

# 人工神经元成功与活脑细胞“对话”

本报讯 科学家打印的一种人工神经元,不仅能模拟活体神经元,还能直接与真实的脑细胞相互作用。这种灵活且低成本的装置能够产生与神经元极为相似的电信号,从而激活生物脑组织。相关研究成果近日发表于《自然-纳米技术》。

在小鼠脑切片进行的实验中,人工神经元成功触发了真实神经元的反应。这意味着电子设备与活体神经系统的兼容性达到了一个新的水平。

该技术可应用于脑机接口和神经假体,例如帮助恢复听觉、视力或运动功能的植入物,同时为受大脑启发的新一代计算机系统指明了方向。通过模拟神经元的信息传递方式,未来的硬件能够用更少的能量完成复杂的任务。

“我们生活的世界将由人工智能(AI)主导。”研究负责人、美国西北大学的Mark C. Hersam表示,“要让AI变得更聪明,就需要用越来越多的数据来训练它。这种数据密集型训练会带来巨大的能耗问题。因此,我们必须研发出更高效的硬件来处理大数据和AI。由于大脑的能效比数字计算机高出5个数量级,因此从大脑中汲取下一代计算技术的灵感是有意义的。”

现代计算机通过在刚性二维硅芯片上集

成数十亿个相同的晶体管来处理不断增加的工作量,并且每个组件都以相同的方式工作。一旦制造出来,整个系统便保持不变了。

而大脑的工作方式则截然不同。它由多种类型的神经元组成,每种神经元都有专门的功能,并排列成柔软的三维网络。这些网络会不断变化,随着学习过程来形成或调整连接。

“硅芯片通过集成数十亿个相同的器件来实现复杂性。”Hersam说,“所有器件都是相同的,一旦制造完成就变得刚性和固定。大脑则恰恰相反,它是异质的、动态的和三维的。要向这个方向发展,就需要新的材料和制造电子产品的新方法。”

尽管此前已有过人工神经元问世,但大多数产生的信号过于简单。为实现更复杂的功能,工程师通常需要庞大的设备网络,而这会增加能耗。

为更好地模拟真实的神经活动,团队使用更接近大脑结构的柔软可印刷材料制造了人工神经元。他们使用由二硫化钨纳米薄片和石墨烯制成的电子墨水,其中二硫化钨用作半导体,石墨烯用作电导体。这些材料通过气溶胶喷射印刷技术沉积到柔性聚合物基底上。

此前,研究人员将这些墨水中的聚合物视

为缺陷,因为它会干扰电性能,因此在印刷后将其去除。而在这项研究中,团队却利用这一特性提升了器件性能。

“我们不是完全去除聚合物,而是让它部分分解。”Hersam说,“当我们给器件通电后,这些聚合物会进一步分解。这一过程以空间不均匀的方式发生,并形成导电丝,从而使所有电流集中在一个狭窄的区域内。”

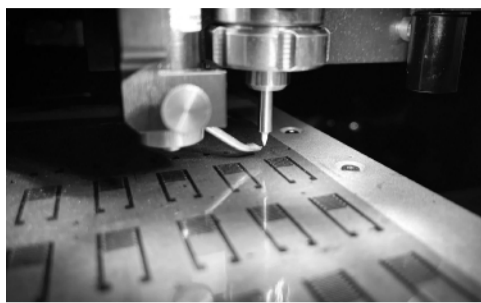
这种狭窄的导电回路会产生类似神经元放电的突然电响应。由此制成的设备可以产生各种各样的信号,包括单峰、持续和爆发式放电,与真实的神经通信极为相似。

由于每个人工神经元都能产生更复杂的信号,因此执行高级任务所需的组件会大幅减少,有望显著提高计算效率。

为评估人工神经元能否真的与活体系统相互作用,研究人员将人工信号应用于小鼠的脑切片。结果表明,这些信号能可靠地激活真实神经元,并以类似自然大脑活动的方式触发神经回路。

除性能外,这种新方法还很环保,制造过程简单且成本低廉,增材印刷技术仅在需要的地方沉积材料,减少了浪费。

“为满足AI的能源需求,科技公司正在建



Hersam实验室中的一台气溶胶喷射打印机将电子墨水沉积到柔性聚合物基底上。图片来源:美国西北大学

造专用核电站供电的千兆瓦级数据中心。”Hersam说,“显然,这种巨大的能耗将限制计算技术的进一步升级,很难想象下一代数据中心需要100座核电站供电。另外,消耗千兆瓦级电力会产生大量热量。由于数据中心用水冷却,因此AI给水资源供应带来了巨大压力。无论从哪个角度看,我们都需要为AI研发更高效的硬件。”

