

# 大气微塑料水平可能被高估

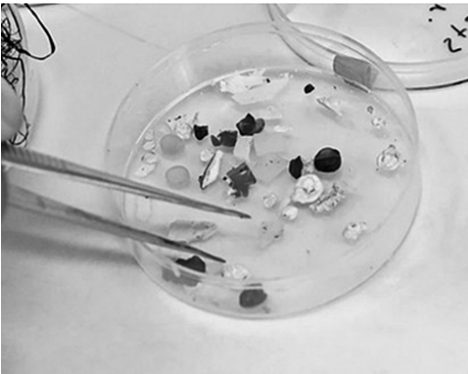
**本报讯** 微塑料无处不在，但大气中的微塑料含量一直存在争议。新研究表明，大气中的微塑料颗粒数量可能低于之前的推测，甚至低好几个数量级。相关研究 1 月 21 日发表于《自然》。

“这并不意味着大气中没有微塑料。”奥地利维也纳大学的环境科学家 Ioanna Evangelou 说，该研究表明，需要在全球范围内扩大微塑料的测量范围，并实现标准化测量。

从垃圾的不当处理到汽车轮胎的降解，许多人类活动都会释放微小的塑料颗粒。这些颗粒包括纳米塑料（直径小于 1 微米的颗粒）和微塑料（直径介于 1 微米至 5 毫米之间）。它们渗入大气、海洋及其他生态系统，甚至已进入人体和大脑。目前，科学家仍在努力探究它们对人体健康的影响。

Evangelou 表示，微塑料的生物效应研究尚处于起步阶段，这意味着无论当前测到的微塑料浓度是多少，都不清楚它们对人类是否安全。

此前，有关大气微塑料浓度的研究结果存在很大差异，幅度多达几个数量级。更关键的是，部分研究仅基于美国西部一个地区的测量结果推断全球的排放量。



微塑料无处不在，但关于大气中这类污染物的含量，各项研究的结论存在分歧。  
图片来源: Milos Bicanski

为更准确地掌握大气微塑料浓度，Evangelou 团队整理了两组现有研究数据，一组是全球微塑料排放量的估算研究数据，另一组是环境样本中微塑料颗粒的实测研究数据。随后，他们利用第二组数据验证了第一组数据的准确性。

**江门中微子实验要求有多严**  
**遭企业老总集体「吐槽」**  
**（上接第 1 版）**

由于北方夜视的光电倍增管探测效率迟迟不达标，科学家带队直接进驻企业，进行联合攻关。“这些科学家都放下身段，扎到我们生产一线，跟我们一起攻关。他们当时提出的口号是‘达不到指标，谁也不准离开’。”孙建宁说。

随着汤臣科技遭遇有机玻璃球体研制、安装的一个个“至暗时刻”，联合攻关一次次启动。“他们帮着我们做技术可行性分析，陪着我们一起蹲现场，反复做各类验证试验，全体汤巨人都感受到了中国顶级科学家团队的强大力量。”汤月生说。

当东南网架困于不锈钢高强螺栓在试拼中大量“咬死”、项目濒临停滞时，高能所、东南网架、眉山中车紧固件科技有限公司、清华大学等联合攻关，研发出全新的不锈钢环槽铆钉方案。“他们的经验，让我们的技术水平得到很大提升。”严永忠说。

这种节奏，也让企业体会到作为国家创新体系一员的使命感。不少“老总”在分享时提到“我们参与的是国家的事”。

在北京市建筑设计研究院股份有限公司董事长徐全胜看来，“创新联合体”以国之重器的工程建设为牵引，以解决重大前沿科学与工程难题为目标，深度融合了政、产、学、研各方力量，是一个响应国家创新战略的协同攻关体系。

## “自豪且充满底气”

历经一次次崩溃与振奋，汤月生感觉到，企业获得了新的生命力。“感谢江门中微子实验团队给了我们成长的机会。”

工程项目推进期间，高能所曾把汤臣科技生产的有机玻璃板材送往意大利的国际合作团队检测。检测结果让意大利团队惊叹，“有机玻璃板的低本底指标做得太好了”。此后，意大利团队在做一个暗物质探测项目时，选择汤臣科技作为有机玻璃板的生产商。

“站在这里，我可以自豪且充满底气地说，我们答应能做到的，就一定能干成，绝不会给中国的亚克力行业抹黑丢脸！”总结会上，汤月生高声地说。

许多项目参建企业都在各自的行业和市场拥有了不可替代的地位。

江门中微子实验光电倍增管项目，让北方夜视从传统的微光成像企业转型为以微光探测器研制为专长的高科技企业。“之前，国外企业几乎占了国内 90% 以上的市场。现在，我们的产品在医疗、核辐射核安防、高端科研仪器行业得到了大量使用。”孙建宁说。

