

天基太阳能或许能成为未来全球能源结构的重要部分

太阳能发电早已成为全世界能源结构中的重要部分，而在不久的未来，我们或许还会把太阳能发电站建到太空中去。

英国在4月8日最新更新的“净零创新组合”(Net Zero Innovation Portfolio)中就明确规划了多个大型可再生能源项目，其中“天基太阳能”(space-based solar power)发电站格外引人注目——把太阳能发电站建在太空中，更多、更直接地接收太阳辐射，获得远胜地面的发电效益。英国 Frazer-Nash 咨询公司在近日的一份报告中指出，这项耗资 170 亿英镑的工程有望于 2040 年左右在地球同步轨道上建成一个直径 1.7 千米的天基太阳能发电站，搭配一个长 13 千米、宽 6.7 千米的平面接收设施，为英国提供 2GW (20 亿瓦) 的电力。

其实，在太空中建设大型太阳能设施，并非英国首创，许多国家都已经在进行相关的构想甚至探索。美国从上世纪 70 年代起就开始关注空间太阳能工程的可能性(尽管在当时并不可行)，并在最近十多年启动了具体研究，在 2020 年完成了有关太阳能组件和电力转换系统的测试。中国也在重庆璧山基本建成了首个空间太阳能电站试验基地，计划到 2035 年完成首个空间太阳能发电站的建设。

这项看起来很像是“未来技术”

的工程，从五十多年前就已开始受到学界密切关注，天基太阳能与地面太阳能相比，在理论上有着不小的优势。我国西北地区是全球太阳能资源最密集的地区之一，每平方米太阳能电池板所能提供的发电功率仅为 0.4 kW，而在约 3.6 万千米高度的地球同步轨道上，这个数字会增加到 10~14 kW，约为前者的 30 倍，且部署在太空中的太阳能电池板 24 小时几乎不间断地工作，不会受到昼夜差异、阴雨天气的影响。如果能把天基太阳能的成本控制在可接受的范围内，这将有希望成为全球能源供应结构中重要的一部分。

成本和可靠性的挑战

不过，要把天基太阳能的成本控制在可接受的范围内，同时保证其可靠性，并非一件易事——从美国花了 40 年才把天基太阳能由空想变为实际研究，以加利福尼亚理工学院为代表的顶尖研究团队又花了十余年才走出理论设计展开具体测试，难度可见一斑。

把太阳能设备送入太空，面临的第一个挑战来自于太阳能电池板的重量。目前在地面上常用的太阳能电池板每平方米普遍重约 5 千克。Frazer-Nash 咨询公司指出，虽然技术优化能够将这一数字大幅降低，但最终建成

的太阳能卫星仍将重约 2000 吨。照此计算，即使使用目前最强大的 SpaceX 猎鹰重型(Falcon Heavy)运载火箭(至地球同步轨道的有效载荷约 26.7 吨)，也需要大约 75 次发射才能将所有电池板模块运抵轨道。根据近年的价格数据估算，这将带来超过 110 亿美元(85 亿英镑)的发射成本。

设备在地球同步轨道搭建完成后的运行过程，也面临着一些实际挑战——在太空环境中，太阳能电池板会变得十分脆弱。太空垃圾、宇宙碎片会以高速撞击设备，可能会对面板造成不可逆的损坏。即使不会直接影响整个系统的工作，面板的折损速率也是不可忽略的。另外，在没有大气层保护、地球磁场保护也很弱的地球同步轨道，航天器面临着太阳风和高能宇宙射线的不断轰击，这会导致半导体面板的分解速率远远高于地面情形，导致收集到的太阳能降低，设备寿命明显降低。

最后，如何将电力有效地传输到地面也是一个问题。一方面，远距离无线电力传输的效率目前还只能达到 1% 的数量级(不过这也意味着与目前相比，天基太阳能的前景还很广阔)。另一方面，如何规划占地面积巨大，且对气候条件有所要求的接收设施，也是一个需要解决的政策问题(英国计划把首个接收设施建设在海面上)。

