

# 记忆到底储存在大脑的什么地方？

所有的记忆存储设备，从你的大脑到计算机的内存，都是通过改变物理性质来存储信息的。130多年前，神经科学先驱、西班牙病理学家圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔首次提出，大脑通过重新安排神经元之间的连接，即突触的方式，来存储信息。自此之后，神经学家们就试图理解与记忆形成相关的生理变化。不过，将突触可视化并绘制其分布图是一项不小的挑战。首先，突触非常小，而且紧密地聚集在一起——它们大约是标准临床磁共振成像（MRI）所能看到的最小物体的100亿分之一。研究人员经常用小鼠来研究大脑功能，而它们的大脑大约有10亿个突触，颜色和周围组织一样都是不透明或半透明的。

近日，生物科学和生物医学工程的科学家开发了一种新的成像技术，让我们能够绘制记忆形成过程中的突触。他们发现，形成新记忆的过程改变了脑细胞之间的连接方式。大脑的某些区域会产生更多的连接，而另一些区域则会失去这些连接。

## 绘制鱼的新记忆

此前，研究记忆的科学家更专注于记录神经元产生的电信号。尽管这些研究已经证实，在记忆形成后，神经元会改变它们对特定刺激的反应，但研究人员无法确定是什么驱动了这些变化。

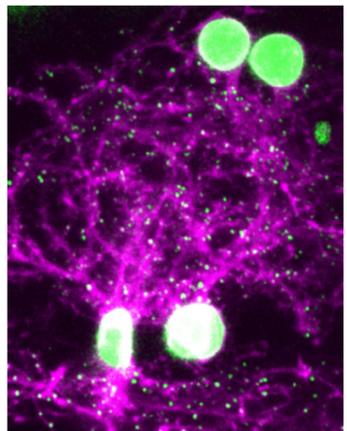
为了研究大脑在形成新记忆时发生物理变化的过程，研究人员绘制了斑马鱼记忆形成前后的突触三维地图。他们选择斑马鱼作为研究对象，因为它们的大脑足够大，拥有像人类一样的大脑功能，但同时又足够小和透明，可以更清晰地研究活体大脑。

为了在斑马鱼大脑内诱导新的记忆，研究人员使用了一种名为“经典条件反射”的学习过程。该过程包括同时将动物暴露在两种不同类型的刺激下：一种是中性的刺激，不会引起动物的反应；另一种则是不愉快的刺激，动物会尽量躲避。当这两种刺激同时出现的次数足够多时，动物对中性刺激的反应就会与对不愉快的刺激一样，表明它已经将这两种刺激结合了起来，形成了联想记忆。

在新研究中，研究人员使用红外激光轻轻加热斑马鱼的头部，作为一种不愉快的刺激。当鱼甩尾时，可以认为是其想要

躲避刺激。如果鱼在暴露于一种中性刺激，比如打开一盏灯的时候甩尾，就意味着它回忆起了之前不愉快的刺激。

为了制作突触的三维分布图，研究人员对斑马鱼的神经元进行了基因改造，使它们产生能够与突触结合的荧光蛋白，从而使突触变得可见。然后，他们用定制的显微镜对突触进行成像，这种显微镜使用



的激光剂量比同样使用荧光来成像的标准设备低得多。经过定制之后，这种显微镜对神经元造成的损伤要小得多，从而使研究人员能在不影响突触结构和功能的情况下对其进行成像。

当研究人员比较记忆形成前后的突触三维图像时，他们发现，背侧大脑皮层的前外侧区域的神经元产生了新的突触，而在背侧大脑皮层的前内侧区域，大部分神经元则失去了突触。这意味着新的神经元正在配对，而其他神经元的连接则会被破坏。此前的实验表明，鱼类的背侧大脑皮层可能与哺乳动物的杏仁核类似，是储存恐惧记忆的地方。

令人惊讶的是，与记忆形成有关的神经元之间的现有连接强度变化很小，与对照组中没有形成新记忆的神经元之间的变化难以区分。这意味着，联想记忆的形成会涉及突触的形成和丧失，但与之前认为

的不同，现有突触的强度并不会必然发生变化。

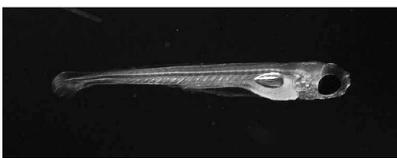
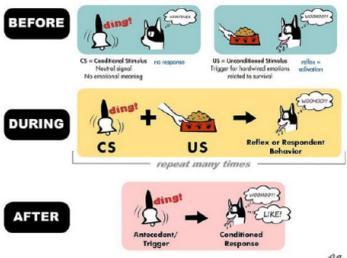
## 移除突触会移除记忆吗？

