

读懂“中文大脑”，破解阅读障碍

◎本报记者 崔爽

“人脑大约有1000亿个神经元，神经元放电闪烁，就像是群星在闪耀。但我们对人脑的了解，比对星空的了解少得多。”5月20日，在福建省福州市召开的“儿童认知发展和心理健康高峰论坛”上，北京师范大学教授罗跃嘉说。

人的不同能力，对应大脑宇宙的不同星座。中文阅读能力，就好比隐藏在迷雾后的星座。和阅读拼音文字不一样，阅读中文涉及更广阔的脑区，也难怪以归因。

2022年开始的一个前沿项目，正试图揭开这个星座的神秘面纱。这是我国首个以3岁儿童为起点，大规模、系统性地探讨中文阅读困难早期预警系统的追踪研究，来自北京师范大学等多家高校的学者参与其中，深圳市神经科学研究院负责提供具体研究设计和测试方案。

阅读障碍具有遗传性

“学习语言文字，需要调动听、说、看、思考等各种脑区，是一项极为复杂的能力，也能够反映儿童的认知能力发展水平。”北京师范大学教授薛贵说。

国外研究曾指出，语言和阅读能力是儿童认知发展的重要内容，会给儿童的智力发展和学习能力带来深远影响。大约有20%的儿童受到语言和阅读发展困难的严重困扰。国外学者早期研究发现，阅读困难主要源于儿童在语音感知方面的缺陷。基于这一发现，国外学者已研发出一套系统完善的阅读困难早期诊断和干预体系。

国外研究表明，80%以上的拼音文字阅读障碍源于语音感知的缺陷，这源于相关脑区发育迟缓，具有遗传性。

“让一岁半或两岁的儿童听一串语音如ba、ba、ba、pa、ba、ba、ba、pa，并用脑电仪监测。一般儿童听到pa，大脑会有反应，产生一个负波。但有些儿童听到pa，并没有负波。这样的儿童进入小学阶段，更有可能表现出严重的阅读障碍。如果在早期诊断中发现这种情况，父母就可以在儿童一岁半或两岁时进行有针对性的训练和干预。”深圳市神经科学研究院院长谭力海说。

然而，这一结论并不适用于中文阅读障碍。

中文阅读涉及更多脑区域

“中国有数以千万计的学龄儿童存在严重的阅读困难，严重影响儿童的学习和生活质量，但是已有的发现还不能帮我们找到中文阅读困难与认知因素之间的因果关系。”谭力海说。

谭力海是最早利用功能磁共振成像技术研究语言（特别是中文）的学者之一。他首次发现，中国人应对中文阅读有独特的大脑区域，这已经成为神经科学界的共识。脑科学研究发现，阅读中文需要一条连接前额皮层中“运动性语言中枢”——布洛卡区和辅助运动区的神经通路，而阅读拼音文字，则需要一条连接布洛卡区和“听

中国有数以千万计的学龄儿童存在严重的阅读困难，严重影响儿童的学习和生活质量，但是已有的发现还不能帮我们找到中文阅读困难与认知因素之间的因果关系。

谭力海
深圳市神经科学研究院院长

觉性语言中枢”——威尔尼克区的神经通路。换句话说，“写”对汉字阅读能力发展更为重要，而“听”对英文阅读能力发展更为重要。临近大脑运动区的左脑额中回对中文加工尤为重要，这一阅读中枢的形成，与儿童书写和阅读中文的能力高度相关。

中文和英文阅读共用的脑区包括左脑的额下回、颞中回和梭状回。而中文阅读还涉及左脑额中回、顶叶和右脑梭状回，这些都不是阅读英文的关键脑区；英文阅读要学习字母对应声音的规则，需要用到左脑额顶区，阅读中文也用不到。

