

大脑是人体最复杂的器官，它拥有上千亿个细胞，时时刻刻都在与彼此交换信息，形成我们的意识。（法新社）



杨文泰助理教授在新加坡国立大学N.1个性化医疗研究所工作。（严宣融摄）

报道◎陈莹弘  
yinghong@sph.com.sg

# 揭开各脑区细胞特性

科技的进步使人类得以在神经科学上取得突破，但大部分的人脑研究只探测大脑活动，无法深入地研究个别脑细胞。

新加坡国立大学N.1个性化医疗研究所的杨文泰助理教授所领导的团队，研究个别脑区的细胞特性，为神经系统疾病的研究提供新途径，包括这些疾病的发展及未来可能的治疗方式。

古埃及人相信人死后灵魂不会消亡，而是继续依附在尸体或雕像上，所以他们把过世的法老王制成木乃伊。过程中，他们小心翼翼地保存心脏和其他内脏，却直接丢弃从鼻腔取出来的大脑，可见他们认为大脑不是什么重要的器官。千年过去，我们如今知道，大脑是人体最复杂的器官，它拥有上千亿个细胞，时时刻刻都在与彼此交换信息，形成我们的意识。

大脑最基本的功能是我们体内的指挥官，确保每个器官都如常运作。这上千亿的神经细胞中，有的调节我们的呼吸，有的控制睡眠周期，有的影响我们的情绪、感知和思维。最特别的是，大脑有能力意识到“我”的存在。

几千年来，人类对于大脑结构的

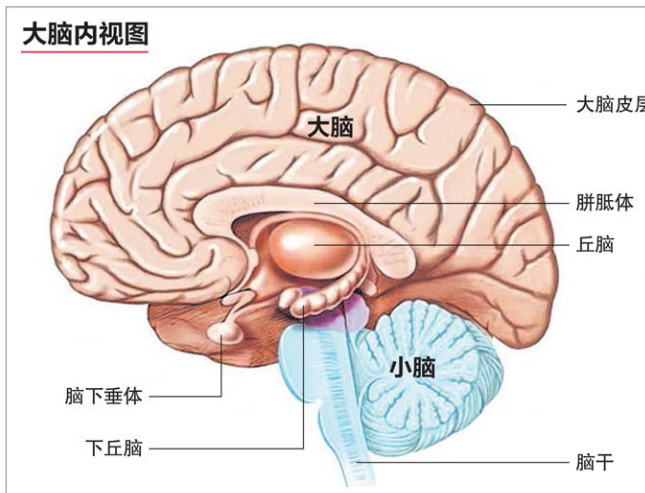
知识都来自“自然实验”，即观察脑部受创者的行为或思想畸变，再等到他们过世后，解剖其大脑，看看到底是哪里受了伤才导致伤者的性格、行为或生理上的改变。

## 科学家借科技绘出更详细大脑功能图

大约100年前，科技的进步使人类得以在神经科学上取得突破。有了强大的显微镜，我们终于可以仔细研究大脑复杂又精密的结构。有了脑电图扫描仪器，我们可以透过测量电波变化，记录大脑活动，研究人的睡眠或诊断如癫痫等各种脑部疾病。脑成像仪器的出现也让科学家有机会窥探活脑的内部。过去几十年来，正电子发射断层扫描（PET），功能性磁共振造影（functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI）和脑磁图扫描技术（Magnetoencephalography, MEG）又进一步给科学家提供更多资料，绘出更详细的大脑功能图。

本地也有不少科学家对大脑进行各种研究。大学时修读电机与电脑工程系的杨文泰助理教授从小就喜欢玩解谜游戏，因此一直都对负责思考与解谜的头脑感兴趣。大学毕业后，他决定运用电机与电脑工程的知识来研究人类的大脑。

不久前，他带领一个由新加坡国立大学科学家领导的跨学科研究小组，成功利用机器学习，更深层地研究人类大脑的细胞结构，揭示不同脑区的细胞特性，为神经系统疾病的研究提供新途径，包括这些疾病的发展



## 人脑内视图

大脑 (Cerebrum)  
胼胝体 (Corpus callosum)：联系左右两大脑半球的神经纤维“高速公路”。  
丘脑 (Thalamus)：将全身各种感觉的信息传导到大脑皮质。  
下丘脑 (Hypothalamus)：负责调节体温及内分泌活动等。  
脑下垂体 (Pituitary gland)：这个看似微小，连接着下丘脑的漏斗，其实是个非常重要的部位，可说是我们体内荷尔蒙的指挥官。  
脑干 (Brain stem)  
小脑 (Cerebellum)：一直以来，科学家都认为小脑与协调性和运动控制有关，但越来越多研究显示，它也在认知功能上扮演了一定的角色。  
大脑皮质 (Cerebral cortex)：脑和整个神经系统演化史上最晚出现、功能上最高阶的部位，负责复杂的思考活动，如数学、逻辑、语言、执行能力等。