虽挑战重重，但大有可为

尽管挑战重重，但天基太阳能工程也绝非不可为。

一些国际团队的研究已在近年实现了单位面积重量比过去低一个数量级以上的轻质太阳能面板，可用于空间部署。而相同质量载荷的发射成本也在不断降低。以 SpaceX 可重复使用版本的猎鹰重型火箭为例，可重复使用发射的单次成本仅为一次性火箭的 2/3，这个比例在未来还有希望进一步降低。中国的可重复使用火箭也正在研发之中，首次发射将在 2025 年内进行。可以预见，这些技术在未来十年的进一步发展，将使得太阳能设施的空间部署成本大大降低。同样，电力远距离传输的技术也有望进一步发展，不但电力传输效率有着数量级上的提升空间，收发设施的规模和成本也可通过天线和电路等的改良得到优化。一些研究已经通过使用卡塞格伦天线(Cassegrain antenna)等途径，在这些方面取得了可观的进展。

各国把天基太阳能项目提上议程的原因，可能是预见到技术进步将让天基太阳能成为可能。反过来，天基太阳能项目的推进，也将带来长远的技术进步，以及更多的益处。

天基太阳能工程本身的发展趋势来看，未来的发电效益不容小觑——

以英国的 2GW 卫星作为参照，假如研发者能够将传输效率提高至 10%，且能够不间断运行的太阳能系统，功率就将达到 20GW，全年发电量将达到 1750 亿千瓦时，相当于 1.5 个三峡水利枢纽(根据三峡集团年报，2020 年三峡总发电量为 1118 亿千瓦时)。

从项目涉及具体技术的广泛应用来看，远距离大功率输电的研发成果，也能在其他许多领域发挥作用。例如，“远距离无线充电”技术目前只在一些科技公司的概念产品中出现，并且仅限于较低功率，可远距离大功率微波输电技术的研究者们已经开始使用微波无线电力传输系统为无人飞行器、孤岛，甚至卫星供电。除了无线输电以外，天基太阳能涉及的等其他技术，也一樣能在许多科学和工业领域大显身手——半导体、光伏、航天器模块在轨组装、可重复使用火箭等技术，正是各个学科和领域的焦点项目。

这样的大型项目对社会的科学影响也将是广泛而长远的。美国自上世纪中期开始围绕顶尖高校院所建立的科学传播体系已经吸引了无数青少年投身该领域，其中许多如今已经成为各自研发领域的领军者。美国 Frazer-Nash 的报告也指出，天基太阳能工程的推行将在吸引全球学者、促进前沿领域国际合作、激发年轻学生对科学技术的热情、促进科学技术商业应用

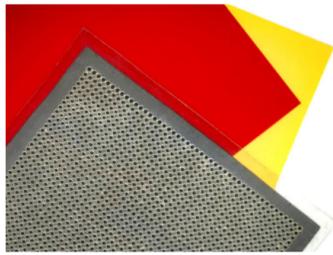
等诸多方面产生难以定量，但持久广泛的回报，这正是政府应当对其投入资源的首要理由。

中国的空间太阳能试验项目同样也得到应有的重视，围绕它的研究项目建设——3 月初步建成的重庆璧山空间太阳能电站实验基地，提供了先进全面的试验设施。除了实验大楼，百米尺度的微波试验塔、大型能量波束测量天线阵、激光实验台、空间综合环境模拟试验装置、电磁生物学效应实验平台等将为研发工作提供全面保障。项目还与宇航学会一同在璧山建设了科普培训基地，将在将来举办高水平的培训和技术竞赛，激发青少年和公众的科学兴趣。

天基太阳能，本身或许最终可行，或许不可行；或许能在十年内成为现实，或许二十年后的技术都仍不足够；或许会成为全球能源结构中的重要部分，或许只能为整个地球提供电力供应中的一小部分，与聚变发电相比不值一提。但作为一个集航天、能源、半导体等诸多领域于一身的大型项目，促进跨学科研究、吸引国际合作、推动研究成果商业化的能力，一定是国家科技发展的重要“电力”；激发科技热情、传播科学精神、启迪科学智慧的价值，更是这个世界不断变革，战胜过去，走向未来的珍贵“能源”。

(武大可)

麻省理工开发出一种灵活的纸质扬声器



麻省理工学院的工程师们已经开发出一种纸质的扬声器，可以把任何表面变成一个有源的音源。这种薄膜扬声器产生的声音失真最小，而使用的能量只是传统扬声器的一小部分。

该团队展示的手掌大小的扬声器，其重量约为一角硬币，无论薄膜粘在什么表面，都能产生高质量的声音。为了实现这些非凡的特性，研究人员开创了一种看似简单的制造技术，只涉及三个基本步骤，并且可以大规模来制造超薄扬声器，大到足以覆盖汽车内部或在房间内贴壁纸。