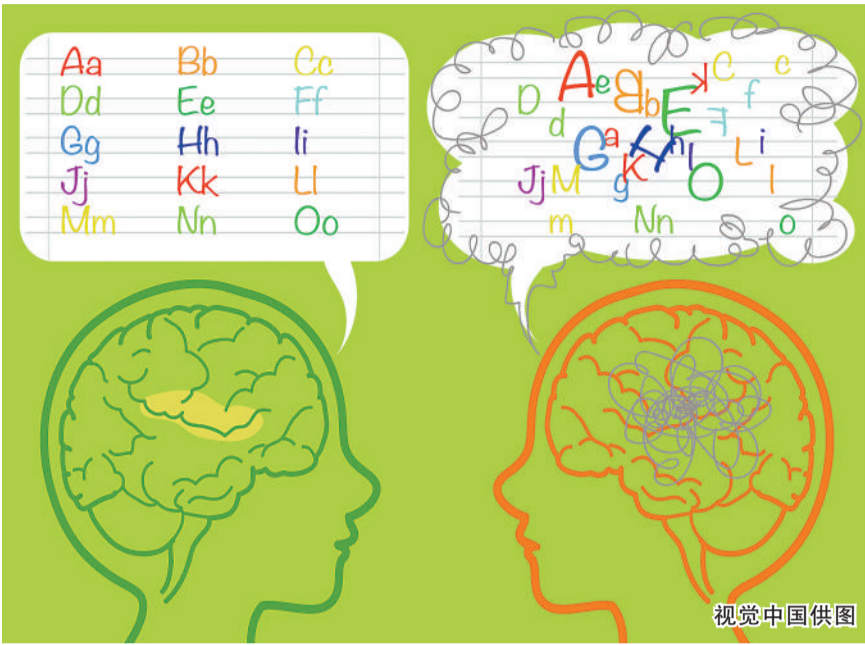
因为中文阅读涉及脑区域更多，所以我国大陆地区脑瘫患者语言障碍的发病率曾经高达七成，而美国仅两成脑瘫患者有语言障碍。谭力海对中文涉及脑区的研究成果已在临床中应用于指导神经外科开颅手术，使手术尽量避开相应区域。之前的研究暗示：中文为母语的阅读障碍者，“问题脑区”主要在左脑额中回、额下回和顶叶，而以英语为母语的阅读障碍者，“问题脑区”主要在左脑额顶区。有趣的是，谭力海研究发现，学习中文的儿童如果较少使用拼音输入法，左脑额中回的灰质体积更大。换句话说，如果过度使用拼音输入法，会影响孩子的“中文大脑”。

建立中国儿童语言发展数据库

有统计认为，中文严重阅读困难十分常见，在学龄儿童中可达28%。实现中文阅读障碍早期干预关键技术从0到1的突破，是一项迫在眉睫的重要前沿科学研究任务，事关我国教育质量的提升。

谭力海介绍说，2岁半的小孩子，每句话平均有2.5个词；4岁上升到6个词；5岁时是7个词，已接近于成年人的8.3个词。因此，孩子的语言快速发展期是在2—4岁。

语言发展与大脑增重，两条曲线高度相关——出生时，婴儿的大脑重量是0.454公斤；1岁幼儿的大脑重量差



视觉中国供图

不多是1公斤；4—5岁孩童的大脑重量相当于成人大脑重量的80%—90%。5岁之前孩子的大脑发育得非常迅速。

第二语言学习也是越早越好。多年以前，美国的一项研究表明，3—7岁时移民到美国的孩子，他们使用英语时犯错的几率，和母语为英语的孩子是一样的；8—10岁时移民到美国的孩子使用英语的正确率有所下降；11—15岁移民到美国的青少年使用英语的正确率明显下降；而成年人学习第二语言的效率更是大幅下降。

由于西方的阅读困难早期预警体系不适用于中国儿童，只有长期追踪研究，才有可能找到儿童语言和阅读能力的发育规律，而我国还从未有过规模化的、面向幼儿园儿童的长期追踪研究。基于这一现实需求，深圳市神经科学研究院与福州市融侨幼儿园开展密切合作。在从2022年起的5年时间内，深圳市神经科学研究院驻福州实验室会对近千名3岁儿童开展追踪研究。

“我们希望建立一个3—4岁中国儿童语言发展的五年追踪数据库。”谭力海说，他们将通过对3000名3—4岁儿童实施原创性设计的认知测试任务，来揭示语言发展规律。

谭力海说，每个儿童将接受15个类似游戏的小测试，分别涉及听、说、看、反应、理解等各个脑功能，一共两到三个小时，分几次完成。研究还将包括基因测序。

未来，这些孩子上小学后，研究人员再观察其阅读水平表现，可能获得规律性的认识，对改善孩子的阅读能力提供理论指导。

研究者根据地域和语言的特点，最终选择福州作为关键的实验城市，并选取融侨幼儿园旗下7家幼儿园进行测试。福州融侨幼儿园总园长李晓蕾表示，去年11月，科研项目在融侨幼儿园启动，在老师和家长的支持下，近千名儿童参与到该课题研究当中，并顺利完成了第一年的任务。她希望研究能找到阅读困难的早期预警指标，为提升中国儿童的语言认知能力打下坚实的基础。

