科学家解析大脑判断和选择信息的机制——

我们的大脑如何为信息排序

经济日报·中国经济网记者　喻　剑

热点追踪

如果眼前摆放着一块香喷喷的奶酪，小老鼠通常会兴冲冲地奔向美味。但如果奶酪旁有一只凶相毕露的猫呢？小老鼠会做出怎样的选择？它的大脑内经历了怎样的“风暴”？如今，大脑发生“风暴”的特定区域，已经被科学家重点标记并反复验证——

中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所研究员朱英杰在做实验。　本报记者　喻　剑摄

不久前，中国科学院深圳先进技术研究院脑认知与脑疾病研究所研究员朱英杰与美国斯坦福大学生物系教授陈晓科合作发现，大脑存在一个动态评估外界信息重要性的关键脑区——丘脑室旁核（PVT），该脑区能够在不同环境和生理状态下评估事件的重要性，从而帮助我们做出恰当选择。

他们利用光遗传学技术结合电生理和光纤记录技术首次发现，在小鼠大脑中，存在一群神经元能够编码外界信息的重要性（即“生物学显著性”）。这些位于大脑中部PVT脑区的神经元活动，能够反映外界刺激的重要性，并且随内在生理状态和外部环境而动态变化，从而控制学习能力。该研究成果已以长文形式发表于国际顶级期刊《科学》杂志。

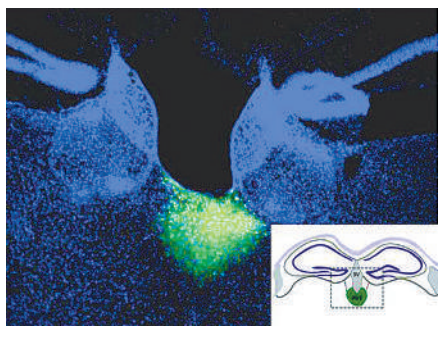
“判断信息的重要性是一个高级的大脑功能，它能够帮助人们更好地适应环境，也控制着人们的注意力和学习能力。这一发现为人们未来研究如何提高大脑的认知和学习能力奠定了重要基础，对普通人群和脑疾病患者的认知与治疗均具有突破性意义。”朱英杰表示。

大脑中存在对信息重要性进行评估的脑区

每时每刻，我们都会接受大量信息的“轰炸”，为何你会从海量信息中提取出最重要的信息，并据此做出反应？

“这是大脑信息处理面临的一个基本问题。”朱英杰表示，此前，国际科学界普遍认为PVT调控负性情绪，但他们针对同一脑区，通过实验论证颠覆性提出——PVT动态编码事件重要性的概念。

“这项重要研究拓展了我们对丘脑功能的认识，发现了影响学习和记忆的重要神经机制。该工作将引起脑认知和脑疾病研究领域的广泛关注，并吸引更多研究者探索PVT这一重要脑区的功能。”美国三院院士、斯坦福大学终身教授罗伯特·马伦卡评价道。



图为荧光标记的丘脑室旁核（PVT）。（资料图片）

研究中，科研人员首先训练小鼠进行嗅觉巴甫洛夫条件性学习，将不同气味刺激与奖赏（水）或者惩罚（吹气）偶联起来，随后他们发现，位于大脑中部的PVT神经元能够被重要事件所激活，无论是奖赏还是惩罚性刺激。科研人员还发现，小鼠对气味的反应也很耐人寻味——他们首次为小鼠呈现了小鼠不喜不厌的中性气味，如果是第一次呈现该气味，则能够激活PVT；但如果该气味反复出现，并且没有伴随任何后果时，PVT反应逐渐消失；当该气味与奖赏或惩罚偶联起来时，PVT又能被激活。此外，PVT被激活的幅度也能反映刺激的强度——两滴水的奖赏比一滴水的奖赏能够更好地激活PVT。

