

新型超薄喷涂天线： 可应用于5G、物联网、可穿戴设备

据美国德雷塞尔大学官网近日报道，该校研究人员采用 MXene 材料开发出了可应用于 5G 的新型天线。这些天线非常薄，可以喷涂到物体表面，其性能与当今市场上大多数移动设备中的铜质天线相差无几，但厚度和重量远远小于铜质天线。

天线，是无线通信系统中非常重要的关键部件之一，通常用于发射以及接收无线信号。然而，传统的天线大多数都是由铜等金属材料制成，这样的天线通常占据较大的空间，而且非常僵硬，不具备柔性，也无法变得很薄，从而应用到任何物体表面上。



柔性的石墨烯基近场通信天线

如今，可穿戴技术、植入式电子产品、5G、智能织物、物联网等新兴技术的蓬勃发展对于天线技术提出了更高的要求。因此，科学家们正在利用石墨烯、碳纳米管、MXene 等新型材料开发更轻、更薄、更具柔性、更低成本的新型天线。

与石墨烯、碳纳米管一样，MXene 也是近年来备受学界广泛关注的一种新材料。MXene 是材料科学中的一类二维无机化合物。这些材料由几个原子层厚度的过渡金属碳化物、氮化物或碳氮化物构成。MXene 材料最早是在 2011

年由美国德雷塞尔大学的 Yury Gogotsi 教授和 Michel Barsoum 教授共同指导博士生 Michael Naguib 通过 HF 选择性刻蚀 MAX 相中的 A 原子层制备得到。最早被实验制备也是目前研究最多的一类 MXene 就是 Ti₃C₂T_x。

MXene 的其独特之处在于，能与液体（例如水和其他有机溶液）混合，同时保持导电性。因此，MXene 可应用于能量存储设备、电磁屏蔽、水过滤、化学感知、结构加固以及气体分离等多个领域。

2018 年，美国德雷塞尔大学工程学院研究人员报告了一种采用 MXene 材料喷涂制作超薄天线的

的带宽上提供强劲的信号。这一研究成果将对移动、可穿戴和互联网的“物联网”技术造成深刻影响。

德雷塞尔大学研发 MXene 天线已有两年多时间，其性能与当今市场上大多数移动设备中的铜质天线相差无几，但好处是厚度和重量



桌面上的天线阵列

远远小于铜质天线。相关论文近期发表在《先进材料》(Advanced Materials) 杂志上。

论文领导作者、著名大学博士、德雷塞尔大学工程学院材料科学与工程学巴赫教授 Yury Gogotsi



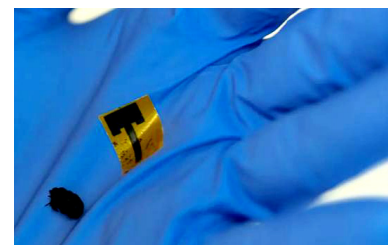
由 MXene 喷涂而成的天线

表示：“通信性能与超薄、柔韧性和耐用性的结合，为天线技术树立了新的标准。虽然在相当长的一段时间内，铜天线一直是性能上最好的天线，但其物理局限性阻碍了互联

使 MXene 具有明显的优势，因为它在水中分散，从而制造出一种油墨，可以喷洒或打印到建筑墙壁或柔性基底上，以制造天线。”在论文中，研究人员报告了三

套喷涂 MXene 天线的性能，这些天线比类似的铜天线薄 7~14 倍，轻 15~30 倍，甚至比一层油漆还要薄。他们在实验室和开放环境中对天线的关键性能（增益、辐射效率和定向性）进行了测试，以衡量天线如何有效地将电力转化为定向波。他们在电信常用的三个无线电频率下进行了测试，其中一个为 5G 设备工作的目标频率。

在每个实例中，MXene 天线的性能都在铜天线的 5% 偏差之内，性能随着天线厚度的增加而增强。性能最好的 MXene 贴片天线，



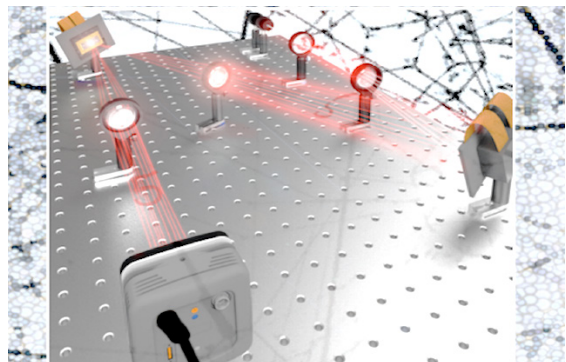
柔性碳纳米管薄膜天线

厚度约为标准铜天线的七分之一，在开放环境下，其效率是工作在 16.4GHz 频率下的铜天线的 99%。MXenes 的效率也是工作在 5G 带宽的铜天线的 98%。