通过这种方式，薄膜扬声器可以在嘈杂的环境中，如飞机驾驶舱，通过产生相同振幅但相位相反的声音，提供主动噪音消除；这两种声音相互抵消。这种灵活的设备也可用于沉浸式娱乐，也许可以在剧院或主题公园的游乐设施中提供三维音频。而且，由于它很轻，需要如此小的功率来操作，该设备非常适合应用于电池寿命有限的智能设备上。

它看起来像一张细长的纸，在上面装上两个夹子，把它插入电脑的耳机端口，然后开始听到从它身上发出的声音。新的扬声器简化了扬声器原有的设计，它使用了一层成型的压电材料薄膜，当电压施加在它上面时，它就会移动，从而移动它上面的空气并产生声音。

麻省理工学院的团队重新思考了薄膜扬声器的设计。他们的设计不是让整个材料振动，而是依靠压电材料薄层上的微小圆顶，每个圆顶单独振动。这些圆顶，每个都只有几根头发的宽度，在薄膜的顶部和底部被间隔层所包围，保护它们不受安装表面的影响，但它们仍然使它们能够自由振动。同样的间隔层保护穹顶在日常操作中免受磨损和冲击，增强了扬声器的耐用性。(航柯)

法国圣戈班航宇与Roctool公司联合推进复合材料3D编织预制件高效制造技术应用

法国圣戈班航宇公司和 Roctool 公司正在法国波尔多的工厂联合为航空、船舶、军事、通信等各种应用和行业提供快速复合材料或热塑性 3D 编织预制件制造能力。3D 自动编织预制层压技术以及提高固化效率的加热/冷却技术为复合材料和热塑性塑料部件的应用开辟了新的机遇。

圣戈班航宇公司于 2018 年 3 月开始应用 3D 自动化编织预制层压技术，能够优化部件的性能和重量，同时提高材料利用率。此外，该技术通过快速可复制的 3D 净成形制造取代了耗时的手工铺层，获得的预成型件可通过液态热固性树脂或在编织过程中

掺入热塑性增强纤维进行固化。

为了加快固化过程(通常为 5~10 小时)，塑料和复材模具加热和冷却技术企业 Roctool 公司开发了一种成型系统，将复合材料聚合或热塑性部件的热压固化效率提高到 15~30 分钟，同时将单个模具的生产能力提高 50 倍。Roctool 公司利用其专利的冷热布局，通过高频电流流过的柔性感应器在模具表面提供快速均匀的加热，并通过具有充分湍流流速的标准冷却通道实现有效冷却。

这两种技术的结合提高了制造速度，并为需要复合材料或热塑性部件的客户提供了应用窗口。同时，这两种技术都极大地

改善了环境足迹。例如，编织技术不会产生任何浪费(平均节省 30% 的材料)，也不需要任何冰箱来储存原材料(在传统复合材料行业中，预浸料在 -18℃ 下储存一年)。此外，与每条生产线



对应 50 吨 CO₂ 的传统烘箱循环相比，快速感应系统可节省高达 50% 的能量(千瓦时)。

(阴鹏艳)

德研发光驱控微型无人机 体积比红细胞还小

近日，德国维尔茨堡大学的物理学家成功利用光在水环境中驱动微米大小的无人机，并精确控制它们。这个比红细胞还小的无人机有望为纳米和微米物体的处理提供全新的选择。

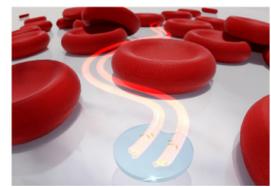
人们很早就发现，彗星的尾巴由于光压总是指向远离太阳的方向。当光子与物质相互作用时，有动量和角动量的传递。对于宏观物体，由此产生的加速度很小，但对于质量和惯性矩都很小的微观物体，它会产生很大的影响。

因此，利用光子反冲力来推动纳米物体就显得非常有吸引力。

德国维尔茨堡大学物理学家伯特·赫希特教授领导的科研团队首次表明，不仅可在水环境中用光有效地推进微米级物体，还可精确地控制它们。科学家们以普通飞行无人机为范例，展示了水环境中的光驱控微型无人机，并通过四个独立的纳米马达精确