江门中微子实验不锈钢网壳项目，让东南网架拥有了定义国内特殊不锈钢结构技术标准的能力。“我们参编了一些国家标准，项目中摸索出的加工工艺、材料标准被纳入国家规范，为我们今后承接更多类似项目打下了基础。”严永忠说。

江门中微子实验的探测器结构设计项目，也让建筑企业有所收获。徐全胜感慨，江门中微子实验的建设过程，是建筑设计、科技创新的过程，其中一些成果填补了建筑领域科技的空白。

“我个人认为，到目前为止，江门中微子实验是所有大科学工程中最复杂也最具挑战性的装置，我们遇到的很多问题，在国际上没有可以参考的先例。科学家与工程师的结合、科研院所与企业的结合，是解决这些问题的关键。”王贻芳感慨。

对于各家企业来说，工程总结会上，他们又多了一个新的收获——奖杯。王贻芳和高能所所长曹俊等一起，代表江门中微子实验团队，将 83 个奖杯逐一送到 83 家企事业单位代表手中。奖杯上，刻着王贻芳题写的两行字：“同心逐光赴星途，匠心探穹铸奇功。”

研究人员将估算的排放数据输入一个模拟大气污染物传输的计算机模型中。该模型预测了全球范围内的微颗粒浓度，但预测值与全球 283 个地点的样本实测值并不相符。在某些情况下，环境样本中的微塑料值比模型预测值低几个数量级。团队还估算认为，陆地上人类活动排放的微塑料颗粒数量是海洋活动排放的 27 倍。

值得注意的是，这项研究估计，从海洋释放到大气中的微塑料数量低于此前一些研究的估算结果，其中包括美国康奈尔大学的大气科学家 Natalie Mahowald 参与的一项研究。Mahowald 表示，其团队当时的估算结果“存在巨大的不确定性”，但仍与新研究结果具有一致性。

Mahowald 补充道：“正如论文所述，微塑料相关问题仍存在诸多不确定因素，还需要更多的数据，尤其是新研究地点的数据，以及更多关于微塑料尺寸分布的信息。”

英国帝国理工学院的环境毒理学家 Stephanie Wright 认为，该研究的一个局限性在于，其数据中包含了轮胎降解的排放物模型，而这类微塑料颗粒通常不会出现在环境样本中。Evangelou 对此表示认同，但她补充说，

其团队将轮胎颗粒作为一般人类活动释放的微塑料进行了研究。

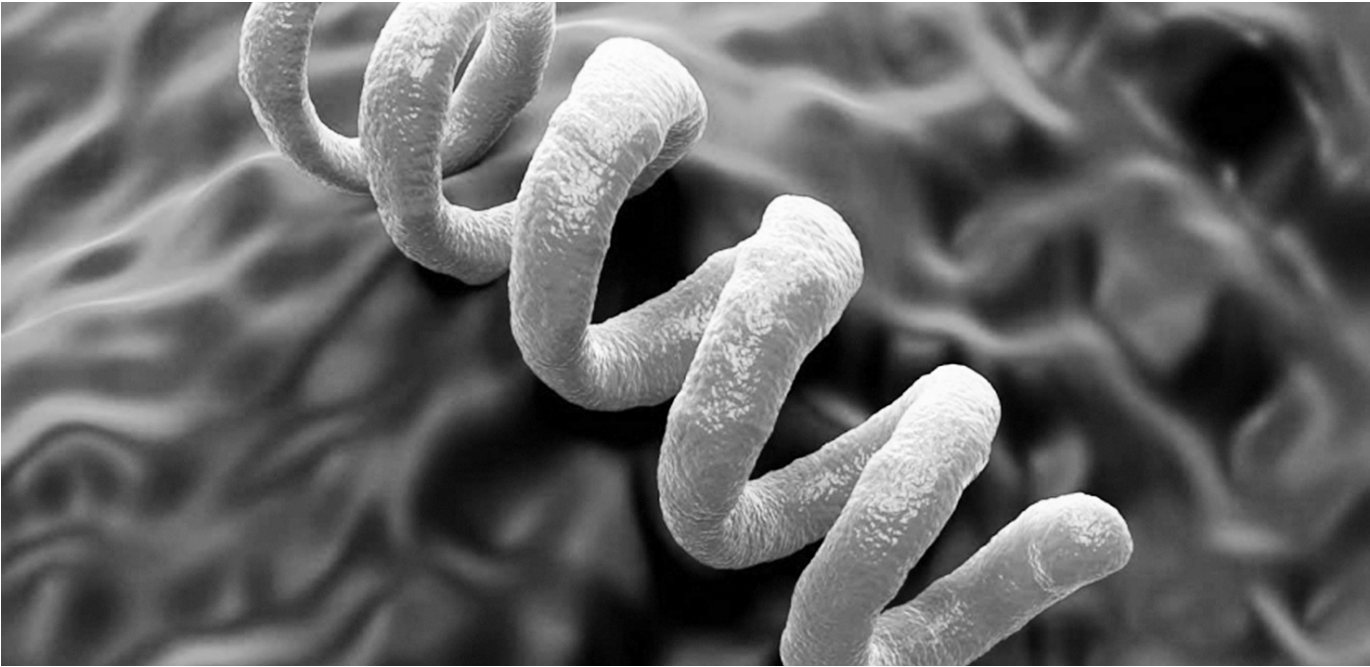
过去几个月，微塑料受到媒体的广泛关注，部分报道对目前在环境和生物体（包括人体）中准确测量微塑料的方法提出质疑。