它们的性能超过了其他几种正在考虑应用于天线的新材料，包括银油墨、碳纳米管和石墨烯。而且，比较显著的是，当 MXene 天线经受多达 5000 次的弯曲循环之后，这些性能数据并没有改变，这是一个远超同类材料的耐久性标志。

Gogotsi 表示：“MXene 在制造过程中的可扩展性和环境可持续性都是久经考验的，因为这种材料实现了现今市场上最佳材料的性能目标，这当然是一个重大进展。随着我们继续测试各种涂层图案和技术，同时进一步优化 MXene 材料的成分，我希望它们的性能可以持续改善。”（逸文）

光学卷积神经网络加速器： 通过光学实现更强大的人工智能



大规模并行的唯幅度傅立叶神经网络。

目前计算能力的供应远远无法满足全球对机器学习硬件的需求。最先进的电子硬件，如图形处理单元和量子处理单元加速器，有助于缓解这一问题，但受到了串行数据处理的内在挑战，因为串行数据处理需要迭代数据处理，还会遇到布线限制所造成的延迟。电子硬件的光学替代品可以通过非迭代的方式简化信息处理，帮助加快机器学习进程。然而，基于光子的机器学习通常受制于光子集成电路上可放置的元件数量，限制了互连性，而自由空间的空间光调制器则受制于较慢的编程速度。

近日，美国乔治·华盛顿大学和加州大学洛杉矶分校的研究人员与深度科技公司 Optelligence LLC 共同开发出一种光学卷积神经网络加速器，每秒钟能够处理拍字节（1 拍字节=250 字节）级的大量信息。这项创新利用了光的巨量并行性，预示着用于机器学习的光学信号处理新时代的到来，应用领域众多，包括无人驾驶汽车、5G 网络、数据中心、生物医学诊断、数据安全等。

为了在这种光学机器学习系统中实现突破，研究人员用基于数字镜的技术取代了空间光调制器，从而开发出速度快百倍的系统。该处理器的非迭代时序，再加上快速的可编程性以及大规模并行化处理，使

得这个光学机器学习系统的性能甚至超越顶尖的图形处理单元一个数量级，而且在最初的原型机之外还有进一步优化的空间。

不同于目前电子机器学习硬件中按顺序处理信息的范式，这款处理器采用了傅里叶光学，即频率滤波的概念，可以利用数字成像技术将神经网络所需的卷积执行为更简单的逐元 (element-wise) 乘法。

乔治·华盛顿大学电气与计算机工程系副教授 Volker Sorger 表示：“这种大规模并行的、唯幅度的傅立叶光学处理器预示着信息处理和机器学习的新时代的到来。研究表明，训练该神经网络可以解决相位信息缺乏的问题。”

加州大学洛杉矶分校计算机工程系副主任 Puneet Gupta 教授表示：“光学允许在单个时间步长内处理大规模矩阵，从而实现了通过光学方式执行卷积操作的新尺度向量。正如在这里所演示的，这对于机器学习应用来说有着巨大的潜力。”

Optelligence LLC 公司联合创始人 Hamed Dalir 表示：“该原型展示了光加速器的商业化途径，它已经为网络边缘处理、数据中心和高性能计算系统等许多应用做好了准备。”（逸文）

多项研究表明3D打印的污染 对人体具有潜在毒性

3D 打印日渐普及，但它带来的塑料和其他成分暴露风险仍未引起大众的警惕。近日几份会议报告关注了这一问题。

风险研究人员正在提出新问题，以了解 3D 打印机使用者和使用 3D 打印产品的消费者所面临的健康和安全因素，以及如何缓解潜在的健康风险，尤其涉及儿童安全。3D 打印越来越多地应用于家庭、学校、图书馆和其他人们长期停留的公共场所。打印过程中释放的颗粒非常微小，足以通过呼吸深入肺部，会影响室内空气质量和公众健康。新冠疫情期间，3D 打印机被广泛用于制造口罩、呼吸机和其他个人防护设备，因此这样的新问题亟待解决。