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41565-026-02149-6>

## 古典与爵士乐越来越像流行乐

本报讯 一项研究显示,20世纪中叶以来,古典乐和爵士乐变得更加简单和统一,其复杂性更接近流行和摇滚等音乐流派。研究人员认为,音乐数字化让艺术家更容易获取并从录音作品中汲取灵感,从而影响了不同流派的创作。相关研究4月23日发表于《科学报告》。

此前研究表明,流行歌曲的歌词和旋律近年来已变得更加简单,但尚不清楚古典乐和爵士乐等被视为“复杂”的流派是否也受到了类似影响。

在这项研究中,意大利图西亚大学的Niccolo Di Marco、罗马大学的Walter Quattrocchi和同事分析了1600年至2021年间创作的21480首歌曲和乐曲的旋律与和声。他们发现,古典乐的复杂度在1900年前曾多次起伏,但在整个20世纪呈现出显著下降的趋势。同样,爵士乐作品的复杂度在20世纪五六十年代达到顶峰,此后便呈下降趋势。

总体而言,20世纪早期的古典乐和爵士乐作品比流行、摇滚、电子或嘻哈歌曲更为复杂。然而,20世纪中叶之后,古典乐和爵士乐作品的复杂度与其他流派的歌曲更为接近,其结构与和声也变得更加相似。

研究人员指出,他们的发现未必意味着音乐创造力的衰退,并强调该研究未评估歌词、制作、声音设计及文化背景等音乐复杂性的其他要素。

研究人员推测,除和声之外的音乐特征可能正越来越多地被用于表达歌曲创作与作曲中的复杂性。他们补充道,未来研究可通过分析歌曲结构的多重维度,包括旋律、歌词内容及拍号来深入探讨这一问题。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41598-026-42872-7>

## 美国太空探索技术公司拟巨资收购AI编程平台

据新华社电 美国企业家埃隆·马斯克旗下的美国太空探索技术公司近日表示,已与人工智能(AI)编程平台——“光标”代码编辑器(Cursor)所属公司达成协议,在今年晚些时候以600亿美元收购Cursor,或支付100亿美元作为双方合作费用。

太空探索技术公司4月21日在社交媒体平台X上发文说,该公司正与Cursor所属公司紧密合作,推进编程AI及知识型AI的开发。Cursor所属公司拥有领先的产品以及面向专业软件工程师的分发渠道,太空探索技术公司则拥有相当于百万枚H100芯片算力的“巨兽”超级计算机,两者强强联合有助提升模型能力。

Cursor所属公司方面一天表示,正与太空探索技术公司合作加速模型训练。该公司约6个月前推出首款智能体编程模型,并持续进行性能优化。此前因算力有限,模型训练受到一定制约,未来将借助太空探索技术公司的超算资源进一步提升模型能力。

