

首张大脑组织结构图谱问世

揭示从出生到 100 岁的脑区发育情况

本报讯 科学家绘制出首份关于大脑活动关键模式的图谱，并确定了这些模式在人类整个生命周期中的变化规律。3月25日，相关研究成果发表于《自然》。

这份图谱基于近 3600 人的脑部扫描数据，年龄跨度从婴儿到百岁老人。它映射了一种名为“功能连接”的特性，描述了不同脑区之间的协调水平。数据表明，在年轻人中，这种连接的特定模式与认知表现有关。

美国宾夕法尼亚大学的 Jakob Seidlitz 表示，该图谱有助于理解发育问题和神经退行性疾病何时出现。“这对该领域而言是一项重要贡献。”

大脑是一个“吵闹”的地方。有时两个相距甚远的大脑区域会同时活跃，表明它们在协同工作以支持相同的功能。这些区域被认为是“功能性连接的”，尽管它们在大脑中未必相邻。

论文作者、美国北卡罗来纳大学教堂山分校的 Patrick Taylor 解释说，为理解这种功能性连接是如何组织的，研究人员会根据它们与大脑其他部分的连接模式，将大脑区域沿着一个比例或轴线绘制出来。这里有 3 个主要的功能轴。例如，感官-联想轴使研究人员能够描述

沿该轴分布的脑区——从主要专注于处理感官信息的区域到参与复杂过程的区域。轴上各点的脑区具有相似的连接模式。

感官-联想轴的一端是与感官处理密切相关且与其他具有相同功能的区域相连的脑区。而轴的另一端则是支持更高层次信息处理并与众多其他区域相连的脑区。位于轴中间的是充当过渡地带的脑区，将感官处理与更抽象的思维联系起来。这意味着这些区域在功能上既与感官网络相连，又与参与复杂思维的区域相接。

长期以来，科学家一直试图理解这种组织是如何在人类大脑的发育过程中产生的。2022 年，科学家发布了脑组织生长图谱，但为功能连接创建类似图谱却一直面临挑战。

论文作者、北卡罗来纳大学教堂山分校的 Pew-Thian Yap 表示，此前的研究追踪了功能轴在不同生命阶段的变化，但尚无研究能够全面涵盖这三大主要功能轴在整个人类生命周期中的发育与演变。“这对我们理解人脑功能至关重要。”Yap 说。

为填补这一空白，Taylor、Yap 和同事分析了 3556 名从出生到 100 岁人群的功能性磁共

振成像扫描数据。研究人员追踪了三大主要功能轴在不同年龄段的发育和变化情况。

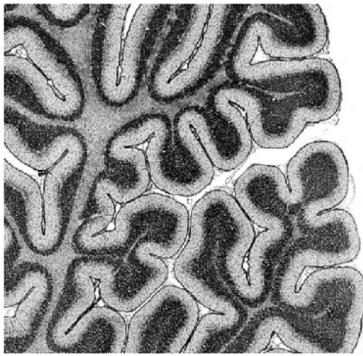
从婴儿期到老年期，每个轴都遵循各自的发育路径。例如，感官-联想轴两端区域的连接性差异在儿童期和青少年期变得更加明显，并在 19 岁达到峰值。Taylor 指出，这种分化促使年轻大脑向更成人化的组织结构发展。

研究人员还发现，那些感官-联想轴模式与人群平均水平高度吻合的年轻人，在认知表现、信息处理速度和记忆力方面均优于那些与平均水平差异较大的年轻人。

另一条轴则描述了参与认知控制与形成心理信息表征的脑区，这与早期运动技能的发展相关，表明不同功能模式在不同生命阶段变得更加相关。

美国明尼苏达大学的 Maxwell Elliott 认为，尽管脑功能图谱是理解各个脑区在整个生命周期中如何相互关联的“第一步”，但它无法揭示个体的功能连接是如何组织的。他补充道，追踪大脑网络随时间的精确变化将是“下一个重要研究前沿”。

与此同时，Taylor 表示，研究人员计划进一步探究大脑中组织功能模式的动态变化，并分



随着人的成长，大脑中协同工作的区域会发生变化。图片来源: Microscape

析它们在不同人群中的表现。“还有很多事情要做。”他说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10219-x>

微重力环境阻碍卵子受精

本报讯 一项涉及人类、小鼠和猪细胞的研究表明，微重力条件会对精子细胞的运动、卵子受精以及早期胚胎发育产生负面影响。该研究结果突显了微重力环境下哺乳动物生殖可能面临的一些挑战。相关研究成果 3 月 27 日发表于《通讯-生物学》。