“这是首次发现在丘脑中存在能反映外界刺激重要性的神经元。”论文通讯作者陈晓科表示。

在活动中的动物身上开展多通道电生理记录技术应用实验，对于朱英杰来说是第一次。2016年，在实验初期，他遇到了不少技术难题，比如小鼠运动时带来的电噪音太大，等等。因此，他不得不跑到其他实验室求教，还走了一些弯路，才逐一攻克难题。

“此项研究十分复杂而精巧，研究结果表明，丘脑的一个特殊核团——丘脑室旁核，在追踪外界刺激的显著性方面发挥着重要作用。而大脑正是利用这些信息来学习如何衡量外界刺激，并对某些刺激采取忽略或避免。”罗伯特·马伦卡说，此前人们一直认为，丘脑主要参与处理环境中的感觉刺激，国际科学界对PVT的研究多与焦虑、恐惧、抑郁等负面情感有关，而这项研究论述了丘脑如何在不同形式的学习记忆过程中发挥关键作用。由此可以预见，许多常见的脑疾病很可能也涉及了丘脑室旁核的功能异常，如药物成瘾和抑郁症等。

大脑会针对内外环境变化动态调节

在完成实验第一步之后，朱英杰一直在苦思冥想：神经细胞编码信息重要性的意义究竟何在？如何深挖这种响应机制？随后，他们通过改变内在生理状态和外部环境，进一步研究了该机制在面对内外环境变化后的动态响应。

研究表明，外界刺激的显著性（重要性）不仅取决于刺激本身的物理特征，也与动物的内在生理状态和所处的外部环境有关。

例如，当小老鼠饥肠辘辘时，食物对它来说就是非常重要的资源；但当它酒足饭饱之后，食物的诱惑性就要大打折扣。另外，外部环境的变化也影响着事件的重要性，即使小鼠饥肠辘辘，食物就在眼前，但如果有只猫守在食物旁，这时猫的显著性（重要性）就要大于食物，小鼠就会压制对食物的冲动，首先躲避猫。

他们通过光纤成像记录技术和单细胞电生理记录技术从不同角度反复验证发现，PVT神经元的活动能够根据动物内在生理状态和外部环境，动态反映动物对重要性的判断。

此外，他们还在研究中发现了PVT脑区对于“预期奖励落空”存在动态评估机制。也就是说，当每天小鼠到冰箱前都能发现一块奶酪时，它已经习惯了这种奖赏。但是有一天，当小鼠到冰箱前却没有看到奶酪时，它的“心理失落感”会激活PVT。

然而，由于动物具有消退学习能力，即它如果习惯了冰箱前没有奶酪，就会逐渐习惯于这种失落感而停止该行为。就好比夫妻之间的“七年之痒”，如果一直习惯了对方的存在，PVT反应也会趋于平淡，这时，夫妻就可能过成了“家人”。但如果一旦有外界环境的刺激，又可能会重新激活初恋时的“心动感”。

不过，科研人员也发现，如果他们控制小鼠的PVT活动，其消退学习的过程会变得更慢。朱英杰说，“不妨做一个假设，人为干预可能会减缓感情消退的过程。让PVT活动保持平稳，夫妻之间也许可以一直有‘心动感’”。

人为干预可提升注意力和学习能力

自2017年加入中国科学院深圳先进技术研究院以来，朱英杰一直致力于深入研究大脑对信息重要性的评估机制。“仅仅找出数据、发现机制不是全部，我们的最终目标是要解决问题，让科学研究能够‘研之有用’。”朱英杰说。

对信息重要性的评估有助于将注意力集中于重要事件，从而提高对该事件的学习能力。研究人员利用光遗传学神经调控发现，PVT控制着小鼠学习的速率和效果。在嗅觉巴甫洛夫条件性学习中，小鼠能够学会气味跟水奖励的偶联，表现为预期性的舔水。在人为利用光遗传技术抑制PVT活动之后，这种偶联性学习的速率和效果都大大受损。这说明，PVT的活动对于学习能力非常重要。