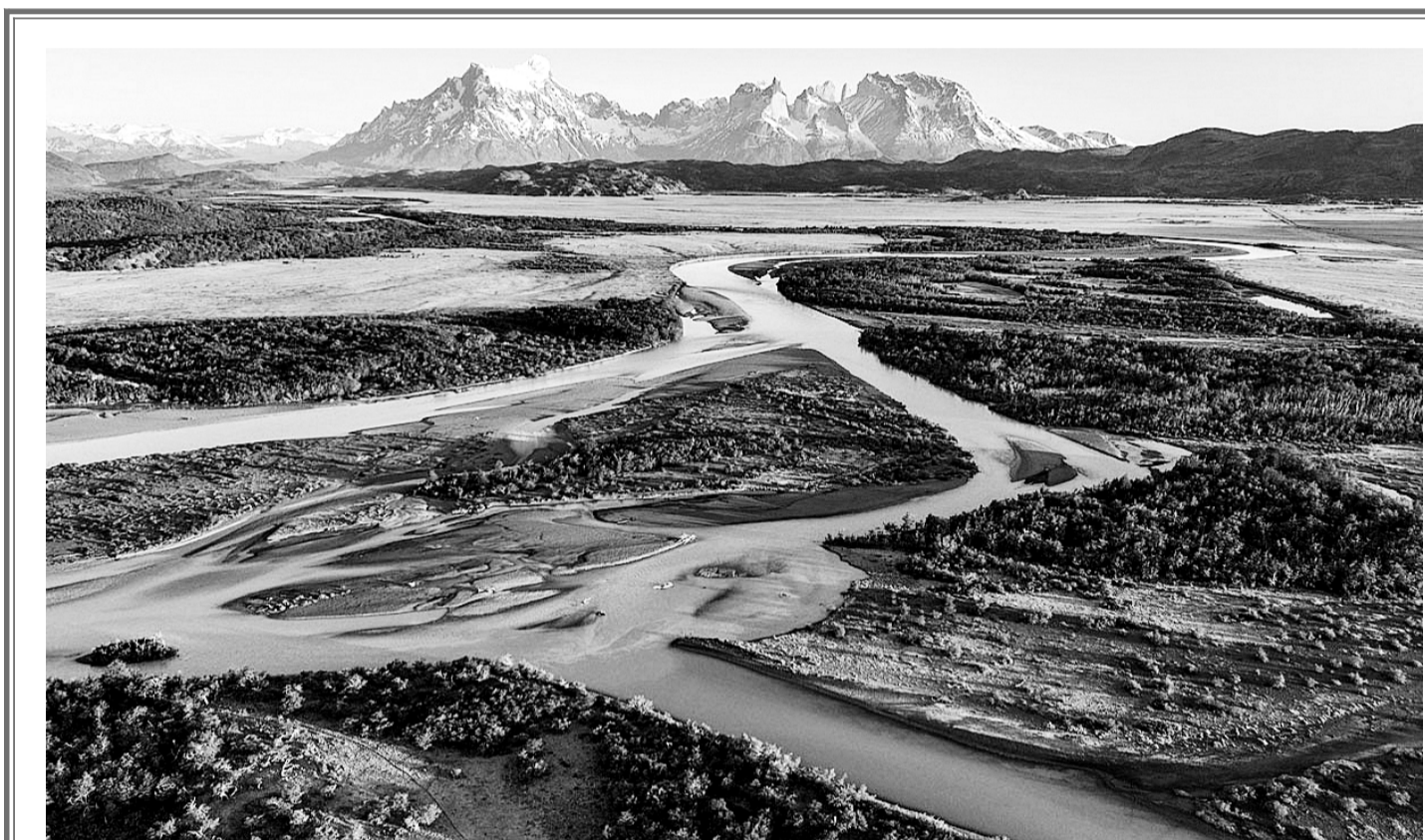
## 日本再现禽流感疫情将扑杀23万只鸡

据新华社电 日本农林水产省4月22日发布消息,经基因检测确认,日本青森县东北町一家禽农场发生高致病性禽流感疫情。这是日本全国本流行季确认的第24起禽流感疫情。

日本农林水产省当天发布公报说,发生禽流感的家禽农场共饲养了约23万只蛋鸡。青森县相关部门21日接到这家农场的通报后进行了禽流感易感检测,结果呈阳性。22日,基因检测结果确认这家农场的鸡感染了高致病性禽流感病毒。

公报说,相关部门将对这家农场饲养的所有鸡进行扑杀、焚烧和掩埋处理。农场周边半径3公里以内范围划为“移动限制区域”,限制家禽尸体及可能致病病原体扩散的物品移动;周边半径3至10公里范围划为“搬出限制区域”,限制该区域内农场禽类和蛋类产品运出。

每年秋冬到次年春季是日本的禽流感流行季。2025年10月22日,北海道白老町确认日本本季第一起禽流感疫情。(李子越 陈泽安)



研究人员发现,南美洲的遗传历史与其生态系统一样复杂。图为智利托雷斯德尔佩尼亚的河流。图片来源: redtea/iStock

## 科学此刻

### 古人三迁 定居南美

南美洲是人类定居的最后一个大陆,许多科学家曾认为这一过程相当简单:大约1.5万年前,大多同种族的古人来到这片大陆,适应了茂密丛林和高原之巖生活,并最终留了下来。

然而,一项4月22日发表于《自然》的研究揭示,这些迁徙并不简单。研究团队分析了来自南美洲及其他地区的古代与现代人类基因组,发现至少有3种基因存在差异的人群分布在这片大陆上。其中一些人还携带着从澳大利亚祖先那里获得的有利基因。

“殖民时代前的遗传多样性大多已丧失。”德国图宾根大学的Cosimo Posth表示,这让科学家更难还原南美复杂的人口历史。因此,哪怕重新找回一部分多样性,“都是一项极为重要的工作”。

在这项研究中,通讯作者、巴西圣保罗大学的Tabita Hunemeier与拉丁美洲多国研究者及原住民社区合作,对从墨西哥北部至阿根廷南部的128个全基因组进行了测序,并与现有数据库及已发表的古代基因组数据进行了比较。