这种观察脑细胞功能的新方法不仅可以让研究人员更深入地了解记忆如何运作，还有望为治疗创伤后应激障碍（PTSD）和成瘾等神经精神疾病开辟潜在途径。

联想记忆往往比其他类型的记忆（比如有意识的陈述性记忆，如昨天午餐吃了什么）要强烈得多。此外，经典条件反射诱发的联想记忆被认为与导致PTSD的创伤性记忆类似。因此，与类似创伤时经历的有害刺激会引发痛苦的回忆，例如，明亮的灯光或巨大的噪音可以唤起战斗的记忆。这项新研究揭示了突触连接可能在记忆中发挥的作用，并解释为什么联想记忆比其他类型的记忆更持久、更生动。

目前，治疗PTSD最常见的方法是暴露疗法，即反复将患者暴露在一个无害但却能触发刺激的环境中，从而抑制对创伤

## CLASSICAL (PAVLOVIAN) CONDITIONING



事件的回忆。在理论上，这一过程间接改造了大脑的突触，使记忆不那么痛苦。尽管暴露疗法取得了一些成功，但PTSD患者很容易复发，表明导致创伤性反应的潜在记忆并没有被消除。

目前，研究人员还不清楚突触的生成和丧失是否真的推动了记忆的形成。研究人员在实验室已经开发出一种可以快速、精确移除突触而不损伤神经元的方法，他们计划用类似的方法去除斑马鱼或小鼠大脑的突触，看看这是否会改变联想记忆。

通过这些方法，我们或许可以从生理上抹去PTSD和成瘾症等严重疾病的联想记忆。然而，在考虑这种治疗方法之前，编码联想记忆的突触变化还需要被更精确地定义。而且，研究人员显然还有更严重的道德和技术障碍需要解决。不过，在遥远的未来，利用突触手术消除不好记忆的前景还是很诱人的。（任天）

# 科学家提出新工厂设计利用太阳能和木屑生产清洁氢气和木屑生产清洁氢气



在遏制气候变化和减少碳排放的全球竞赛中，氢气被认为是替代化石燃料的一个重要竞争者。尽管氢气“燃烧”得很干净，只有水作为副产品，但目前使氢气成为可靠的燃料替代品的关键是能源和碳密集型。现在，一个由京都大学领导的国际研究小组已经开发出一种新型的氢气工厂设计，利用完全可再生的资源来生产迄今为止报告的最低数量的相关二氧化碳。

他们已经在《国际氢能杂志》上发表了他们的建议。作者Shutarō Takeda说：“太阳能是驱动任何氢气生产的明显候选者，但问题往往是太阳能间歇性。”

该团队利用太阳能加热来气化生物质的新方法看起来是最有效和最实用的低碳足迹制氢方法。他们正在努力将两个不同的系统结合起来，创建一种新型的氢气设施，称为太阳能驱动的先进生物质间接气化制氢厂，或称SABI-氢工厂。

首先，为了有效地捕捉阳光，他们选择了一种被称为定日镜的特殊镜子的排列方式，将光线聚焦到一个塔状结构顶部的接收器上。在这些条件下，接收器中的传热材料可以达到1000摄氏度的温度。接下来，这些热量从接收器转移到系统的气化器部分，在那里，含有木屑生物质的容器在没有氧气的情况下被剧烈地加热。与其说是燃烧，不如说是木屑被转化为含有大量氢气的混合气体。

另外，在没有太阳能加热的情况下，这种气化器也可以通过燃烧燃料向系统提供热量来进行常规加热。最后，该团队根据国际影响评估方法ReCiPe2016，评估了该设计的整体环境影响。结果显示，SABI-氢气系统每生产一吨氢气仅排放1.04吨二氧化碳：是现有所有制氢方法中最小的数值。

Takeda认为，大自然是我们最大的资源，为我们提供了应对全球变暖所需的一切。他总结说：“我们的建模表明，利用太阳能和来自管理森林的生物质资源可以使我们的可持续地制造氢气，并对环境产生低影响。”（逸文）

