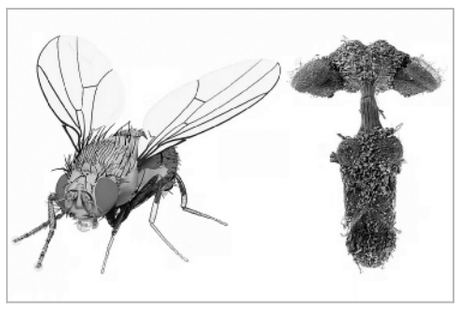
2024年，McGill等人与德国图宾根大学研究团队合作，运用AI和连接组预测了活体大脑中神经元的活动。他们凭借从果蝇视觉系统连接组中收集的神经回路连接信息，以及对该回路功能的预测，创建了果蝇视觉系统的AI模型，预测出回路中每个神经元的活动。相关研究成果发表于《自然》。

当研究人员让这个神经网络检测视频中的移动物体时，它预测了每个视叶神经元的电活动。他们发现，这些活动模式与果蝇对运动作出反应时的实际神经记录一致。

该团队最近开展的工作则将这种方法扩展到运动研究中。首先，研究人员利用高分辨率成像技术，对果蝇身体及其运动方式进行了数字重建，接着他们将身体模型与神经索图谱中相应的细胞连接起来。研究人员将果蝇96块腿部肌肉中的每一块与使其收缩的运动神经元连接起来，并对数千根刚毛和其他通过感觉神经元向大脑发送信号的受体进行了同样的操作。

研究团队对连接完成的数字果蝇进行了一系列模拟，比如提示它向左或向右行走，这会在一组从大脑下行到神经索并帮助调整动物步态的神经元中产生特定的活动模式。该模式与活体果蝇在做类似运动时产生的模式类似。当数字果蝇向前行走时，激活这些人工神经元能使它向左或向右转。

到目前为止，人们只通过模拟大脑来研究飞行和行走。但模拟身体与环境的接触，并将信息反馈给大脑，对此类研究更为重要。Yang说，这类工作可能有助于解释动物为何能如此灵巧地移动身体，这是机器人至今还不能完全做到的。 （徐锐）



为研究果蝇大脑如何控制运动，研究人员将动物身体模型（左）中的肌肉和感觉器官与连接组（右）中相应的神经元连接起来。 研究团队供图



Scaphokogia huachafo 的头部具有独特的不对称结构。 图片来源：Jaime Bran Sarmiento

■ 科学此刻 ■

哺乳动物史上最“歪”的脸

大多数脊椎动物的身体和头骨两侧大致对称，但齿鲸却演化出了不对称的头骨，以容纳负责发声和回声定位的专门器官。比如，抹香鲸和侏儒抹香鲸就拥有哺乳动物中最奇怪的头部形状。如今，科学家发现了一种灭绝的侏儒抹香鲸，把这种不寻常的解剖结构推向了极致。这种鲸被命名为*Scaphokogia huachafo*，生活在晚中新世（距今630万至560万年），体长约2.7米。其头骨显示出任何鲸豚类动物，甚至可能是哺乳动物中最极端的面部不对称。近日，相关研究成果发表于《通讯－生物学》。

“齿鲸的头骨不对称，与额头处参与发声的脂肪结构发育直接相关。但在*S. huachafo*身上，这种不对称远远超出了喷气孔周围的区域。它的两块鼻骨完全偏向了头骨左侧，而面部骨骼的大小和位置也存在显著差异。整个头骨看上去完全歪了。”论文第一作者、德国埃尔朗根－纽伦堡大学的Aldo Benites-Palomino解释说。

“这种鲸的脸严重左偏、吻部过大且向下弯曲，打破了现存鲸类的所有对称与优雅法则。”Benites-Palomino说，“它的解剖结构如此怪诞，以至于huachafo似乎是最贴切的名字。”Huachafo一词源自秘鲁西班牙语，用来指任何夸张、怪异或在美学上难以归类的东西。