此前的工作已确认人类定居南美洲的前两波迁徙潮:最早一批人与1.2万年前埋葬在美国蒙大拿州的安齐克儿童具有亲

缘关系;大约发生在9000年前的第二波迁徙潮,则对大多数古代和现代南美人的基因作出了更大贡献。如今,Hunemeier团队发现了第三次迁徙的证据,这些人的基因特征在约1300年前的数据中首次出现,随后广泛扩散至整个南美大陆,甚至进入加勒比地区。他们显示出与墨西哥及中美洲人具有亲缘关系,但研究人员尚无法确定其确切来源或最近的亲族。

“如果没有源头人群或来自古DNA

的直接证据,我们很难真正厘清第三波迁徙是如何以及何时发生的。”Posth说。

该研究进一步挖掘了困扰美洲遗传史十多年的一个谜团:为何一些古代和现代南美人的基因组中会出现澳大拉西亚祖先的痕迹?这一血统的基因变异仅占携带者遗传成分的约2%,但在过去1万年里却异常稳定。“这一信号反复出现,一定具有某种意义。”Hunemeier说。

Hunemeier推测,携带这一血统的人曾在白令陆桥生活了数千年,之后才向南来到美洲地区。这片如今已被淹没的陆地曾连接着西伯利亚东部与阿拉斯加地区。

Hunemeier团队还首次探究了这些源自澳大拉西亚祖先的基因是否具有某些优势。研究人员发现,其中至少一些基因与生育能力和免疫反应有关,且显示出自然选择的痕迹。这表明它们可能在特定环境下提供了进化优势。Hunemeier说,如果真是这样,或许就能解释为何这些基因能被长期保留,但这一假设仍需进行更多验证。

Posth评价道,“这项研究向前迈进了一步”,即便“这仍不是最终的答案”。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10406-w>

## 33家肉奶企业98%的环保主张是在“漂绿”

本报讯 世界上最大的肉类和乳制品公司都向公众承诺应对全球变暖,但一项分析显示,几乎所有承诺都是在“漂绿”。漂绿是一个环保术语,指企业或组织通过虚假宣传夸大环保成效的行为,其常见手段包括无净零计划、使用误导性标签、隐瞒生产环节污染等。4月22日,相关研究成果发表于《科学公共图书馆-气候》。

畜牧业是导致气候变化的主要因素,产生的温室气体排放量至少占全球的16.5%。面对外部的质疑,该行业作出大量可持续发展的承诺。

为评估这些承诺的有效性,美国迈阿密大学的Jennifer Jacquet和同事分析了2021年至2024年全球33家最大肉类和乳制品企业的最新可持续发展报告,以及面向消费者的网站。“我们想弄清楚哪些是真实的,哪些是公关手段。”

研究团队确定了1233项环境声明。“其中98%都可被归类为‘漂绿’。”Jacquet说,这些主

张具有欺骗性或故意误导,例如仅对未来的气候承诺模糊表态,却未提出明确的实现计划。超2/3的声明缺乏任何支持证据,仅有3项主张得到了科学文献的支持。

目前,在接受评估的33家企业中,有17家设定了净零排放目标。然而,这些承诺看起来遥不可及,且依赖于碳补偿而非实际减排。

企业宣传的那些更为具体的措施在规模上远不及那些面向未来的承诺般宏大。比如,一家公司的再生农业试点仅涉及24家农场,占该公司全球总运营规模的0.0019%。其他公司则在包装上做了一些微不足道的调整,包括将香肠包装上的胶带宽度缩减3毫米。

“研究有力揭示了该行业的许多主张不过是‘粉饰门面’而已。”英国牛津大学的Marco Springmann表示。

英国阿伯丁大学的Pete Smith参与了用于分析企业声明的评估框架。他表示,这些结果“对我来说并不意外”。

其他专家指出,“漂绿”在该行业依然普



乳制品行业的环保声明正受到严格审查。图片来源: Witthaya

遍存在,包括过度承诺,表现得比实际更环保等。英国利兹大学的Tim Benton表示,“不可避免的是,有些市场参与者会利用公关手段和虚假信息来‘粉饰’自己的业务。”

相关论文信息: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000773>

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

### 星形胶质细胞通过可塑性网络连接大脑特定区域

美国纽约大学的Moses V. Chao团队发现星形胶质细胞能够通过可塑性网络连接大脑的特定区域。相关研究近日发表于《自然》。

神经轴突传统上被认为是脑区间功能连接的主要媒介。然而,星形胶质细胞介导的通信作用在很大程度上被低估了。星形胶质细胞通过缝隙连接相互通信,但这种通信的范围和特异性仍然知之甚少。