# 多模态交通智能监测技术有望提升道路交通安全

智能交通系统需要一定的交通数据来保障其顺利运作。在十字路口，道路使用者之间发生冲突的概率极高，因此可靠智能地监控不同的交通模式至关重要。

根据美国联邦公路管理局综合伤亡数据，超过50%的车祸事故发生在十字路口。对行人来说，十字路口是一个相当危险的地方，在俄勒冈州波特兰市，三分之二涉及行人的车祸事故发生在那里。而在秋冬季节，天黑得较早，车祸数也因此大大增加。所以，知晓在低能见度情况下发生了什么对保障所有道路使用者的流动性和安全性都十分必要。

一些机构使用摄像头来监控交通模式，但这不适用于雨天、夜晚和有雾的情况。一些城市使用雷达代替摄像头，这虽然在低能见度情况下效果更好，但通常无法像照片一样显示真实场景蕴含的丰富信息。传统的雷达能够为所有接近的实体提供运动和位置信息，但是它很难可靠地分辨不同模式之间的差异。

在美国国家交通与社区研究所最新资助的研究“Development of Intelligent Multimodal Traffic Monitoring using Radar Sensor at Intersections”（《使用雷达传感器的智能多模态十字路口交通监测系统进展》）中，亚利桑那大学的研究者曹思扬、吴耀然、晋丰和李晓峰通过开发一个高分辨率雷达传感器解决了这个问题。该传感器可以可靠地区分车辆和行人，并提供移动目标的数量、速度和方向，而且不受光线和天气的影响。未来，他们将进一步完善模型，以解释更复杂的数据，并使之能够识别出额外的模式。

## 为什么使用毫米波雷达

该原型设备使用了一个高分辨率的毫米波雷达传感器，其在低能见度条件下的表现优于摄像头，并且因能够提供丰富的图像而胜过传统雷达。

曹思扬解释道：“毫米波雷达区别于其他传感器的优势在于，它能够提供更稳定的径向速度，在识别车辆速度方面对我们帮助很大。”这使得该系统比像激光雷达等基于光的传感器系统更具优势。激光雷达系统虽然能够“看”到丰富的细节，使得分辨物体变得简单，但是它们在

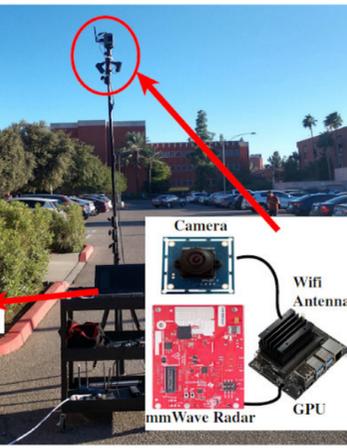
识别移动和速度方面表现不佳。而毫米波雷达能够比激光雷达更可靠地分辨移动目标的速度。

“多模态交通监测中的关键在于找到各个模式的速度和流量。传感器必须能够实现探测、追踪、分类以及物体速度的测量，同时保持低成本和低能耗。结合实时交通数据分析，我们希望能够提高交通效率并减少意外车祸事故的发生。”曹思扬说道。

毫米波雷达的工作频段也比激光雷达更低，因此在不同天气条件下（如雨、雪、雾、霾等）表现更稳定。在多模态交通监测中，传感器需要在室外环境下工作，因此毫米波雷达是最优选择。

## 在十字路口测试传感器

该研究开发了一个多元高斯混合模型（multivariate Gaussian mixture model, GMM）来解释毫米波雷达输出的信息。首先，传感器会产生一个丰富的雷达点云描述。然后，该模型会将其划分为三种目标：行人、自行车和“杂物”。杂物仅指固定的表面，比如建筑、树木等其他物体。这一步骤一旦完成，数据流就会被无线传输到笔记本电脑上并显示为一个视觉图像。在实验室中，曹思扬和他的学生对该设备进行了校正，使其输出

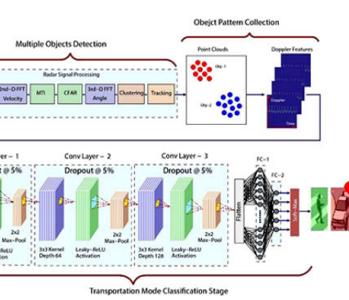


能与摄像头获取的图像匹配。

亚利桑那大学的研究团队制造出的原型机成本低、重量轻，并且体积小便于安装。研究者将他们的传感器安装在图森市的一个十字路口，同时在附近的停车场安置了一台笔记本电脑来进行测试。根据他们开发的GM模型，原型机在目标检测与正确识别方面均得到了不错的结果，前景光明。像测试地点这样的设有信号灯的十字路口是收集这种混合交通数据的关键地点，因为大多数冲突和车祸事故往往涉及多种交通模式。