“与一些普遍的看法不同，我们确实拥有分析微塑料和纳米塑料的可靠方法。”德国亥姆霍兹环境研究中心的分析化学家 Dusan Materic 说。

一些研究人员表示，环境中微塑料的测量通常会采取适当的对照措施，以避免污染和出现假阳性结果，但涉及人体器官的研究有时缺乏这些保障措施。

去年 11 月，Materic 曾致信《自然－医学》，对一项广受关注的人类大脑微塑料研究表达了担忧。“科学界面临的关键问题是，如何应对那些影响大、传播广泛，但量化结论缺乏支持的研究，即便这些研究的初衷是好的。”Materic 说。

科学家表示，这项最新研究表明，有必要加强微塑料监测，并进一步了解微塑料暴露对健康的影响。  
**（李木子）**  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09998-6>



梅毒螺旋体会导致包括梅毒在内的多种疾病。  
图片来源: Alamy

## ■ 科学此刻 ■

### 古老细菌 改写梅毒起源

科学家从哥伦比亚出土的一具人类遗骸中，发现了与梅毒有关的细菌痕迹，将导致梅毒的病原体感染人类的时间提前了数千年。这一事件甚至在集约化农业兴起之前就已出现。许多研究人员认为，集约化农业是病原体传播的催化剂。相关成果 1 月 22 日发表于《科学》。

梅毒螺旋体的 3 个亚种会引发梅毒、非性病性梅毒和雅司病。这些疾病的起源地及传播途径一直存在争论。古代病原体 DNA 与骨骼遗骸上的病变迹象为相关研究提供了线索，但这类证据很罕见且难以解释。

科学家研究了哥伦比亚波哥大草原的一具 5500 年前的人类遗骸，并在腿骨样本中检测到梅毒螺旋体的基因组。这让它们非常惊讶。

“这一发现出乎意料，因为被研究的个体并没有任何感染梅毒螺旋体的骨骼证据。”美国加利福尼亚大学圣克鲁斯分校的 Nasreen Broomandkhosbacht 说。

人们普遍认为，许多常见疾病是在集约化农业出现、人们开始聚居后才广泛影

响人类的。但这一个体生活的环境截然不同，那里的小型狩猎采集者群体经常迁徙，并与野生动物密切接触。

“我们的研究揭示了这种细菌与人类长期存在联系，有助于了解它的进化历史。”瑞士洛桑大学的 Davide Bozzi 说。

当 Broomandkhosbacht、Bozzi 和同事将这个古代基因组与其他梅毒螺旋体基因组进行比较时，发现它属于一个与任何已知现代病原体完全不同的谱系，表明几

千年前，梅毒的古代“近亲”就已经在美洲分化，并感染了人类。研究团队的分析显示，它们具有许多与现代病原体相同的致病基因特征。此外，这些病原体在美洲早已存在，但不能排除它们在世界其他地区更早感染人类的可能性。

德国马普进化人类学研究所的 Rodrigo Barquera 指出，这种古老的菌株可能属于一种长期“缺失”的病原体——梅毒螺旋体卡拉特亚亚种，会导致一种名为品他病的皮肤病。目前人们只能通过形态描述来了解这种细菌，而对其遗传信息知之甚少。

瑞士苏黎世大学的 Kerttu Majander 想知道这些古代基因组能告诉我们什么。“这些病原体在过去是否曾带来许多已灭绝的谱系以及不同的疾病。”