目前，该研究还在四川省成都市的部分幼儿园开展。全国约有3000名儿童参与其中。

新知

网游成瘾或导致风险决策能力下降

◎实习记者 沈唯

随着互联网技术的飞速发展，网络游戏成为人们生活中一种常见的休闲娱乐项目，尤其受到青少年等年轻群体的喜爱。与此同时，网络游戏带来的负面影响也日渐凸显，许多人沉迷网络游戏无法自拔，给身心健康造成不同程度的损害。

网络游戏成瘾的机制是什么？6月5日，科技日报记者从中国科学技术大学获悉，该校认知神经心理学实验室张效初教授团队首创性地探讨了网络游戏成瘾者在价值决策中的损失厌恶情况，并结合认知计算建模和功能磁共振成像技术，解析了潜在神经环路的适应性变化，运用多种手段为理解网络游戏成瘾者的定义和机制提供了重要线索。相关研究成果论文日前在线发表于《行为成瘾杂志》。

“网络游戏成瘾是一种复杂的心理行为模式，涉及行为习惯和脑机制的相互作用。”论文共同通讯作者、中国科学技术大学人文与社会科学学院心理学系特任副研究员查汝晶告诉记者，从行为习惯层面上看，游戏的可获得性、奖励系统和社交互动等因素会增强游戏本身的吸引力，导致用户形成成瘾性的行为习惯。

查汝晶表示，另一方面，相应的行为习惯会伴随大脑神经适应性和奖赏系统的变化。长期过度游戏会引起大脑中奖赏回路的异常激活，导致成瘾者对游戏的奖赏反应过度增强，同时对现实生活奖励的反应减弱。这一点也解释了部分沉迷网络游戏的群体在现实生活中会感到更加孤独和空虚，生活态度消极，存在社交障碍等。

此项研究重点关注了网络游戏成瘾者在价值决策中的损失厌恶情况。论文第一作者、中国科学技术大学生命科学与医学部博士生洪伟介绍，损失厌恶是指人们对于损失的敏感程度高于同等价值的收益，与可能失去潜在利益相比，人们更倾向于避免造成自身的损失。

在现实生活中，人们的损失厌恶表现为在面对风险或不确定的决策时，倾向于选择安全的选项。“过度或过少的损失厌恶都可能对个人造成不良影响，包括强化情绪反应、出现决策偏差以及对风险的过度避免等，这些情况可能会影响到个人的生活决策，使人们在学习、工作和生活中错失一些对自己有益的机会。”洪伟说。

研究发现，与没有网络游戏成瘾的健康者相比，成瘾者在价值决策任务中表现为损失厌恶降低。这意味着他们对损失的敏感程度较常人更低，在面临选择时倾向于冒险或选择潜在损失更大的选项。

尾状核和海马体都是大脑学习记忆系统的重要组成部分，尾状核对人们形成行为习惯有重要作用。此项研究表明，网络游戏成瘾者大脑的左侧额下回和尾状核与海马体之间的连接指标显著降低，这说明成瘾者的奖赏评估相关网络功能集成能力和多样性有所下降。“这些结果或许反映了网络游戏成瘾者不能很好地评估收益和损失结果信息，也进一步解释了成瘾者持续沉迷游戏而难以退出的原因。”查汝晶表示。

该研究揭示了网络游戏成瘾者在价值决策和脑功能连接性方面存在的特定变化，有望为网络游戏成瘾的诊断提供一种客观的生物学依据。研究团队认为，结合这些生物学特征和临床评估工具，人们今后能够更准确地诊断和鉴别网络游戏成瘾。查汝晶介绍，研究发现的生物学特征还可以结合已有的经颅磁刺激、电刺激等非侵入性成瘾治疗方

法和优化网络游戏成瘾的特定靶点治疗方案。“我们呼吁人们，特别是青少年群体加强对网络游戏成瘾的认识和了解，充分意识到沉迷网络游戏给自身健康带来的危害性，管理好时间以及设置适当限制，有效预防网络游戏成瘾。同时我们还应建立和加强青少年周围的社交联系和支持系统，包括家庭、学校、朋友和其他支持网络，帮助青少年共同克服和应对游戏成瘾。”查汝晶说。

