

# 天基太阳能：地球能源荒的终极方案？

科技创新世界潮 (19)

◎ 实习记者 张佳欣

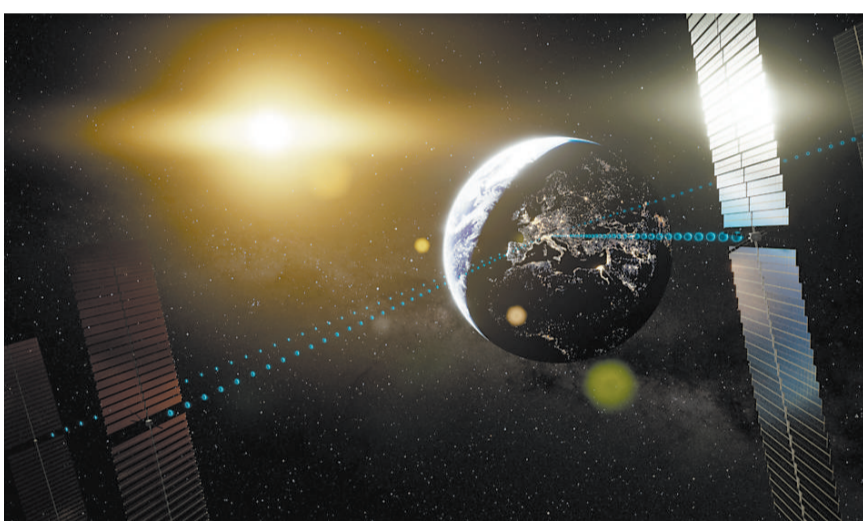
欧洲航天局日前发布了一位艺术家关于“天基太阳能”的概念图。图中，漂浮在太空中的巨型太阳能发电站产生的能量发射向地球。这样的场景让人们想起1941年美国科幻小说家艾萨克·阿西莫夫发表的短篇小说《理性》，其中提到了一种通过微波光束从空间站传输太阳能到附近行星的技术。

现在，科技的进步，加之对绿色能源日益增长的需求，正让这样的梦想照进现实。

今年稍早时间，在德国慕尼黑，空客公司在其X-Works创新工厂演示了使天基太阳能成为现实所需的关键技术。科学家使用微波束，在代表“太空”和“地球”的两点之间传输绿色能源超过36米。接收到的能量用以照亮一个模型城市，通过水的裂解成功产生了绿色氢气。

## 绿色能源的“灵丹妙药”？

据《科学美国人》文章，天基太阳能被一些人视为是实现温室气体净零排放，同时仍有稳定、可持续和充足的电力供应的“灵丹妙药”。



欧洲航天局提议的SOLARIS计划旨在研究天基太阳能发电的可行性。

图片来源：欧洲航天局

药”。来自地面太阳能和风能的电力都更容易受到环境条件波动的干扰，与之不同的是，天基太阳能可以全天候运行，提供所谓的基本负载电力，同时还允许在电网之间灵活、快速地调度电力。

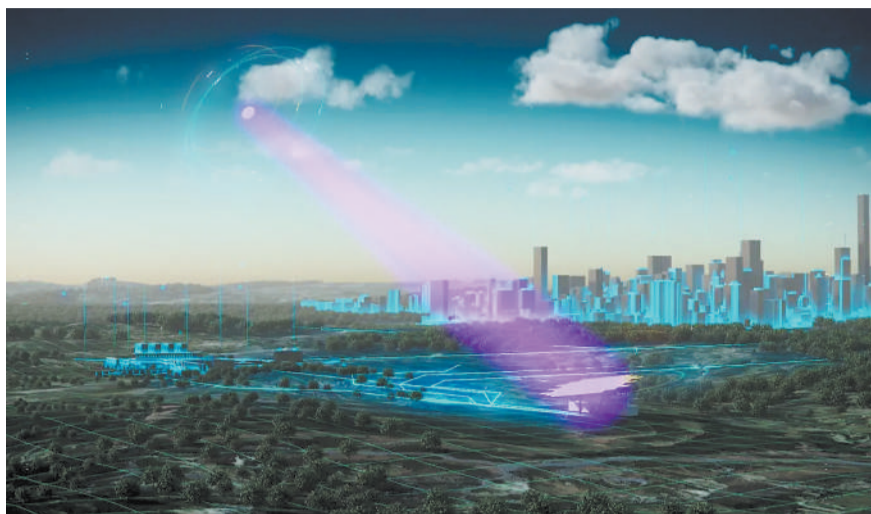
英国空间能源倡议(SEI)联合主席马丁·索尔陶说，天基太阳能另一个优势是不需要重新设计电网。地面整流天线将位于现有电网互联附近，可能与现有的海上风力发电场毗邻。