及可能的治疗方式。

## 大脑的结构

大脑是人体最隐秘和复杂的器官，左右两个大脑半球由胼胝体 (pián zhī) 体相连。胼胝体是由神经纤维构成的。脑半球的不同部位各有专长，却又相依相通。

人脑大体可分为大脑皮质 (Cerebral cortex)，皮质

下区域 (Subcortex)，小脑 (Cerebellum) 及脑干 (Brain stem)。

大脑皮质由高度折叠的神经组织构成而形成大脑的外层，大脑皮质涉及高级的认知功能，包括意识、记忆、注意力和语言，也是协调和控制躯体运动的高级中枢。

皮质下区域是大脑皮质以下，脑部结构的统称，包



大脑皮质是协调和控制躯体运动的高级中枢。（法新社）

括丘脑 (Thalamus)，下丘脑 (Hypothalamus)，杏仁体 (Amygdala)，海马体 (Hippocampus) 和基底神经节 (Basal ganglia)。这些区域参与复杂的大脑活动，如记忆，情绪，快乐等，充当神经系统的信息枢纽来传递，以及调节传递到大脑的不同区域的信息。

小脑和大脑皮质一样具有高度折叠的皮质层，参与调节和协调运动控制，也和注意力、语言等认知功能有关。脑干负责基本的生命功能，如调节呼吸，心跳，体温和血压，也在疼痛和压力处理中起着重要作用。

一直以来，科学家都认为小脑与协调性和运动控制有关，但越来越多研究显示，它也在认知功能上扮演了一定的角色。

杨文泰助理教授说：“我们在2011年发表的论文中提到，我们发现小脑的每一个部位都有在功能上相呼应大脑皮层的部位，但它真正的功能到底是什么，至今仍然是个谜。”

杨文泰助理教授也透露，不是每个动物都有大脑皮质。这是端脑的一部分，也是脑和整个神经系统演化史上最晚出现、功能上最高阶的部位。它负责复杂的思考活动，如数学、逻辑、语言、执行能力（如设定及计划如何达成目标）等。

## 非侵入式技术无法深入个别脑细胞

我们对于头脑的认识已经比100年前的人多了很多。然而，杨文泰助理教授指出，大部分的人脑研究所使用的非侵入式技术，虽然能探测大脑活动，却无法深入地研究个别脑细胞。

杨文泰助理教授的团队与来自西班牙庞培法布拉大学 (Universitat Pompeu Fabra) 和巴塞罗那大

学 (Universitat Barcelona) 及荷兰乌得勒支大学医院 (University Medical Center Utrecht) 的研究人员，分析了452名参与人脑连接组计划 (Human Connectome Project) 者的核磁共振成像数据，并于今年1月将研究结果发表于科学期刊“Science Advances”。

三国的研究人员在处理数据时，与以往研究脑区构造的人不同，允许各别脑区拥有不同的细胞特性，并使用机器学习计算法，估计大脑构造的范围。

## 分层处理信息为AI发展提供更多线索

研究团队发现，涉及感官知觉如视觉、听觉和触觉的大脑区域，所表现出的细胞特性，与涉及内部思考和记忆的大脑区域不同。人类大脑细胞结构的格局密切反映了大脑如何有系统地分层处理周遭环境的信息。这种分层处理信息的形式是人脑和先进人工智能的关键特征，因此这个发现可能为人工智能的突破提供更多线索。

此外，杨文泰助理教授说，许多疾病都是在细胞层次发生的，而很多药物的作用机制已达到微观水平。若要研究人脑最深层的活动，我们就必须开发出能够探测大脑内部的非侵入性研究方式。这么一来，神经学家可以使用这种方式推断不同脑区的细胞特性，未来或许也可用来评估神经系统疾病的治疗的有效性，以及开发新的治疗方式。

接下来，该团队打算继续研究不同人的大脑数据，以进一步了解不同的大脑细胞组织结构与认知能力的关联。他们也希望最新的研究结果有助推进使用特定药物或大脑刺激策略的个人化治疗。



大脑皮质以下的皮质下区域是脑部结构的统称，这些区域参与复杂的大脑活动，如记忆、快乐等情绪。（法新社）