未来十年内，人类计划开展载人登月和火星任务。这两个目的地均属于微重力环境。此前研究已表明微重力会影响人类的男性性激素水平以及小鼠干细胞的增殖，但对生殖细胞行为和早期胚胎发育的影响尚不明确。

在这项研究中，澳大利亚阿德莱德大学的 Nicole McPherson 和同事利用一种名为“回热器”的连续旋转装置，模拟了微重力环境，并将其与标准地球重力环境进行对比，观察人类、小鼠和猪的精子在模拟宫颈的狭窄通道中的行为表现。

研究人员发现，与标准地球重力环境相比，在微重力条件下能够通过该通道的人类精子数量显著减少，尽管两种条件下精子的整体运动强度相似。然而，当向系统中加入 100 微摩尔孕酮后，精子的活动能力部分恢复到了标准地球重力下的水平。

对比小鼠和猪细胞的受精成功率及胚胎发育情况，研究人员发现，小鼠卵子在微重力环境中暴露 4 小时后，成功受精的比例比在标准地球重力下进行的相同实验低 30%。并且与标准地球重力条件相比，经 4 小时微重力暴露后，达到囊胚发育阶段的猪胚胎数量也较少。

这些发现表明，尽管哺乳动物的生殖过程可在模拟微重力环境下进行，但这些条件对其产生了负面影响。研究人员指出，目前尚不清楚完全在微重力环境下受精和发育的胚胎能否维持妊娠，并建议未来的研究应评估人类和其他动物在太空中的长期生殖可持续性。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s42003-026-09734-4>

科学家计算气候变化经济成本

本报讯 研究表明，过去二氧化碳排在未来的经济成本，可能至少是同一排放量已产生成本的 10 倍。科学家提供了一种衡量损失和损害的方法，可用于量化二氧化碳排放者造成的未来损失。相关研究成果 3 月 26 日发表于《自然》。

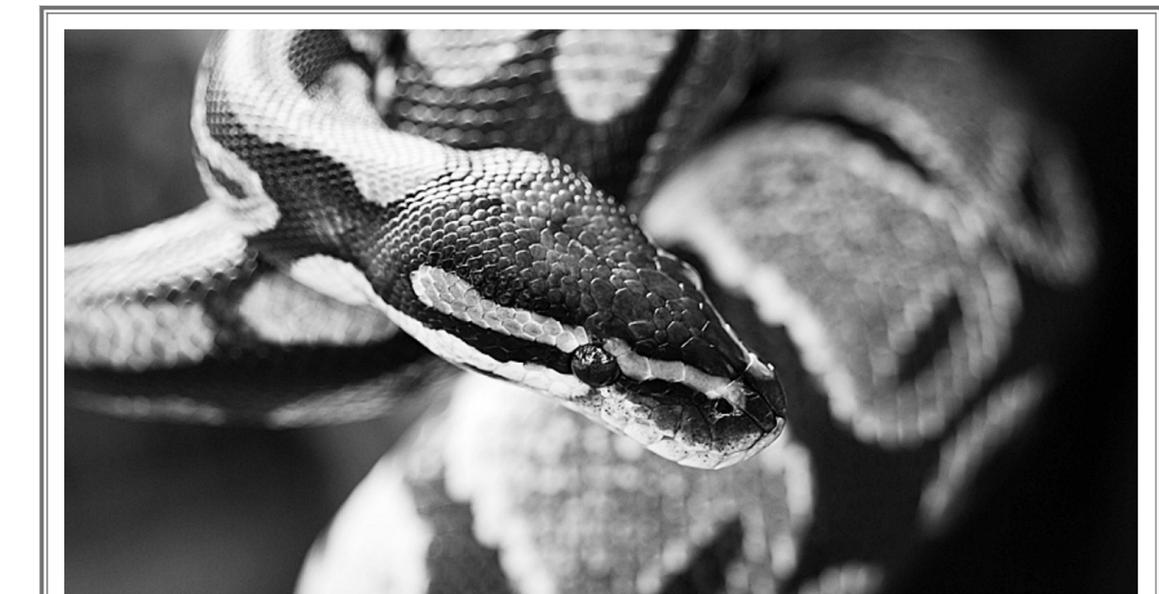
气候变化对人类产生了重大负面影响，而受害最大的人群往往仅造成极小部分的历史排放量。这些影响促进了政治和法律层面的努力，旨在将损害与具体的排放行为挂钩。