地控制运动。相关成果发表在《自然·纳米技术》杂志上。

该微型无人机由一个直径为 2.5 微米的透明聚合物圆盘组成，盘中嵌入了四个可单独操控的纳米天线来充当马达，可将驱动光的圆偏振分量共振散射到明确定义的方向上。简单地说，可理解为接收到光能后由光引擎在特定方向上辐射。这取决于偏振的旋转方向(顺时针或逆时针)以及两种不同波长的光波。



纳米天线是精确控制无人机的关键。制备过程中要用高精度可控聚焦离子束在单晶片上刻

蚀纳米结构，剪出具有反射器和导向器以及必要的连接线的天线形状。经过特别优化，无论无人机的方向如何，都允许接收光线，这对于适用性至关重要。

微型无人机质量只有 2 皮克，可在 3 个独立的自由度(两个平移和一个旋转)中进行操纵。驱动概念类似于日常的多旋翼无人机。由于所有自由度都可独立和直接地控制，因此还可使用反馈控制回路来抵消布朗运动，以便能够自动纠正外部影响。

这种控制可能性为通常极其困难的纳米和微米物体的处理提供了全新的选择。例如，可在 3 个维度上扫描或排列纳米颗粒，或者操纵细胞内的物体。未来还可设想将工具附加到微型无人机上，使其在纳米和微米尺度物体的局部探测和传感中找到应用。

(逸文)

研究证明星形硅纳米芯片可导致癌细胞内的“机械故障”

据外媒报道，纳米医学领域正在迅速发展，近年来开辟了各种令人兴奋的可能性，科学家们展示了如何利用微小的颗粒来输送药物、抗击炎症和预防心脏病发作等。一项新研究证明了它们如何能够被用作细胞内的一种“机械”药物，以损害其功能并导致其死亡。这可以被用来针对癌细胞，同时使健康细胞不受伤害。

这一发现是西班牙国家研究委员会的科学家们的杰作，他们着手更进一步研究机械线索，以便能够决定单个细胞的命运。赋予细胞形状和结构的细胞骨架与膜结合形成了一个机械系统，当受到物理力量时，它可以改变细胞的功能。

某些治疗方法，如化疗药物紫杉醇，被设计为针对和改变这种机械功能，并驱动细胞死亡。当涉及到支配某些细胞的功能时，对这些微妙系统的更好理解可能会开辟更多的可能性，并导致从内部摧毁癌细胞的有针对性和高度的有效性。

为了探索这些可能性，研究人员设计了一种硅纳米芯片，以便在一种叫做有丝分裂的细胞分裂过程中破坏细胞力学的稳定性。

项目协调员 José Antonio Plaza 解释说：“这些设备可以在微米和纳米的尺度上对其形状和尺寸进行高度控制。具体来说，制造的设备是星形的，直径为 22 微米，厚度为 50 至 500 纳米。它们由硅制成，其星形的几何形状类似于纳米纤维的网状结

构。”

在实验室中研究宫颈癌细胞时，科学家们将它们与星形芯片一起“孵化”，发现它们以很高的速度被纳入细胞，通常是通过抓住星形的近端臂。大约 90% 的内化设备的细胞显示出细胞周期改变的特征，大约一半的细胞分裂发生延迟或受阻。该团队在他们的论文中写道：“这表明细胞死亡是星形装置内化的直接后果，更严重的是随后的 MACC (机械性改变的细胞周期)。”

“通过机械障碍物阻止细胞分裂或减慢其速度可以导致细胞死亡，并可能成为未来医疗的关键。”研究作者 Teresa Suárez 说，“我们的研究表明，这些工具可以成为研究不同疾病(如癌症)的一个创新起点。”

通过对不同厚度、形状、尺寸和硬度的芯片进行实验，该团队还能够展示设计的调整如何带来不同的结果。例如，形状为较大圆盘的芯片不那么容易被细胞吸收，但当它们进入细胞时，会深刻地改变细胞周期并诱发高比例细胞的死亡。通过这种方式，这些微小的芯片不仅可以作为对抗癌症和疾病的潜在“武器”，而且可以作为研究细胞力学的新平台。

研究作者 Mar í a Isabel Arjona 补充说：“具有制造数百万个尺寸和形状严格精确的硅芯片的能力，将允许我们设计新的工具，促进对创新的角度探索细胞力学，以及促进对细胞内过程的认识。”(辛文)