土壤和大气湿度对地表温度影响揭示

科技日报讯（记者马爱平）近几十年来，为什么北极及青藏高原地区升温幅度较大？为什么中国北方地区升温幅度较南方地区大？为什么水多的地方温度相对较低，水少的地方温度相对较高？为什么湿度较高的地方夜晚最低温度比较高？这些难以解释的现象或许有了解答。

6月19日，科技日报记者从中国农业大学获悉，《细胞》子刊《交叉科学》日前在线发表了该校潘志华教授团队的文章《不同气候背景下土壤湿度和大气湿度对地表温度的协同影响》。该研究首次定量揭示了土壤湿度、大气湿度与地表温度之间的复杂关系。

“近几十年来，全球地表温度显著升高。无论是在欧洲、美洲还是亚洲，热浪在世界范围内频繁发生。2022年，欧洲和亚洲经历了破纪录的高温持续干旱。高温和干旱总是叠加发生，因为土壤和大气湿度对地表温度有着很强的反馈作用。随着全球变暖，土壤湿度和近地表大气湿度也发生了显著变化。然而，人们对土壤和大气湿度如何以及在多大程度上影响地表温度这一问题还缺乏深入的了解。”潘志华告诉科技日报记者。

研究团队基于全球近40年的气候数据以及团队近15年的观测，首次创建了土壤湿度、大气湿度与地表温度之间的定量关系，揭示了三者之间的相互作用机理。研究发现土壤湿度和大气湿度是地表温度的重要调节器。土壤湿度因背景温度不同发挥着不同的作用，温度高于0℃时，土壤湿度增加，引起地表温度下降，反之会引起地表温度升高；温度低于0℃时，土壤湿度变化对地表温度的作用相反；而大气湿度主要表现为增温作用。依据三者之间的关系，研究团队用净辐射、土壤湿度和比湿这三个数据完美模拟和揭示了地表温度的变化原因。

中国科学院大气物理研究所研究员马柱国表示，土壤湿度和大气湿度虽然变化缓慢，但对天气和气候变化有重要影响。该研究创新性地从水热耦合视角揭示了土壤湿度、大气湿度影响气候变化的机理，为应对气候变化提供了重要的科学依据。同时，该研究说明，高强度的人类活动会打破土壤水、热平衡，导致气候发生变化。土壤水热耦合过程的合理调控是土地可持续管理的核心，对理解全球气候变化机理并采取适应措施也具有重要意义。

当前，美国西部、中国华北地区、非洲中部以及南美洲地区是全球人口密度高值区，近年来人类活动导致的干旱、火灾、土地退化、生态系统退化等严重制约了该地区的可持续发展。该研究为解决类似地区的气候变化问题提供了应对思路和理论支撑。

比植物效率高出4倍以上 小小微生物，固碳大能手

◎实习记者 李诏宇

“寄蜉蝣于天地，渺沧海之一粟。”相比于直径达12742千米的地球来说，人类的观察尺度和手段是何其渺小？若是仅凭人力观测，纵然终其一生，恐怕亦难以真正穷尽地球的一角。正因如此，在地球科学领域，借助信息技术、人工智能技术等先进研究手段，将地球科学与计算机科学深度结合才显得尤为重要。

不久前发布的一项研究，正是这种结合的一次生动实践。

清华大学地球系统科学系教授黄小猛、博士生陶凤与美国康奈尔大学教授路亦其组织的国际研究团队，通过深度学科交叉，揭示了微生物碳利用效率对全球土壤有机碳储量的决定性作用。5月24日，研究论文以“微生物碳利用效率促进全球土壤碳储存”为题，在线发表于《自然》杂志。

不容忽视的“小家伙”

碳库，也就是地球上碳的储存库，可

以分为大气碳库、海洋碳库、岩石圈碳库、陆地生态系统碳库等若干部分。“其中，土壤有机碳是陆地生态系统碳库最重要的组成部分之一，含碳量约为陆地植被有机碳的4倍。”论文共同通讯作者黄小猛介绍，“土壤有机碳在全球碳循环中扮演着关键角色。其对碳的储存能力是如此之强，以至于我们只要将其中的碳储存量提升千分之四，便可以抵消目前人类一年的碳排放总量。”

