

读懂大脑“化学语言”迈出关键一步

● 本报记者 张双虎

人类通过大脑认知世界，却对大脑知之甚少。

原因之一是大脑有两种“语言”——电信号和化学信号。目前，人们可以“读懂”大脑的“电语言”（读取并解译电信号），而对“化学语言”（神经元释放的神经递质等化学信号）的“译读”却束手无策。

近日，中科院化学研究所研究员于萍和毛兰群团队与合作者在《科学》发表论文，报道了一种聚电解质限域的流体忆阻器，并利用单个器件，首次实现了神经化学信号与电信号转导的模拟。

这意味着，未来人们有望读取大脑的“化学语言”，更好地模拟大脑，实现与大脑的智能交互。

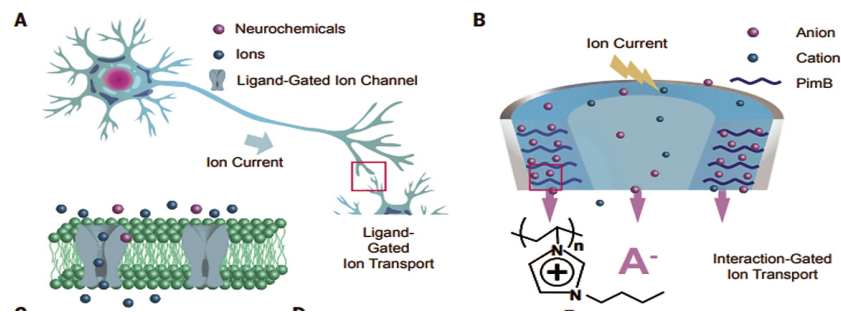
探索大脑“千帆竞发”

从人工智能到类脑智能，从记录信号到脑机融合，从信号识别到智能感知，人类对大脑的探索及其运行机制和功能的模仿越来越深入。

目前，很多国家和地区在积极布局类脑领域研究。欧盟开展了“人类脑计划”，美国启动“推进创新神经技术脑研究计划”，我国也开启了科技创新2030——“脑科学与类脑研究重大项目”等。

在类脑研究领域，当前主要集中在以下方面：一是类脑智能，即神经形态计算，旨在模拟人类大脑的形态结构及信息处理机制；二是脑机融合，旨在在模拟大脑功能的基础上，实现和大脑的融合沟通；三是智能生物医学应用，如神经义肢、智能传感器及智能感觉系统等。

在这些领域，科学家已经出色地完



神经元(A)和纳流体忆阻器(B)示意图。

受访者供图

成很多研究工作，大量模拟脑神经结构和机制的器件与模型相继被报道。例如，利用两端口的忆阻器和三端口的神经可塑性晶体管发展出的无机固态神经形态器件，已经实现了一系列复杂的计算任务，包括超低功耗的并行计算、建立人工神经网络等。

与此同时，有机电子研究领域的成果也展示了基于有机材料的神经形态设备具有诸多潜在价值，尤其在与生物系统的结合方面。

神奇“忆阻器”

“大脑的神经功能与化学信号和电信号密切相关。”于萍告诉记者，“大脑进行神经传递时一般会释放出神经递质，其中包括电信号和化学信号。目前人们只能实现对电信号的识别和模拟，很难直接感知化学信号。因此，制备具有化学信号响应的人工突触（实现类化学突触功能）成为神经智能传感与模拟领域的科学难题。”

上世纪70年代，科学家通过理论推导，预示了研制第四种元件——忆阻器的可能性。

“我们可以把忆阻器看作和电容、电

感、电阻一样的基本电子元器件。”于萍解释说，作为一类新的电子元器件，流体忆阻器有望模拟大脑的“离子通道”功能，实现与大脑的智能交互，从而有望帮助人们解读大脑，实现类脑智能研究、类脑计算和类脑智能传感。

科学家曾利用多巴胺电化学氧化过程产生的电子电流调控仿神经晶体管和导电桥忆阻器，实现了突触可塑性功能的化学调控。然而，化学调控的神经形态器件仍然面临诸多问题，比如，几乎所有的神经形态器件都是固体器件，很难实现与外界信号的化学交互。因此，类化学突触的化学信号与电信号间转导的模拟仍未在单个器件上实现。

实现化学信号到电信号的转导模拟

为解决上述问题，于萍和毛兰群团队与中国科学院大学、湘潭大学及北京师范大学的研究人员合作，通过其在脑神经电分析化学和限域离子传输研究领域的长期积累，提出基于限域流体器件和发展仿神经突触功能的构思。

在构建聚电解质限域流体体系的基础上，研究人员发现该体系具有忆阻器

的特征，并利用溶液中离子在聚电解质刷限域空间内传输，使器件具有记忆效应，成功模拟了多种神经电脉冲行为。

“相比传统固体器件，这种流体器件具有可与生物体系相比拟的工作电压和低功耗。”论文第一作者、中科院化学研究所博士熊天逸说，“更重要的是，基于流体体系的特征，此器件可以在生理溶液中模拟神经递质对记忆功能的调控，从而成功模拟突触可塑性的化学调控行为。”

紧接着，研究团队利用聚电解质对不同离子的识别能力，实现了神经化学信号与电信号之间转导的模拟，在化学突触的模拟研究领域迈出了关键一步。

“化学信号的捕获、调控和模拟是脑化学研究的重要内容，具有很大的挑战性和科学价值。用单个器件实现化学信号到电信号的转导模拟，意味着未来我们可以‘读懂’大脑的‘化学语言’。这条路走通了，对人们认识大脑、模拟大脑或与大脑智能交互等研究都非常重要。”毛兰群说。

该团队认为，这项跨领域研究非常值得期待，它可以引导智能传感、神经假肢感知等领域的学者进行更深入探究。未来人们甚至能像科幻小说中那样，给大脑“存点东西”，“写入”知识或技能。

“目前我们只是做了简单的样机，它只是个概念，离真正的应用还很远。”毛兰群坦言，“但这使人类朝着实现与大脑化学信号智能交互的目标迈出了初始和关键的一步。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adc9150>

老年性痴呆年轻化趋势加剧？

（上接第2版）

AD病程漫长，患者在出现症状的前15~20年只能通过血液检测发现。但该研究结果显示，若能坚持这六种健康生活方式，超过60%的无症状期AD可以预防。同时，1/3的轻度认知障碍者可通过非药物干预手段痊愈。

此外，该研究队列中约20%的受

试者携带APOE ε4风险基因。通过对该群体的评估，贾建平团队发现，健康生活方式不仅可以有效保护记忆力，甚至能抵消遗传因素带来的发病风险。

贾建平将这种方法总结为“管住嘴、迈开腿、勤动脑、多社交，记忆好”。“这是一种看得见、摸得着、可开

展、接地气的非药物治疗，对于广大群众来说，更加简便易行。”

据悉，经过治疗，小程的病情已经明显好转，学习成绩也逐步回升。“人们大都认为AD是不可治愈的，其实这是一种误区，AD能否治愈，关键在于什么时候治、如何治。”贾建平说，很多AD患者有病耻感，这对疾病治疗有负面影响，社会大众应当给予该群体更多的尊重和关爱，并施以力所能及的援助。

从医半生，贾建平始终醉心于对记忆的研究。他说，记忆是生命的灵魂，贯穿于生命始终。关注脑健康，不仅是老年人的事情，更是青年人的事情，因为这个世界属于青年人，良好的记忆力是社会生存的根本竞争力。“好在记忆可以自测自知，只要大家及早预防，每个人都能留住美好的记忆，呈现生命的真谛。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.3233/JAD-221065>