随着人工智能发展，以深度学习为代表的机器学习方法正在视听觉感知上媲美甚至超越人类。但在2018年8月召开的第S43次香山科学会议上，中国科学院神经科学所蒲慕明院士指出，与人脑学习能力相比，机器学习在可解释性、推理能力、举一反三能力等方面，存在明显差距。

发展类脑智能，让机器向人学习，是提升人工智能水平的重要方向。香港科技大学叶玉如院士也指出：“目标是在多个层面，理论上模拟大脑的机制和结构，开发一个更具有普遍性的人工智能以应对包括多任务、自学习和自适应等方面的挑战。”

近年来，脑科学研究正在从传统的“读脑”向“控脑”转换。此项研究工作正是对PVT脑区的“读”与“控”。

“未来我们将进一步研究，是否可以通过增强PVT活动来提高人们的注意力，增强人们的学习能力，这将为转化应用打开一扇窗口。”朱英杰表示。

此外，该大脑机制的研究发现或许会为未来类脑智能与人工智能技术的结合提供新的研究思路。例如，在大数据时代，如何从海量信息中寻找重要的有效信息？在一万张人脸中，如何通过一个生物学特征快速准确识别出你想要找的那个人？这都需要寻找到背后的生物学原理。业内专家表示，通过研究大脑如何动态评估外界信息重要性、生物学显著性的内在机制，对未来发展类脑智能、增强脑机融合，推动人工智能技术的跨越发展都将有重要意义。

“中天1号”的太空之旅

本报记者　常　理

近日，由中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所自主创新，利用航天诱变育种技术培育的“中天1号紫花苜蓿”（简称“中天1号”）通过新品种审定，登记为国家级牧草育成品种。

据“紫花苜蓿航天诱变新品种选育研究”项目负责人、兰州畜牧与兽药研究所助理研究员杨红善介绍，利用航天诱变育种技术选育而成的“中天1号”不仅丰产，而且品种多叶率、产草量、营养价值高。该品种以5叶为主，品种多叶率达35.9%，是国外品种的5倍以上。干草产量平均为每亩1035.33公斤，比对照品种平均高产12.8%。同时，粗蛋白质含量平均为20.08%，达到我国相关分级国家标准的一级等级。另外，18种氨基酸总量为12.32%，平均高于对照品种1.57%。据悉，该品种适宜在西北内陆绿洲灌区、黄土高原以及华北等相同气候地区种植。

经济日报记者了解到，苜蓿是苜蓿属植物的统称，是一种多年生开花植物，以“牧草之王”著称，产量高且草质优良，多种家畜均喜食。苜蓿还是一种菜肴和中药，营养价值高。其中，紫花苜蓿原产伊朗，是当今世界分布最广的栽培牧草，在我国有2000多年的栽培历史。

此前，我国在苜蓿生产中并没有真正意义上的多叶紫花苜蓿育成品种，而从国外引进的多叶苜蓿存在多叶率低的缺陷。“中天1号”新品种的选育成功，对提高我国紫花苜蓿的品质和产量以及对提高草畜业生产效益和改善生态环境具有重要意义，推广应用前景广阔。

自2002年起，甘肃省航天育种工程技术研究中心、天水市农业科学研究所便开始了相关研究。他们先后通过神舟11号、天宫一号等太空飞行器，6次搭载了32份北方特色牧草种子。其中，神舟11号飞船上搭载的紫花苜蓿试管苗试验获得成功。目前，课题组正在开展经过航天诱变的育种试验研究，进展顺利。

小小的种子为何到了太空，就会发生惊人的变化？

杨红善说，航天育种主要是利用空间特殊环境，如宇宙射线、高真空、微重力等环境因素的综合作用，对植物种子进行诱导，属于植物诱变育种领域。这种变异本质上和生物界的自然变异并无区别，只是改变了时间和频率，是一种安全高效的科学方法。