一些研究致力于识别并量化释放的情况及其成分、颗粒大小、在室内环境中的滞留时间，研究结果在 2020 年 12 月 15 日举行的 3D 打印和新兴材料暴露和风险评估研讨会上发布，这是 2020 年风险分析学会 (Society for Risk Analysis) 在线年会的一部分。3D 打印机使用的基本材料包括塑料、金属、纳米材料、聚合物材料、挥发性和半挥发性有机化学材料。打印过程可能需要数个小时，在这过程中可能会有一系列化学副产品和颗粒释放到室内环境中。



鉴于这些未知因素，科学家开始展开研究，了解这些释放物及其特定组成、颗粒大小和在室内环境中的滞留时间，生成的数据被纳入暴露和风险健康评估中。

美国国家职业安全与健康研究所 (National Institute for Occupational Safety and Health, 简称 NIOSH) 的 Yong Qian 博士展开了一项研究，检查吸入丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS 树脂) 的人类肺部细胞和大鼠情况，评估了 3D 打印过程中该物质释放的潜在毒性。研究题为《丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS) 打印机排放诱导体外和体内毒性》，揭示了释放出的颗粒对人类肺部细胞的伤害为中度毒性，而对大鼠则是最轻程度的毒性。

一份题为《美国环境保护署 (EPA) 最新 3D 打印排放研究》(Recent 3D printing emissions research at Environmental Protection Agency (EPA)) 的报告回顾了 EPA 的两项最新研究，第一项研究分析了实验条件下 3D 打印机拉丝挤出机（一种用来制造 3D 打印机机丝的设备）的排放情况，第二项研究则使用模拟模型，预测使用 3D 打印机时，沉积在呼吸道特定位置的颗粒数量，以及该模式在不同年龄段个体中的变化情况。

“迄今为止，大众几乎不会注意到自己可能会暴露在 3D 打印机排放中。”EPA 的 Peter Byrley 博士说道，“该研究的一个潜在社会益处是增强儿童对 3D 打印机排放的意识，而且儿童的敏感性可能会更高。”他是研究的主要作者。

研究发现，拉丝挤出机释放出的微小颗粒和蒸汽量类似于 3D 打印机研究中发现的结果，而模拟模型预测，对于 9 岁及以下个体，肺部区域每一表面积颗粒物的沉积量更高。因此需要进一步监测排放性质，展开额外的模拟研究来预测吸入量。

尽管 3D 打印让人们更加容易获得大量产品，价格也更加低廉，它们也确实给污染地球的塑料制品总量做出了“贡献”。来自杜克大学的 Joana Marie Sipe 已经研发出一台机器，能够测量使用过程中和环境中的，塑料制品（比如水瓶）通过摩擦和打磨，会释放出多少颗粒。这些塑料颗粒然后被投喂给鱼类，以看清塑料制品中的纳米颗粒对它们的器官造成怎样的影响。

而 (NanoPHEAT: 预测纳米复合材料消费产品的释放、接触和纳米材料 (MWCNT 和 Ag NPs) 的毒性作用) 这一研究揭示，塑料降解时，其中的纳米材料就会暴露到环境中。人们原本以为生物无法吸收这些材料。研究人员成功预测了鱼类吞食下的塑料源纳米颗粒百分比，提出矩阵释放因子 (Matrix Release Factor, 简称 MRF)，用来衡量咀嚼过的或降解入海洋中的塑料和释放出的纳米颗粒。

“该研究帮助我们制定监管条例，根据 MRF 值，规定塑料消费产品中能够添加多少纳米材料填充物。”Sipe 解释道，“数据有助于确定塑料和 / 或纳米填充产品释放了多少污染物进入环境或人体中。”随着 3D 打印技术越来越普及，监管部门、生产商和使用者可能需要关注如何更好地进行潜在风险管理。（阿全）

新型催化剂将 二氧化碳转为 喷气燃料

据英国《自然·通讯》杂志 12 月 22 日发表的一项化学最新研究，科学家团队利用便宜的铁基催化剂可将二氧化碳气体直接转化为喷气燃料。这一发现被认为有相当大的产业应用潜力，且这些二氧化碳直接捕获自空气，并在飞行的燃烧过程中从喷气燃料中再次释放，因此具有从整体上实现碳中和的可能性。