对 Bozzi 来说，了解病原体如何进化并导致梅毒和雅司病等疾病，是找到它感染新宿主和使疾病变得更加危险的遗传特征的关键一步。  
**（王铄）**  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adw3020>

## 人类口腔微生物与肥胖有关

**本报讯** 一项 1 月 22 日发表于《细胞报告》的研究表明，一些肥胖者具有独特的口腔微生物特征。这一发现有望为肥胖症的早期筛查和预防开辟新路径。

人体肠道内的庞大微生物群会促进体重增加，且与肥胖及其他代谢相关疾病密切相关。然而，口腔微生物群包含 700 余种细菌，目前其与肥胖或人体健康存在关联的证据相对有限。

论文通讯作者、阿联酋阿布扎比纽约大学的 Aashish Jha 表示：“口腔微生物群是人体第二大微生物生态系统，我们决定研究它是否与全身性疾病存在关联。”

Jha 与团队成员采集了 628 名阿联酋成年人的唾液样本，其中 97 人患有肥胖症。研究人员对样本进行了测序，以确定其中的微生物种类。同时，他们选取其中 95 名体重正常的受试者作为对照组，这些人在年龄、性别、生活方式、口腔健康状况及刷牙频率等方面均与肥胖症患者相近。

结果显示，肥胖症患者的口腔微生物群中，副链球菌、口腔放线菌等促炎细菌的含量更高；能够产生乳酸的鼻窦口腔杆菌数量也有所增加，而乳酸水平升高与代谢功能不佳密切相关。

研究团队还发现，两组人群的微生物代谢通路存在 94 处差异。例如，肥胖症患者体

内碳水化合物代谢及必需氨基酸组氨酸的分解机制更为活跃，但合成维生素 B 族和血红素的能力较弱。

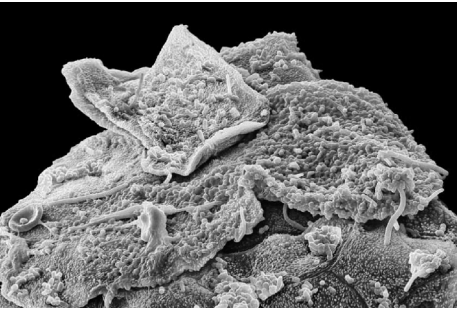
此外，肥胖人群因代谢机制活跃而产生了大量代谢物，包括乳酸、组氨酸衍生物、胆碱、尿苷和尿酸嘧啶。这些化合物与代谢功能紊乱的症状相关，例如会导致血液中的甘油三酯、肝酶及葡萄糖水平升高。

英国伦敦国王学院的 Lindsey Edwards 指出：“综合这些数据可以发现，肥胖人群的口腔环境 pH 值低，碳水化合物含量高且伴随炎症反应。这项研究提供了一些迄今最明确的证据，表明口腔微生物群能够反映甚至促成与肥胖相关的代谢变化。”

目前，上述研究仅证实了两组存在关联，而致病机制与因果关系有待厘清。为阐明是口腔微生物群引发肥胖，还是肥胖造成口腔微生物群发生改变，团队正计划开展后续实验，同时分析唾液和肠道微生物群，观察是否存在微生物或代谢物从口腔转移至肠道的现象。

Jha 认为这种转移存在可能性，并提出一种假说——口腔内布满血管，不仅助力味觉感知，还能将营养物质快速输送至身体所需部位，同时也可能让代谢物直接进入血液循环，进而影响全身机能。

Jha 提出，当饮食结构发生变化时，某些食物成分可能更容易被某些细菌更好地代



扫描电子显微镜下的人类口腔细菌与颊细胞。  
图片来源: STEVE GSCHMEISSNER

谢。这类细菌会大量繁殖，并产生更多代谢物，进而影响人体对某些食物的渴望，最终推动人们向肥胖发展。例如，尿苷就被证实会促使人体摄入更多热量。

Edwards 表示，如果后续研究证实口腔细菌确实会引发肥胖，人们就可以据此制定方案来预防肥胖，例如通过凝胶植入健康的口腔微生物、使用靶向抗菌剂或调节酸碱度的漱口水等。“此外，减少糖分摄入等行为干预措施也会起到积极作用。”

Jha 补充说，即使口腔微生物群的变化只是肥胖造成的结果，而非导致肥胖的原因，对其进行检测依然具有重要价值。唾液检测有望成为筛查肥胖的早期手段，助力肥胖预防工作。  
**（王方）**  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2025.116819>