SEI正在进行一个名为“仙后座”的项目，该项目计划在高地球轨道上放置一个大型卫星群。这些卫星将由地球上的工厂生产的数十万个小型、相同的模块组成，并由自主机器人在太空中进行组装，机器人还将进行维修和维护。卫星收集的太阳能将被转换为高频无线电波，并被传送到地球上的整流天线，将无线电波转换为电能，每颗卫星的电力输出可与核电站相当。

在地球上，阳光被大气层扩散，但在太空中没有干扰。因此，空间太阳能电池板可以比地球上类似大小的电池板收集更多的能量。

## 全球竞相开展技术测试

SEI并不是唯一一家对天基太阳能相关



艺术家对天基太阳能的概念想象图。欧洲航天局计划研究使太空无线电波成为现实所需的关键技术。

图片来源：欧洲航天局

硬件进行实际测试的公司。全球正在开展多个类似项目。

欧洲航天局的SOLARIS计划旨在探索天基太阳能的概念和关键技术。10月18日，欧空局举行了“SOLARIS工业日”活动，以加强天基太阳能的研发任务，如果得到支持，这些任务将在2023—2025年期间完成。

日本自20世纪80年代以来一直在坚持不懈地研究天基太阳能。日本宇宙航空研究开发机构的研究人员设计了一项计划，以开发和测试控制功率束和在轨道上组装大型结构的新方法。理想情况下，天基太阳能系统将在十年或二十年内问世。

美国国家航空航天局未来很可能需要在地球以外使用天基太阳能，以支持其载人月球探测计划“阿尔忒弥斯”。例如，围绕月球的天基太阳能建设可以帮助支持月球表面基地和其他探索活动。更有潜力的是，天基太阳能有朝一日也可用于星际飞行，而无需携带昂贵的推进剂。

美国空军研究实验室的空间太阳能增量演示和研究项目最近对名为“阿拉克妮”的飞行实验关键硬件进行了首次端到端测试。预计其将于2025年发射，任务之一是展示在低地球轨道上形成和聚焦射频频波束的能力。

中国空间技术研究院和西安电子科技大学

建造了一座大型建筑，展示了聚光和无线电力传输的新技术。该项目代号为“逐日工程”，利用了一座75米高的钢塔。新设施的设计是为了测试和验证球形膜能量收集阵列技术，该阵列是在地球静止轨道上收集太阳能的集中器系统。

## 研究之路道阻且长

并不是所有人都对天基太阳能的前景持如此乐观的看法。落基山研究所的联合创始人、能源政策专家阿莫里·洛文斯表示，尽管将有效载荷送入近地轨道的每公斤成本下降了，但发射成本对天基太阳能来说仍然是一个巨大的障碍。

尽管天基太阳能在概念上具有吸引力，但洛文斯表示，其他可再生能源的发展趋势也构成了巨大挑战。陆基可再生能源，如风能和太阳能正迅速变得便宜，将这些“地面”能源整合到原有的电网中，可确保“稳固”的电力输送几乎不会增加成本。