这块引人注目的化石于20世纪90年代中期出土于秘鲁南部的皮斯科组地层。这片荒漠地区以保存异常完好的古代海洋动物化石而闻名。

2015年，Benites-Palomino在秘鲁利马自然历史博物馆准备本科毕业论文时见到了这件标本。它极不规则的形状立刻引出了一个关键问题：这头鲸活着的时候头骨就这么歪，还是数百万年的地质压力使它变形了？

“遇到变形如此严重的头骨，首先想到的是埋藏学问题。”Benites-Palomino说，“但其骨缝是完全闭合的，头骨其余部位也没有骨折、病变或变形。这是真实的生物学特征，而非保存不佳所致。”研究证实，这种极端的不对称是这头鲸自然解剖结构的一部分，而非埋藏、石化或疾病造成的损伤。

这头鲸奇特的头骨也为它的生存方式提供了线索。现代抹香鲸通常在深海追捕鱿鱼，而*S.huachafo*似乎采取了一种迥然不同的猎食策略。结构解剖表明，它非常适应在浅海水域的海底搜寻食物。它最显著的特征之一是巨大的管状吻部，后者被致密的骨骼和已骨化的软骨加固。这些沉重的结构如同天然压舱石，使鲸的重心向前、向下移动。

它的吻部相对头骨其余部分也以31度角向下倾斜。科学家通过重建头骨与第一颈椎之间的关节，确定*S.huachafo*的头部最多可向下弯曲55度。

“整个颅颈复合体都经过改造，使吻部直指海底。”论文共同作者、瑞士苏黎世大学的Gabriel Aguirre-Fernández解释说，“致密骨骼、向下弯曲的吻部和灵活的颈部关节，使得这种动物能贴着海底游动，在沉积物附近觅食。”

研究人员还认为，这种鲸可能依靠高度特化的回声定位系统，在沉积物下定位猎物。与其他在海底觅食的海洋哺乳动物不同，*S. huachafo*没有敏感的面部触须，也没有特化的视觉适应结构帮助其觅食。相反，它极度不对称的头骨可能支撑了一套精巧的生物声呐系统，使其能探测隐藏的猎物。

这种不寻常的摄食策略代表了一种在现代海洋哺乳动物中已不存在的生活方式。随着中新世末期海洋环境的变化，*S. huachafo*占据的生态位消失，最终让位于今天人们熟悉的海洋哺乳动物。 （侯慧静）

相关论文信息：*https://doi.org/10.1038/s42003-026-11074-2*

AI新方法可能有助优化败血症急诊救治流程

据新华社电 英国伦敦国王学院日前发布消息说，该校研究人员开发出一种新方法，可通过分析败血症患者的就诊记录，找出对人工智能（AI）模型预测影响较大的环节，有望帮助医院查找败血症急诊救治延误的可能原因。

据世界卫生组织介绍，败血症是人体对感染产生异常免疫反应，进而导致器官功能障碍的一种危及生命的急症。若未能及早发现并及时治疗，患者可能出现休克、多器官衰竭，甚至死亡。

针对出现败血症相关症状的患者，急诊就诊过程可包括分诊、抽血、医生接诊等环节。现有AI模型可利用这些就诊记录预测患者是否需要住院，但往往难以说明预测依据。

伦敦国王学院团队开发的新方法以一名患者的实际就诊记录为基础，模拟几种与原记录相近且在实际就诊中可能发生的情形。研究人员把这些模拟记录交给同一个AI模型，比对模型在不同情形下给出的预测，看看哪些就诊环节发生变化时，预测结果也会改变，从而判断哪些环节对原来的预测影响较大。

团队使用包括医院败血症病例记录在内的多组数据测试了这一方法。结果显示，与其他方法相比，新方法给出的解释总体上更稳定、更简洁。

研究人员说，这一方法还可纳入医护人员的专业判断，有望帮助医院确定应优先改进哪些环节。相关成果已在电气电子工程师学会国际数据挖掘会议上报告。 （张家伟）

法国发布新计划强化网络安全

据新华社电 法国总理勒科尔尼11月19日宣布一项旨在加强网络安全的政府计划，包括动用2亿欧元资金发展网络安全技术，强化法国数字主权，以及加强对民众数据和国家政府信息系统、关键基础设施及企业的网络安全防护。