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

### 《科学》 低频地震与 板块碎片的运动相关

美国地质灾害科学中心的 David R.Shelly 团队发现，低频地震可用于追踪被捕获板块碎片的运动。相关研究成果近日发表于《科学》。

精确的构造模型对于评估地震灾害和断层相互作用至关重要。然而，圣安德烈亚斯断层与卡斯卡通亚俯冲带交汇的门多西诺三联点区域构造结构仍不明确。

研究团队分析了近期发现的位于俯冲的戈尔达板块南缘附近的构造性震震与低频地震带相关的断层滑动。根据潮汐敏感性和地震纵波初动分析，研究人员发现，低频地震是由倾斜的走滑运动产生的。这表明一块先前属于法拉隆板块的碎片，被太平洋板块捕获，正在北美最西缘方向向北移动。这种几何结构有效地延伸了板块界面断层，可能在该区域造成尚未被充分认识的地震风险。这对当前关于板块窗口形成的主流解释提出了挑战。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.aeb2407>

### 《自然》 埃塞俄比亚阿法尔地区 首次发现南方古猿

美国芝加哥大学的 Zeresenay Alemseged 团队描述了在埃塞俄比亚阿法尔地区首次发现的南方古猿化石。这一发现为南方古猿的生存时间和地点、对不同环境的适应能力，以及它与包括人属成员在内的其他早期人类亲属的互动方式提供了新线索。相关研究成果近日发表于《自然》。

阿法尔洼地蕴藏着丰富的古生物学及考古学化石，记录了长达 600 万年的人类进化史。大量动物群证据表明，古环境变化是影响进化模式的主要驱动力。如今已知的许多早期古人类均发现于阿法尔地区，但南方古猿属却一直未在该地区出现。

研究团队在米勒－洛亚研究区发现的一块部分下颌骨化石被归类为南方古猿属，其年代测定为 290 万年前至 250 万年前，且发现于年代和动物群落背景都十分清晰的地层中。

该标本属于迄今发现最古老的傍人属化石之一，表明这一属种从其已知最早出现时期起，地理分布范围就比之前记录的更为广泛。傍人属是南方古猿的分支。

南方古猿通常被认为是食性特化的物种，以坚硬的食物为食，但如今在东非发现的南方古猿化石分布于多种栖息地，表明所谓的适应性生态位并没有限制其广泛扩散。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09826-x>

### 亚海王星和超级地球的地核－包层混溶性

美国加利福尼亚大学洛杉矶分校的 Lars Stixrude 团队研究了亚海王星和超级地球的地核－包层混溶性。相关研究成果近日发表于《自然》。

亚海王星与超级地球作为银河系中最普遍的行星类型，其半径介于地球与海王星之间，在太阳系中并无对应天体。它们的结构和形成机制存疑。超级地球主要由岩石构成，而半径更大的亚海王星构成了独特族群，被认为由富氢包层覆盖岩石核心形成。在核幔交界处的极端条件下——压力超数十吉帕、温度达数千开尔文，核幔间可能发生反应，但反应性质与程度尚不明确。

研究团队基于密度泛函理论、第一性原理进行了分子动力学模拟，证明硅酸盐与氢在广泛的核幔压力温度条件下可实现完全混溶。研究人员发现，这种混溶源于氢与硅酸盐发生的大规模化学反应，生成硅烷、一氧化碳和水等产物。这些产物可能通过当前或未来的观测任务被探测到。核幔混溶现象会溶解行星大部分氢，并在行星演化过程中驱动核幔间的氢交换，从而深刻影响亚海王星与超级地球的演化进程。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09970-4>

### 《自然－神经科学》 基于单神经元活动的 前额叶皮层图谱绘制完成

瑞典卡罗林斯卡学院的 Marie Carlen 团队绘制出基于单神经元活动的前额叶皮层图谱。相关研究成果近日发表于《自然－神经科学》。

前额叶皮层在认知功能中扮演着核心角色，但其内在组织机制尚不清楚。研究团队通过记录清醒小鼠中超过 2.4 万个神经元的活动和空间位置来研究其组织结构。结果表明，高分辨率的前额叶皮层活动图谱与细胞结构定义的区域并不吻合，自发活动和行为任务中对选择的反应都与前额叶皮层内部的层级结构相关。这表明连接性而非细胞结构塑造了前额叶皮层的活动模式。

研究人员指出，低频率、规律的自发放电是前额叶皮层和高层级结构的共同特征。令人惊讶的是，在自发放电频率较高的神经元中，对选择的反应更为显著，表明基于连接性的层级结构与不同神经群体中独特的功能特性相关。这种数据驱动的方法为探索不同脑区和物种的功能组织提供了可扩展的路线图，为获得大脑活动、结构和功能的综合视图开辟了新途径。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41593-025-02190-z>

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