美国斯坦福大学的 Marshall Burk 和同事提出了一个量化框架，基于对气温升高与经济产出(主要基于 GDP)之间关联的估算，以及一套能够将排放变化转化为变暖变化的气候模型，旨在将单独排放与全球及地方损害联系起来。由此估算的二氧化碳排放造成的损失与损害，可通过 3 个组成部分计算得出：过去二氧化碳排放已发生的历史损害、预计将由这些历史排放引发的未来损害、预计由当前或未来排放引发的未来损害。

研究人员估算，1990 年排放的 1 吨二氧化碳到 2020 年已造成 180 美元的全球累计损失，但到 2100 年还将造成额外的 1840 美元损失。他们探讨了不同地区特定排放者造成的损失实例，估计自 1990 年以来，美国的排放已在全球范围内造成 10 万亿美元损失，包括印度的 5000 亿美元和巴西的 3300 亿美元。欧洲各国在此期间的排放量已造成超过 6 万亿美元的全局损失。研究人员还计算出，过去 10 年间每年一次长途飞行，到 2100 年将导致约 2.5 万美元的损失。

研究人员认为，计算出的损失额并不一定意味着二氧化碳排放者“欠”受影响地区多少赔偿，因为赔偿是一个道德和法律问题。然而，界定与气候变化相关的损失和损害，有助于限制未来损害，包括使排放者对其排放所致损害承担责任。尽管碳移除策略可能有潜力减少此类“债务”，但研究人员认为，这些策略仅在排放发生时实施才能取得良好效果。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10272-6>



球蟒鳞片能够抑制细菌生物膜的形成。图片来源: David Kleyn/Alamy

科学此刻

蛇皮小刺抑制细菌积聚

球蟒得名于它的经典防御姿态：蜷缩成球状并将头部收拢起来。然而，它们的鳞片还隐藏着另一种更为精妙的防御机制：能够抑制细菌积聚的微小尖刺。近日发表于 ACS Omega 的一项研究，有望为开发基于机械而非化学作用的抗菌材料带来灵感。

英国谢菲尔德大学的 Andrew Parnell 表示：“我们或许可以同时使用机械装置与抗生素，采用‘双管齐下’的策略，重新利用一些现有的抗生素。”

微观结构在自然界随处可见。韭菜叶、荷叶和玫瑰花瓣上的微小波纹，有助于植物排出水分；鲨鱼鳞片上的微细棱纹，能够有效减少阻力。此外，研究人员还探究过壁虎皮肤和蝉翼上的毛发状结构如何阻碍细菌的附着。尽管此前关于蛇皮微观结构对色彩和运动的影响已有研究，但其对细菌的潜在功效却被忽视了。

为了找到答案，捷克布拉格化工大学的 Václav Peroutka 团队，对球蟒的鳞片进行了细致观察，发现其表面密布着微小棘刺。每一根棘刺长约 9 微米，相当于一个单体细胞。研究人员推测，这些棘刺能够抑制生物膜的形成，后者通常是由微生物群落分泌的一层保护性黏液构成的，有助于微生物附着于宿主表面。生物膜不仅能锁住

营养物质，还能阻止抗菌剂进入，充当了微生物之间交换基因(包括与耐药性相关的基因)的媒介。依附于生物膜的细菌比游离细菌的耐药性高出了 1000 倍。

利用从捷克皮尔森动物园收集的脱落的鳞片，研究团队将单个鳞片固定在针头上，并置于富含大肠杆菌或金黄色葡萄球菌的培养液中。

48 小时后，作为对照组的聚苯乙烯塑料表面已被一层厚实且发育成熟的生物膜覆盖。然而，球蟒鳞片对这些微生物的抵御能力要强得多：附着在鳞片表面的大肠杆菌和金黄色葡萄球菌数量分别减少了 88% 和 78%。

在显微镜下观察，鳞片表面仅零星分布着一些在尖刺间找到藏身之处的细菌。

对于这些尖刺如何抑制生物膜的形成，研究人员提出了几种可能的机制。它们或许限制了细菌能够接触的表面，或迫使细菌形成几何结构不稳定的形态。还有一种可能性是，这些尖刺会对细菌的细胞膜造成物理损伤，或者以某种方式抑制了它们分泌生物膜凝胶的能力。

Parnell 希望能看到更多研究以确定具体的作用机制。“他们将细菌引入这些鳞片表面，随后发现细菌无法附着。但缺失了一个关键环节——这中间究竟发生了什么？”

澳大利亚阳光海岸大学的 Gregory Watson 指出，若要将仿生设计转化为实用的产品，理解具体机制至关重要。“我们可以进一步改进这些特性，通过化学手段能够创造出许多自然界无法生成的东西。”