根据法国政府当天发布的公报，这笔资金将重点用于提高网络攻击检测、安全漏洞识别和防御自动化水平，同时支持发展新的网络安全技术能力、加强关键技术安全防护以及推动本国网络安全产业发展。政府还计划将其中一部分资金用于加强人工智能时代软件开发链的安全，支持后量子加密技术研发、未来电信网络保护以及数字设备安全评估能力建设等。

在政府信息系统安全方面，法国要求从2027年起，各部委将至少5%的数字化预算用于网络安全，并争取到2030年将这一比例提高至10%。

在关键基础设施和企业防护方面，法国将强化近2万个机构的网络安全义务，重点保护能源、水务等基本服务设施。法国国家信息系统安全局将加强对高风险联网设备的检查，并帮助能源企业提高网络攻击检测和防御能力。

法国近期接连发生网络攻击事件。10月，法国数百家超市的制冷系统遭到网络攻击，部分设备温度被恶意修改。11月初，法国血液机构部分冷库遭网络攻击，出现运行参数异常。此外，法国互助信贷阿凯亚银行也遭到网络攻击，涉案金额超过1亿欧元。 （罗毓）

新型传感器可监测洋葱茄子“内心压力”

本报讯 从高大的棕榈树到洋葱、茄子等蔬菜，即便是一株植物也会承受压力。如今，一支工程师团队设计出了一种新型传感器，可以直接附着在植物上并深入其内部，实时追踪植物对干旱、火灾等压力源的响应情况。该研究11月12日发表于《细胞报告－物理科学》。

这种硬币大小的装置由传感器和极细小的针组成，能够刺入植物内部而不对其造成伤害。研究团队希望，未来该设备能帮助农民及时了解作物是否处于压力状态。

“对于沙特阿拉伯及其他干旱地区而言，由于农业生产深受高温和水资源匮乏的影响，能够增进我们对植物压力响应认知的技术或许尤为宝贵。”论文第一作者、沙特阿拉伯阿卜杜拉国王科技大学的Mufeeda Mundummal表示。

这项研究的关键在于一种虽然很小却至关重要的分子：过氧化氢。植物在白天会自然产生少量过氧化氢。这种分子发出的信号有助于植物激活针对真菌和细菌等病原体的防御机制。

当植物暴露于高温或强光等压力条件下时，它们的细胞便会产生大量过氧化氢。高剂量的过氧化氢会损伤植物组织，并可能引发其他问题。

科学家在监测植物中的过氧化氢水平时一直面临挑战，在避免因采集植物组织而对其造成损伤时尤为如此。

“植物不断对其周围环境作出反应，但许多反应对我们而言是看不见的。”论文作者、阿卜杜拉国王科技大学的Khaled Salama表示。

Salama及其同事希望让不可见的东西变得可以观测。为此，该团队利用激光制造了一种由石墨烯构成的过氧化氢传感器。该传感器置于一枚硬币大小的装置中，并放置在植物叶片的上方。

这种传感器的针头宽度仅为0.4毫米，能够从叶片内部吸取少量液体。它们非常细小，不会对植物造成损伤。

在一系列实验中，研究人员对传感器进行了测试。他们将设备安装在温室中生长的芦荟植株上，随后用特别明亮的光线照射其中的一些植株。

这种多肉植物随即出现了一定程度的应激反应。在正常生长温度（约19摄氏度）下，研究团队开启了强光，植物体内的过氧化氢水平急剧上升；而在较高的生长温度（28摄氏度）下，这种上升更为剧烈。在这两种情况中，过氧化氢水平均在约1小时后开始下降。

研究人员指出，对温度和光照变化的敏感反应，可能会给许多重要植物物种带来麻烦，因为全球气候正在发生变化，热浪也愈发频繁。

为使农户能够真正利用这些设备来监测作物，研究团队仍需开展多项工作，包括在多种植物上测试他们的设计方案。无论如何，这种设备有望实现对植物内部运作机制的实时洞察，且细致程度前所未有。

“我们的研究将植物健康监测推向对生理压力信号的直接测量，而非仅依赖可见症状或外部的环境条件。”Mundummal表示。

（赵熙熙）

相关论文信息：*http://dx.doi.org/10.1016/j.xcrp.2026.103630*