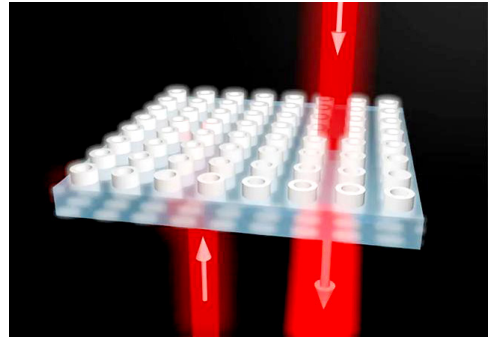
科学界普遍认为，全球变暖是人类活动行为造成地球气候变化的后果，对石油、煤炭、木材等由碳元素构成的自然资源消耗得越多，导致地球暖化的元凶——二氧化碳也制造得多，而自然温室气体中的二氧化碳，要占到所有温室气体的 26%。亦因此，生产碳中和燃料（指实现净碳足迹为零，即增加的温室气体量与减少的量相等）和高附加值化学品，对于减缓大气中二氧化碳的有害影响非常重要。

不过，将二氧化碳选择性地转化为想要的化学品非常难，这种转化通常需要使用昂贵的催化剂或经过多个耗能的反应步骤，这些最后都被证明效率不高、成本效益比欠佳。想要超越化石燃料，就要找到一种高效且经济的燃料生产方式。

此次，英国牛津大学研究人员皮特·爱德华、肖天存、姚本镇及他们的同事，设计了一种新的铁基催化剂，可作为直接捕获大气中二氧化碳并将其转化为烃类喷气燃料的廉价方式。这种催化剂由地球上丰富的元素组成，表现出高活性和高选择性，能最大程度减少高附加值化学品的合成步骤。研究团队在转化过程中还收集到了石油化工行业的其他重要原材料，这些原材料目前只能从原油中获得。

研究团队总结道，这种二氧化碳转化催化剂的制备，比之前的许多催化剂更简单，因此其有望成为产业应用的候选对象。（张梦然）

新方法打破互易定理 为新一代通信系统铺路



当我们透过窗户看到街上的邻居时，邻居也能看到我们。这就称为“互易” (reciprocity)，它是自然界中最普遍的物理现象之一。在两个信号源之间的电磁信号的传播总是受到互易定理的支配：如果信号源 B 可以接收到信号源 A 的信号，那么信号源 A 也能以相同的效率接收信号源 B 的信号。

无论是光波还是声波或者其他类型的波，都是以相同的方式向前和向后传播。如果我们可以让波仅沿着一个方向传播，打破互易性，那么就可以改变我们日常生活中许多重要的应用。例如，我们可以构造出新型“单向”元件，比如环形器和隔离器，从而实现双向通信，使无线通信系统的数据容量翻倍。

近日，芬兰阿尔托大学、美国斯坦福大学和瑞士洛桑联邦理工学院 (EPFL) 的研究人员组成的一支国际科研团队发现了一种简单的新方法，通过周期性地改变材料特性，来打破电磁世界中的互易定理。这项突破有助于创造高效的非互易器件，例如紧凑型隔离器和环形器，这是新一代微波和光通信系统所需的。

研究证明，如果传播介质的特性随时间周期性地变化，则互易定理就能被打破。传播介质指的是一种材料，光波和电磁波在这种材料中存留，并从一个点传播到另一个点。相关论文发表在《物理评论通讯》(Physical Review Letters) 杂志上。技术团队通过理论证明，如果介质被造成不对称的结构，并且它的物理特性随时间产生全局性的变化，那么由信号源 A 产生的信号可以被信号源 B 接收到，而反过来则不行。这就创造出了一种强烈的非互易效应，因为来自信号源 B 的信号不能被信号源 A 接收到。阿尔托大学博士后研究员、论文第一作者王旭晨 (Xuchen Wang) 表示：“这是物理学界和工程界的一个重要里程碑。我们需要为各种各样的应用提供单向光传输，例如稳定激光操作或者设计未来的通信系统，比如通道容量增加的全双工系统。”之前，创造非互易效应需要外部磁体来进行偏置，这会使设备体积庞大、温度不稳定、有时与其他组件不兼容。这项新的发现提供了最简单、最紧凑的方式来打破电磁互易性，而无须笨重的磁体。王旭晨表示，“这种‘唯时间’的变化使我们能够设计出简单且紧凑的材料平台，从而能够实现单向光传输甚至放大。”（航柯）