Parnell 指出，如果微结构抗菌产品能够得到普及，公众在观念上也要发生转变。“如果我们转而使用一种不依赖化学品的系统，就必须接受这样一个事实：杀菌效率明显降低了。”他说，“不过，另一个额外好处是，我们可以在更多场合使用这些产品。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acsomega.5c12739>

欧洲家庭燃气灶泄漏致癌化学物质

本报讯 一项 3 月 25 日发表于《环境研究快报》的研究指出，许多欧洲人可能因燃气灶或烤箱的缓慢泄漏而暴露于危险化学品中。在英国、荷兰和意大利接受检测的家庭中，近 10% 的泄漏程度超过了致癌物苯的暴露限值。

“这就像与吸烟者住在一起，二手烟在室内也会产生类似水平的苯。”论文作者、美国 PSE 健康能源研究所的 Drew Michanowicz 说。

除甲烷外，天然气还含有多种挥发性有机化合物，其中已知有害的包括苯、甲苯、乙苯、二甲苯和己烷。苯是最令人担忧的，因为它可引发癌症——尤其是白血病，抑制免疫系统，并导致贫血和大量出血。

此前的研究发现在北海(大西洋东北部边缘海)与荷兰的天然气管中苯含量很高，但并不清楚人们的暴露情况。于是，Michanowicz 团队从英国、荷兰和意大利的 72 个家庭的灶具中收集了天然气样本。结果显示，与美国相

比，意大利的苯浓度高出 9 倍、英国高出 37 倍、荷兰高出 66 倍。

研究团队还密封了其中 35 个家庭的厨房以检查燃气泄漏情况。他们根据泄漏率估算了这些住宅的苯含量，发现 9% 的家庭的苯含量超过了英国和欧盟的安全限值——尽管苯可能并不存在所谓的安全水平。

“这只是燃气泄漏的苯，其他来源的苯还没算进去，所以实际的苯含量可能更高。”Michanowicz 说。

在英国约克大学的 Nicola Carslaw 看来，燃气灶的天然气管泄漏可能是苯的一个重要来源，“但这在很大程度上取决于每个家庭的具体做法”。Michanowicz 则认为，他们研究的 35 个家庭“在很大程度上代表了广泛的人群”。

Michanowicz 说，用天然气烹饪也会产生污染物，包括苯和氮氧化物。不过大多数泄漏都低于理论上靠气味检测到的水平，因此提高燃气浓度能帮助人们发现更多的缓慢泄

漏，但不是全部。“我们的鼻子非常不完美，人们的嗅觉差异很大。”

而英国莱斯特大学的 Paul Monks 认为，解决方案显而易见——改用其他灶具。“关于燃气灶污染室内空气的证据越来越多，鉴于减少潜在健康风险和脱碳的双重好处，逐步淘汰燃气灶是必需的。”

Michanowicz 说，电磁炉更节能、无污染、火灾风险更低，且没有炸毁整栋建筑的危险性，但有些人喜欢用燃气做饭。不过，如果室外空气清洁，良好的通风能够改善室内空气质量。

“我认为，在建筑规范方面我们有很长的路要走。这些规范不仅要关注能效，还包括通风和室内空气污染。”Michanowicz 说，例如，安装热回收通风系统，也称热交换器，就可以在减少能量损失的同时改善通风。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ae499f>

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《细胞》

泛神经变性蛋白质组学研究揭示疾病亚型和分子特征

美国圣犹达儿童研究医院的彭秀敏(音)团队通过泛神经变性蛋白质组学研究揭示了疾病亚型和分子特征。相关研究成果 3 月 23 日发表于《细胞》。

研究团队通过对 2279 份个人脑样本的多层次、深度蛋白质组学分析，绘制了一幅泛神经变性图谱(PanNDA)，这些样本涵盖了六种主要的神经退行性疾病，包括常见的阿尔茨海默病、帕金森病等。PanNDA 整合了来自整个蛋白质组、洗涤剂不溶性蛋白质组和翻译后调控的数据，实现了疾病内和疾病间的比较。疾病内部分析揭示了不同的分子亚型和失调的途径，并优先考虑了排名最高的蛋白质。疾病间比较确定了神经退行性疾病的共同改变。PanNDA 为理解神经退行性疾病机制提供了一个系统级框架，并可以作为一个基础性资源。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.02.026>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

十年，中国辟出一条开源芯片产业落地之路

(上接第 1 版)

这些开源操作系统社区主要的设计目标依然是当下的“主流”芯片架构，如 x86 和 ARM。将 RISC-V“适配”进去，虽然解决了从无到有的问题，但系统往往不会优先考虑 RISC-V 的独特需求。