土壤有机碳的作用如此重要，然而它究竟是如何形成并稳定储存在土壤中的？岩石、矿物等无生命活动的事物显然不可能成为土壤有机质的来源。动物在生物圈中重量占比极低，也与有机碳储存的“首功”无缘。因此，传统的科研范式把树木、灌木、草等植物作为土壤有机碳碳储存过程中的最大“功臣”。

论文第一作者陶凤介绍，传统的科研范式以植物输入—有机物降解为核心，将土壤有机碳的储存分为光合作用输入碳分配、土壤呼吸等若干过程。“然而，近年来，越来越多的证据表明，依据传统范式建立的过程模型并不能完全准确地模拟

土壤有机碳总量。”陶凤说，“显然，是人们忽略了一些肉眼看不见的‘小家伙’们。”

陶凤口中的“小家伙”，就是土壤微生物。尽管微生物在宏观尺度上显得好像可以忽略不计，但却是碳循环过程中不可忽视的一支“生力军”。“近年来随着科研范式的嬗变，将土壤微生物过程纳入考虑已经成为主流观点。”黄小猛说。

撬动改变的大因素

和动植物一样，渺小的土壤微生物并非不食人间烟火，它们也有新陈代谢，会经历生老病死。因此，土壤微生物既是土壤有机碳的消费者，又是土壤有机碳的贡献者。一个问题也随之而来：土壤微生物究竟是促进了固碳，也就是贡献了更多土壤有机碳，还是导致了碳排放，也就是消耗了更多的土壤有机碳呢？“这正是我们要弄清楚的一大问题。”陶凤说。

黄小猛介绍，微生物碳利用效率（CUE）指的是微生物生物合成碳占微生物新陈代谢总碳的比例，是描述土壤微生物生理的重要参数。虽然微生物碳利用效率越高，越利于土壤微生物的生物合成，但是更多的生物合成最终是否可以转化为更高的土壤有机碳储量？在这一问题上，人们仍不清楚。

“目前存在两种结果完全相反的控制路径，高的微生物合成既可能意味着更多有机产物产生及微生物残体最终保存在土壤中，同时也可能促进微生物胞外酶的产生，后者将催化土壤有机质的降解，导致土壤碳的流失。”黄小猛说。

此次研究中，研究团队首先选定微生物碳利用效率作为变量，将描述复杂土壤碳循环的机理模型与5万多条土壤碳观测数据相融合，在贝叶斯框架下确定了微生物过程对土壤有机碳储存最可能的控制路径。“这一步主要是为了弄清微生物究

竟是在固碳，还是在排碳。”陶凤解释道，“结果表明，微生物碳利用效率与土壤有机碳储量正相关。也就是说，微生物确实有助于推动固碳而非排碳，微生物在微生物新陈代谢中对生物合成较高的碳分配比例，最终转化为宏观尺度上更高的土壤有机碳储量。”

“只做到这一步还不够，我们想要把研究拓展到更深的层次。”黄小猛表示。研究团队基于自主开发的过程驱动和数据驱动融合的深度学习方法（PRO-DA），通过人工智能技术的先进算力和矩陣化模型构建能力，将站点尺度的数据模型融合结果扩展到全球尺度，获取了涵盖微生物碳利用效率、植物碳输入、非微生物碳转移效率等7种机制的空间分布格局，并定量评估了它们对全球土壤有机碳储量和空间分布的相对贡献。

“对比研究和综合评估表明，相比于其他过程，微生物碳利用效率对土壤有机碳储存的影响是最为关键的，比植物碳输入等其他过程至少高出了4倍之多。”陶凤表示，“这次的研究表明，小小的微生物，却是撬动土壤有机碳储存的大因素！”

在研究团队看来，此次研究的结论并没有否定传统的植树造林等固碳手段对于土壤有机碳储存的重要性，而是为未来科研与环保事业指出了一条更高效的新道路。虽然如此，研究团队也坦言，在目前的技术水平下，大范围、高效率、低成本地调控微生物碳利用效率仍需要更多的理论和实践研究。

“试想一下，如果我们能采取技术手段，有效地提高全球的微生物碳利用效率，那么土壤就能存储更多的有机碳，进而让冰层消融、山林野火、反常低温等一系列由于大气二氧化碳浓度上升导致的恶性气候变化得到遏止。”黄小猛表示，“此次研究表明，未来的土壤碳循环研究应对微生物给予更多关注。”



河北省承德市宁城县族自治县镇镇镇镇镇镇的农民在耕地。
新华社记者 邢广利摄