## 扩展多模态交通技术

曹思扬表示：“我们意识到传感器技术正在迈向一个有着诸多新型应用的新阶段。一方面，传感器的成本下降而性能却大大增加。与此同时，电池技术，通讯技术和由人工智能实现的计算等相关外围技术也在进

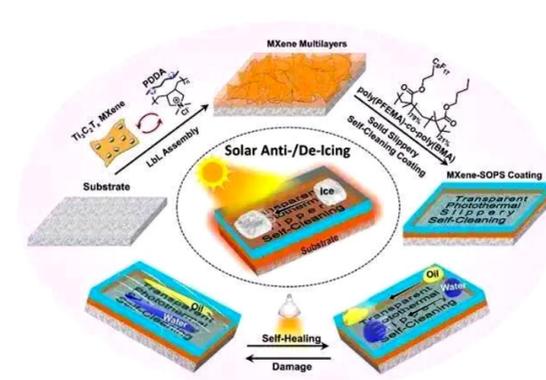


步。对多模态交通监测系统来说，传感器可以收集信息，并通过下一代的通讯网络将其分享给驾驶员，这提高了人们在十字路口的流动性和安全性。”

未来，研究者们希望能进一步完善这一模型，使其能够识别其他模式，例如电动车、自行车、卡车和公交车。一经完善，该传感器就能对建立准确可靠的市区交通网络起到重要作用。该项目的GitHub资源库提供了更多信息，包括测试应用中的数据、视频和图像。

此外，该项目的成果（GMM模型和原型机）为人们提供了可参考的见解，通过开发其他先进技术以创造一个公正、健康可持续发展的城市。通过引领创新实践和技术的开发与运用，这一项目能够帮助提高国家交通系统的安全性和工作性能。（王馨仪）

# 中国科学家研究高透明度材料可吸收太阳能光热除冰



在冬季，挡风玻璃结冰可谓是一件烦心的、棘手的事。车挡风玻璃结冰会影响视线，飞机机翼结冰会影响飞行安全，太阳能发电板结冰会降低发电效率。

如果能够将太阳能转化为热量，融化表面的冰雪，将会是一个节能、环保、低成本的除冰良方。但是，几乎所有能够将太阳光转化为热量的光热材料均为黑色。因此，制备兼具优异光热性能与高透明度的光热转化涂层材料是一项重大难题。

近日，吉林大学刘小孔教授课题组在Advanced Materials报道了一种高透明度的太阳光热除冰涂层，该材料可见光透光率超过77%，同时兼具自清洁、自修复、大面积制备等优异特性。与此同时，这也是高透明度的太阳光热除冰涂层第一次见诸报道。

为了研发该材料，刘小孔教授课题组利用层层组装技术，通过在基底上交叠沉积带正电的聚二甲基二烯丙基氯化铵（PDMA）和带负电的MXene纳米片，制备了透明的、具有光热转换性能超薄MXene多层膜。

与此同时，课题组研究人员精心设计并制备了一种具有极低表面能的聚合物，该聚合物可通过无溶剂刮涂法来制备透明的固态超滑自清洁（SOPS）涂层。研究人员将SOPS涂层涂覆在MXene多层膜上，

最终构筑了具有高透明度与自清洁性能的光热转换MXene-SOPS涂层。该涂层的可见光透光率高达77%，并且可在一个太阳光强照射下，将基底表面的温度升高31℃。

具体来说，这种涂层由超薄MXene多层膜与固态超滑自清洁表面（solid slippery self-cleaning surface）的结合构筑而成。基于层层组装技术制备的超薄MXene多层膜兼具高透明度与优异的光热转换性能；固态超滑表面可使没有冻结的水或融化的冰块快速滑

落而不留痕，实现太阳光照下高效抗冰或除冰的性能。

换言之，即使在环境温度为-30℃的情况下，这种涂层在一个太阳光强照射下，能够将表面温度提高31℃，有效阻止水的结冰或将先前形成的冰进行融化。同时，该涂层的固态超滑表面赋予了其最佳的自清洁性能，与超双疏（既超疏水又超疏油）表面类似，能够有效抵抗水性和油性污渍。与超双疏表面相比，又具有透明度高、制备成本低、基底普适性强、机械稳定性好等优势。

与此同时，该涂层具有在光照下实现自修复的性能，可以对抗物理损伤和化学氧化，降低维护成本并且延长使用寿命。这一具有高透明度与自清洁性能的光热除冰涂层有望在汽车挡风玻璃、建筑物玻璃幕墙、风力发电轮、太阳能发电板、飞机涂层等领域得到广泛应用。（络）