RISC-V 需要一个完全“以自我为中心”的发展空间。这一想法催生了“如意 RISC-V 社区”(以下简称如意社区)的诞生。2024 年 11 月，在中国科学院的指导下，软件所联合中国电子标准化技术协会 RISC-V 工作委员会、软硬件厂商及高校、科研机构，在世界互联网大会乌镇峰会上正式发布如意社区。

作为 RISC-V 原生上游社区，如意社区聚焦操作系统内核、编译器、工具链及关键基础组件的适配，以推动 RISC-V 软件生态发展为核心目标，加快关键技术成熟与规模化应用落地。

“以 RISC-V 为唯一‘信仰’的社区，‘战斗力’直线上升。”武廷军直言，它很快在实质性推动 RISC-V 标准落地与工程化实施方面得到检验。

2024 年 10 月，RISC-V 国际基金会发布 64 位 RISC-V 应用处理器标准规范——RVA23，为长期困扰产业的 RISC-V 芯片碎片化难题提供了一套清晰统一的“通用标尺”，让不同厂商设计的处理器不再“各自为战”。与此同时，构建适配并遵循 RVA23 规范的操作系统，成为 RISC-V 通用计算生态走向成熟、规模化应用的核心环节。

2025 年 2 月，如意社区启动“RISC-V 内核同源”计划。该计划以统一技术底座为基础，通过工作组协同、联合验证与需求共治机制，推动 RISC-V 标准落地与工程化实施。围绕 RVA23 标准工程化落地，如意社区统筹推进多款芯片在操作系统、工具链、构建系统与运行环境等关键环节的适配，有效解决了芯片厂商在多个操作系统间重复适配、重复维护的问题。

“openEuler、OpenAnolis、openKylin 等操作系统社区 2025 年发布的 RVA23 版本，都使用了‘同源内核’成果。”武廷军告诉记者，在如意社区，RISC-V 软件生态正从“碎片化”走向“系统化”，从“各自为战”走向“标准治理+社区协同”。

从底层基建到终端产品，围绕 RISC-V 的生态变革，逐渐蓄力。

3 月 26 日，原生于如意社区、专注于 RISC-V 架构的操作系统“如意”终于首次与公众见面。它面向 RISC-V 生态上下游开发需求，集成了“RuysSDK 软件开发工具集”，为开发者敞开一道“RISC-V 原生应用开发集成测试”的软件生态之门。

AI，引爆 RISC-V 未来的奇点

短短几年，“开源指令集+开源芯片+开源操作系统”紧密协同的软硬件新生态已初具雏形。如今，RISC-V 平板电脑已在 PC 云桌面、政企移动智能无纸化办公系统等场景中应用。

“这么多 RISC-V 终端产品，在欧美市场是看不到的。”武廷军坦言。

在他看来，当前 x86、ARM 的成熟生态已呈红海，而 RISC-V 则是充满可能性的新蓝海。

“开发者就像流水，顺势而为。哪里有机会、有资源、是增量，就会流向哪里。”武廷军说，一旦出现更多开发和应用的标杆案例并开始获得商业回报，雪球就会开始滚动。“到那时，生态的迁移可能不是线性的，而是在某个临界时刻突然加速、汇聚成流。”

大家深知此道——RISC-V 最终能否逆袭成功，关键在于如何汇聚起百万、千万量级的开发者。

最近，包云岗跟好友武廷军分享了他的看法：人工智能(AI)将是引爆 RISC-V 未来的奇点。

“我强烈地感受到，全球许多地方都在用 RISC-V 架构做 AI 的推理任务。”包云岗说，AI 有着形形色色的推理需求，而传统芯片在灵活性、扩展性等各方面都比不上 RISC-V 芯片，RISC-V 芯片敏捷开发的优势将在 AI 时代大放异彩。

“RISC-V for AI 是确定的方向。”包云岗认为，在 AI 应用爆发、能耗成为突出矛盾的今天，打造一枚高度专用、极低能耗的“场景芯片”，是 RISC-V 最独特的竞争优势。而这一优势，终将转化为大多数开发者都会围绕其进一步开发应用的“胜势”。

武廷军对此深表赞同。他同时表示，不仅 RISC-V 芯片会迎来 AI 应用的“iPhone 时刻”，AI for RISC-V 也将面临类似的事态——以后 RISC-V 生态的建设，可能不再主要依赖传统意义上的人力推动。未来，大量基础软件、应用软件可能由 AI 智能体直接生成、调用或托管。

“RISC-V 生态的构建，势必‘接住’这样的时代。因此，我们必须打造一个不仅对开发者友好，还对 AI 友好的 RISC-V 生态。”武廷军说。这也是中国开源技术社区正在加速构建的方向。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ae499f>