杨红善指出，航天诱变不全是正向变异，也可能发生品质降低或退化的现象，育种家们需要对诱变品种进行长期观察和筛选，汰劣选优，开展选育研究。与常规育种一样，航天诱变育种必须经过田间选育的必要步骤和过程，在地面上进行不少于4代的选育，其优良的变异性状得到稳定遗传后，才可以获得优良的品系。

巨型陆龟为何长寿

本报讯　记者余惠敏报道：巨型陆龟为何长寿？《自然-生态与演化》日前在线发表了两篇论文，科学家通过基因组测序促进了对两只巨型陆龟的了解。

其中一只巨龟“孤独乔治”是现已灭绝的平塔岛象龟最后的标志性成员，它于1971年被发现，2012年确认死亡，享年大约100岁至130岁。

西班牙和美国耶鲁大学的研究人员对“孤独乔治”和一只阿尔达布拉象龟进行了基因组测序。通过与其它近缘种的基因组进行比较，研究者发现了代谢调控和免疫反应相关基因家族的正向选择标记和扩张标记，认为这可能与上述陆龟的漫长寿命存在关联。

长寿生物在理论上面临更高的癌症风险，但研究者发现，与其它脊椎动物相比，龟类的肿瘤抑制基因有所扩张，这暗示可能存在一个巨型陆龟特异性的癌症机理。研究者表示，这些数据将有助于我们了解巨型陆龟生物学，并促进保护其它巨型陆龟。

我国发现可替代贵金属的加氢催化剂——

“冷冻金”一样会“发光”

本报讯　记者苏大鹏报道：近日，中国科学院大连化物所孙剑研究团队发现了一种可替代贵金属金或银的铜催化剂，在催化加氢反应中表现出与传统铜催化剂完全不同，而与金或银接近的性能。相关研究成果发表于日前出版的顶级期刊《科学—进展》上。

原子的外围电子结构常常会决定金属的化学性质。金、银等贵金属电子结构稳定，一般条件下不易与其他化学物质发生化学反应，并具有耐高温、抗氧化等优良特性，成为最重要的催化剂材料。但其价格昂贵，限制了实际应用。同族的非贵金属铜更易获得且价格便宜，但在催化反应中更易被氧化，化学性质并不稳定。

为提高铜催化剂的稳定性，该研究团队尝试通过“高能等离子体流轰击”的方法，改变铜的外围电子结构，使铜表现出贵金属金和银的特性，进而替代金、银催化剂。这种等离子体流轰击铜改变其电子结构的过程，被科研人员比喻为对铜催化剂的“冷冻”处理。它是采用磁控溅射装置，在电场驱动下，定向轰击铜金属靶，使得金属铜以原子形式均匀沉积于载体表面。

相关实验结果显示，被“冷冻”的铜纳米颗粒在反应过程中可被锁定在一定温度内，“冷冻”的铜纳米颗粒催化剂表现出了与贵金属金或银极其类似的催化性能。该结果颠覆了铜催化剂利于发生深度加氢反应的传统认知，证明了铜金属经过处理，可以表现出与贵金属金或银极其类似的催化性能。

这种类贵金属铜催化剂类似于战场上穿上黄金盔甲的武士，能有效抵御敌方进攻。（图片系作者自制）

全球气候变暖，今冬为啥那么冷

本报记者　郭静原

新年伊始气温回升，大家这才从刺骨的寒冷里缓过神来。入冬以来，仅2018年12月，中央气象台就两次发布寒潮预警——我国大部分地区降温显著，南方多地大雪纷飞，气温频刷入冬新低，甚至突破历史极值……有人质疑，不是全球变暖了吗，怎么还这么多寒潮？

如今，全球变暖已成为全人类普遍关注的问题之一。2017年，全球平均地表温度比1981年至2010年的平均值偏高0.46℃，高出工业化前水平约1.1℃，成为有完整气象记录以来最暖的非厄尔尼诺年份。

