

术界呈现了爆炸式的工作记忆研究热潮。随着许多关键机制被揭示，试图从整体上解释工作记忆运行规律的理论模型也取得可喜的进展，可以解释很多人类的认知实验结果。

基于单个神经元建立的经典序列工作记忆模型，有一个关键假设，认为单个神经元是编码序列的基本单元，在不同次序扮演相似的角色。通俗一点讲，就是在一场交响乐的演奏会中，不同的神经元各司其职，有的是小提琴手，有的是鼓手，大家在不同的曲子演奏当中工种不变。

但是，如果我们把研究的维度从单个神经元上升到群体神经元，就会发现，神经元的角色扮演并不是一成不变的。可能在这首曲子里扮演鼓手的神经元，到了下一首曲子里又成为小提琴手了，而且之前可能以为不参与演奏的神经元，实际上也起着某种作用。这就是此番科学家们在探究时序记忆的神经机制时，得到的重要的发现。

也就是说，有许多神经元在不同次序扮演完全不同的角色，但整个神经元群体却共同稳定地表征了整个序列。这表明序列记忆的“编码”应更加关注群体神经元水平，而不是单个神经元性质。



上图：王立平研究员（右）与此论文第一作者谢洋博士后（左）讨论实验数据。

那么，科学家是怎么设计实验，来得到这一新发现的呢？

### 寻找不同的“屏幕”

“猕猴是演化上最接近人类的模式动物，其认知能力、大脑的结构与功能更接近人类，是研究时间序列等复杂高级认知功能的最佳模型。”王立平介绍道，“因此，我们从猕猴入手，训练它记忆由多个位置点组成的空间序列，从而探究

时序记忆编码问题。”

实验中，猕猴面前的屏幕上会依次闪现三个不同的点，猕猴需要在几秒钟后，将这些点按之前呈现的顺序“汇报”出来。在汇报前的几秒记忆保持期内，空间序列的信息便以工作记忆的形式被暂时储存在大脑中。

为了记录大脑神经元群体在猕猴进行任务时的活动状态，研究人员对工作记忆的大本营——外侧前额叶皮层进行了双光子钙信号成像。“钙信号可反映神经元的脉冲放电

## 解析“时空”记忆的奥秘



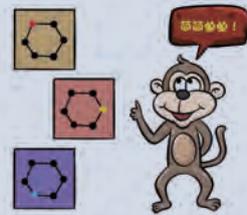
01

人类大脑无时无刻不在处理序列信息，问路时，需要记住指路人给出的一系列方向指引。在这些情况下，不仅每个步骤的内容需要被记住，它们之间时间上的先后顺序也不能混淆。



02

为了探究这些时序记忆的神经机制，中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心联合上海脑科学与类脑研究中心、北京大学展开了相关研究。



03

研究团队训练猕猴记忆由多个位置点组成的序列。猴子面前的屏幕上会依次闪现三个不同位置的点，猴子需要在几秒钟之后将这些点按之前呈现的顺序汇报出来。