

---

# 宁波材料所在柔性氧化物神经形态晶体管研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3008.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

宁波材料所在柔性氧化物神经形态晶体管研究方面取得进展。“人工智能(AI)”是在上世纪50年代提出的，经历了缓慢的发展时期。然而，自2016年“AlphaGo”问世以来，目前AI已经成为全球的研究热点之一，备受关注。值得注意的是，现有的AI技术主要基于传统冯·诺依曼架构，需要采用较为复杂的计算机代码才能实现，其计算模块与存储模块相分离，因此其并行运算能力有限，且能耗较高，对今后非结构化大数据的处理和计算而言，具有一定的局限性。同时，近年来，基于器件层面构建人工生物神经系统，也正在成为AI领域的一个重要分支。突触作为人脑认知行为的基本单元，是神经元间发生联系的关键部位，是构建人工神经网络的重要出发点。在突触仿生电子学方面，目前的研究主要包括两端阻变器件和三端晶体管，这类器件已经模仿了一些从简单到复杂的各种突触功能和神经元功能，有着潜在的应用前景。

近日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所功能材料界面物理与器件应用团队在柔性神经形态器件研究方面取得新进展。他们在柔性PET衬底上制备了以壳聚糖薄膜作为栅介质的、具有学习行为的ITO突触晶体管，其在机械弯曲应力作用1000次后，器件各项性能参数保持稳定；在栅极偏压应力作用8000秒后，发现器件阈值电压呈现一定的漂移，说明研制的晶体管具备学习能力。随后，在研制的柔性ITO薄膜晶体管上模拟了三种突触功能：突触后兴奋电流(EPSC)、双脉冲易化(PPF)和尖峰时序依赖可塑性(STDP)。1968年，Atkinson和Shiffrin从心理学层面提出了“人脑多重记忆模型”：感知记忆(SM)到短时程记忆(STM)以及短程记忆到长时程记忆(LTM)的转化过程。该团队通过栅脉冲刺激频率和栅脉冲刺激强度的设计，在单一突触晶体管上实现了对“人脑多重记忆模型”的模仿。上述成果发表于ACS Applied Materials Interfaces, 2018, 10 (19), 16881-16886。

生理学上著名的“巴普洛夫狗条件反射”(即经典条件反射实验)是一类重要的联想学习行为，其反映了条件刺激和非条件刺激先后关系对神经元活性的影响行为，在单一器件上实现对这一联想学习行为的模仿是类脑神经形态器件的重要研究内容。值得指出的是，STDP学习法则则是重要的突触学习行为，对神经系统认知行为具有重要作用，反映了前、后突触刺激对突触权重的影响规律，是调节高级神经活动的重要突触学习机制。可以看出，条件反射与STDP学习法则具有一定的相似性，受此启发，该团队研制了可重复粘贴的氧化物神经形态晶体管，采用透明聚酰亚胺(PI)胶带作为衬底，随后设计了不同波形的突触刺激，成功在单一器件上模仿了生物突触中的四类STDP学习行为，包括Hebbian STDP，反Hebbian STDP，对称STDP及视觉STDP。Hebbian STDP的测试曲线拟合参数与生物突触上实测的参数相近，表明该种神经形态晶体管具有类脑操作特性。基于STDP学习法则，无需外加复杂电路和元器件，即可在单一神经形态晶体管上实现对经典条件反射行为的模仿，包括信息的获取、消退和恢复。此外，还成功模拟了经典条件反射里的条件抑制行为，这也是神经形态器件研究中的首次报道。该成果以Restickable Oxide Neuromorphic

---

Transistors with Spike-Timing-Dependent-Plasticity and Pavlovian Associative Learning Activities  
为题，发表于Advanced Functional Materials 2018, 28 (44) 1804025。

上述工作得到国家自然科学基金委、浙江省杰出青年基金、中科院青年创新促进会、宁波市科技创新团队等的资助。

文章链接：12

图1 “多重记忆”示意图及测试结果

---

图2 “巴普洛夫”条件反射示意图

图3 器件Hebbian STDP测试结构及条件反射测试方案示意图

图4 “巴普洛夫”条件反射测试结果

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发