近日，世界气象组织发布公报称，2018年全球变暖趋势仍在持续，将创下有记录以来第四高位。公报还称，有记录以来20个最热年份都出现在过去22年，其中最近4年占据了排行榜前四位。

国家气候中心气象灾害风险管理室高级工程师王遵娅告诉经济日报记者，全球变暖背景下，我国近几十年表现出显著增暖趋势——2018年发布的《中国气候变化蓝皮书》显示，1901年至2017年间，中国地表年平均气温上升了1.21℃，且监测表明，近20年是20世纪以来最暖的时期。其中，中国各区域的年平均气温都呈上升趋势，北方增暖幅度大于南方，冬季增暖幅度大于其他季节。

冬季是一年中最冷的季节，那么寒潮也最常出现在冬季吗？依据中国气象局《冷空气过程监测业务规定》（试行），对历史上强冷空气和寒潮过程进行统计分析后发现，强冷空气过程在冬季（12月至次年2月）发生最为频繁，平均每年发生4.2次，其次为秋季；寒潮过程则出现在秋季（9月至11月）的频率最高，年均发生1.87次，冬季次之，其中11月出现寒潮频率最高，平均每年出现0.9次。

那么，在气候变暖背景下，寒潮是变多还是变少了？据1961年至2015年中国年区域性寒潮及强冷空气过程频次变化统计，年寒潮过程频次呈明显减少趋势，减少速率为每10年0.4次。同时，年强冷空气频次也呈微弱减少趋势。王遵娅说，这种变化趋势在一定程度上是受到了气候变暖的影响。

明明数据显示寒潮减少了，为何冬天还是那么冷？近年来，全球也频发多个极端寒冷事件案例。例如，2008年，我国南方大范围低温雨雪冰冻天气就与频繁而强烈的冷空气活动有关；2009年初，低温、暴风雪席卷北美和欧洲大部，多地出现严寒天气；2012年1月，欧洲多国出现严寒暴雪，仅波兰就冻死30余人；2015年11月21日至27日，中国北方地区出现大范围降温天气，河北保定、山东济南等113个监测站的最低气温跌破1961年以来11月最低气温记录……

这些极端寒冷事件的发生似乎跟寒潮变少有些许冲突。对此，王遵娅解释说，寒潮的减少并不表示它就不发生了，只要寒潮到来，就会带来剧烈降温，并伴随出现低温、大风、雨雪等天气，严重时，还会对社会生产生活造成影响和损害。

值得关注的是，寒潮强度和频次的变化会受到全球气候背景，以及不同时空尺度环流和外强迫因子的影响。有专家认为，全球变暖背景下，不同地区的增暖不均匀，北极地区的增暖幅度较中纬度和低纬度地区都要大，这使得低纬和高纬之间的温度梯度变小，并进一步促使欧亚中高纬度地区的环流经向度增大，从而使冷空气更容易向中纬度区域爆发。

也有学者表示，全球变暖促使北极海冰加速融化，极地海洋一旦缺少冰层覆盖，其海面相对温暖的空气就会向寒冷的高空移动，影响极地大气循环。如此一来，极地冷空气在高压系统推动下，向北半球大陆地区南下进发，导致气温骤降。

遇有持续低温冷冻天气时，人们对全球变暖的质疑总是此起彼伏。中国工程院院士丁一汇表示，全球变暖是一种平均趋势，如果仅从温室气体的增温效应看，今后全球变暖的速度将会呈加剧可能，但仍存在不确定因素。而除了全球温室气体减排的努力外，尚难确定海洋等产生的升温或降温作用到底有多大，即自然因素在多大程度上可以减弱或抵消人类活动因素。

其实，全球变暖与寒潮频次和强度变化的关系很复杂。目前，科学界已经认识到：未来20至30年间，对这种相对短尺度气候变化预测的重要性，要明确回答全球气候近期变化的详细和可信的演变轨迹，仍需数年之后。

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com