星形胶质细胞缝隙连接对于记忆形成、突触可塑性、神经信号协调以及视觉和运动关键期的关闭至关重要。这些发现表明,这种通信形式对中枢神经系统的正常发育和功能不可或缺。尽管星形胶质细胞缝隙连接网络十分重要,但研究它们一直颇具挑战性。现有的方法会破坏网络连接,并因组织损伤引入误差。

为此,研究团队开发了一种基于矢量的方法,能够在清醒、行为正常的动物中标记经由星形胶质细胞缝隙连接流动的信号,从而突破上述限制。研究人员随后利用全脑组织透明化技术对这些完整的三维星形胶质细胞网络进行成像。结果显示,多个星形胶质细胞网络穿越小鼠大脑。这些网络并非无差别扩散,而是选择性地连接特定脑区,其大小和组织结构各异。

研究人员还观察到了局限于单一脑区的局部网络,以及稳健地跨半球连接多个脑区的长程网络,后者通常呈现出与已知神经网络不同的模式。他们证明了在感觉剥夺后,成年大脑中的星形胶质细胞网络会发生结构重组。

上述发现揭示了一种远隔脑区之间的通信方式。该方式由缝隙连接耦联的星形胶质细胞构成的可塑性网络介导。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10426-6>

更多内容详见科学网小柯机器人频道: <http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

## 周翊:核反应堆“玩”家的取舍

(上接第1版)

“钍基熔盐堆项目离不开任何一个专业、任何一个人。无论哪个专业团队站在台前,背后都是整个团队的合力托举。”周翊说。

自豪:没几个人能“玩”反应堆

2024年6月17日,钍基熔盐实验堆首次满功率运行。这意味着,经过十几年的艰苦攻关,这件事情做成了。

“在钍基熔盐堆功率提升过程中,反应堆怎么控制,系统怎么升温、升负荷,参数调到什么水平,以及操作指令与流程都是我们自己确定的。”周翊说,“我国自和平利用原子能以来,真正有机会设计和决定核反应堆如何运行、操纵核反应堆系统做实验的人不多。所以我们觉得非常幸运,能成为站在一群人肩膀上‘玩’反应堆的人。”

每次功率提升,研究人员都要进行一系列计算分析和预测,然后通过实验验证,利用实验结果修正下一个功率目标的预测分析。“研究越扎实,实验数据越多,后面的预测就越准确。最后我们能以很小的偏差预测下一个‘功率台阶’的参数,也可以推断出什么时候能达到设计指标。”周翊说。

选择:人生没有平衡,只有取舍

2025年11月,全球首次熔盐堆加钍实验成功并获取数据的消息报道后,沉寂十几年的钍基熔盐堆团队开始被公众“看见”。

从最初的基础研究、技术攻关、堆型设计,到实验堆安装、调试、临界、功率提升,十几年里,钍基熔盐堆研究团队没有论文、无人知晓、不被理解。但他们已经习惯了以10年为研究单位,默默无闻、埋头钻研。

调试和功率提升阶段,周翊带领的热工流体力学团队分批到基地驻场。那时,周翊的孩子刚上小学,她连续4年都不能在开学时陪在孩子身边。

“每学期开学我都想给孩子包个书皮,孩子爸爸包的书皮皱巴巴的,我很嫌弃。”周翊笑着说,语气里却藏着愧疚。

谈及被出差切割得七零八碎的生活,周翊感慨:“平衡其实不存在,大家能做的只有取舍。”

“这种经历也是难得的。”周翊说,“如果能换来从事开创性研究的机会,我愿意付出这样的代价。”

周翊和团队还在继续攀登。2024年6月实验堆满功率运行成功后,他们锁定了新目标——30兆瓦熔盐堆。

“好像又回到2017年夏天实验堆设计方案确定的时候——我们要不断拿出结果、推翻重来,突破新认知。”周翊说,“但这次又有些不一样,我们已经完整地走了一遍,知道自己目前在哪儿、面对的是什么、未来要去向何方。”

回首前路,周翊从中提炼出“问题、时间、同伴、选择、抵达”几个关键词,也坚信这是团队未来力量的源泉。

“钍基熔盐堆把我们锚定在热工流体力学这个科学问题上,我们选择了这个方向,走了一条无人知晓、没人相信能走通的路。”周翊说,“我们相信,就像油画中那群攀登者一样,只要做出选择、不懈努力,经历时间的磨砺后,终将登顶。”