至于SEI计划，索尔陶认为，要实现目标，首先需要进行几轮强有力的太空测试，还有许多其他重要的问题需要解决，比如监管环境和频谱分配。

任何一项科技成果的应用往往隐含利与弊的双重性。无论如何，太阳能都将深刻影响未来的能源格局。

# 混合量子技术道路上的里程碑 新研究以极高精度控制单个光子

科技日报北京11月22日电(记者张梦然)德国和西班牙联合研究团队成功地以极高的精度控制了单个光子。研究人员在《自然·通讯》杂志报告了他们如何通过声波以千兆赫频率在两个输出之间来回切换芯片上的单个光子。首次展示的这种方法可用于声量子技术或复杂的集成光子网络。

光波和声波构成了现代通信的技术支

柱。虽然带有激光的玻璃纤维构成了万维网，但芯片上的纳米级声波以千兆赫频率处理信号，以便在智能手机、平板电脑或笔记本电脑之间进行无线传输。未来最紧迫的问题之一是如何将这些技术扩展到量子系统，以建立安全(即免窃听)的量子通信网络。

研究人员称，光子或光子在量子技术的发展中起着非常重要的作用。研究团队已成

功地在拇指指甲大小的芯片上生成单个光子，然后以前所未有的精度控制它们，通过声波精确计时。

在他们的研究中，研究人员制造了一种芯片，该芯片配备了用于光量子的微小“传输路径”，即所谓的波导，它们仅为人的头发丝的1/30。此外，该芯片还包含量子光源(即量子点)。这些量子点只有几纳米大小，是波导内的岛屿，它们以单个光子的形式发射光。

量子点包含在芯片中，因此不必使用复杂的方法通过其他来源生成单个光子。

研究人员称，通过使用纳米级声波，他们能在波导中以前所未有的速度直接在芯片上的两个输出之间来回切换光子。研究人员认为该成果是混合量子技术道路上的一个里程碑，因为他们结合了3种不同的量子系统：量子点形式的量子光源、产生的光子以及光子(声波中的量子粒子)。

# 中子螺旋波首次在实验室观察到 为下一代量子材料研发提供全新途径

科技日报北京11月22日电(记者刘霞)来自加拿大和美国的科学家在最新一期《科学进展》杂志上发表论文称，他们首次在实验室研制出能产生拥有量子化轨道角动量的中子的装置，为下一代量子材料的研发提供了全新途径，有望推进量子计算的发展，识别并解决基础物理学领域的新问题。

最新研究负责人、滑铁卢大学量子计算研究所(IQC)的科学家杜桑·萨雷纳博士说：“中子是表征新兴量子材料的有力探针，因为

它们拥有几个独有的特征：它们的波长为纳米级，呈电中性且质量相对较大。这些特征意味着中子可以穿过X射线和光无法穿过的材料。”

虽然科学家们此前已经对如何在实验室产生光子和电子的轨道角动量进行了深入研究，但为中子而设计的装置从未被研制出来。鉴于中子的独特属性，研究人员必须建造新装置，并开发新方法以适用于中子。

在最新实验中，来自IQC、美国国家标准

与技术研究所及橡树岭国家实验室的科学家们构建了微型叉形硅光栅结构，这些器件非常小，在0.5厘米乘0.5厘米的区域内，可容纳超过600万个单独的叉形相位光栅。

研究人员解释称，当一束中子通过这个装置时，单个中子会以螺旋状缠绕，在行进19米后，一台特殊的中子相机捕获中子的图像。他们观察到，每个中子都延展到10厘米宽的甜甜圈形状。这些中子的环形图案显示，它们处于一个特殊的螺旋状态。这表明该小组的光栅装置制造出了拥有量子化轨道

角动量的中子束，这是科学家们首次实现这一点。

研究人员指出，中子在基础物理学实验中很受欢迎，科学家们能很容易地使用其3个自由度：自旋、路径和能量。

萨雷纳表示，在最新实验中，他们让使用中子束的轨道角动量成为可能，这将提供额外的量子自由度。为此，他们正在开发一个工具箱，以表征和检查下一代量子设备(如量子模拟器和量子计算机)所需的复杂材料。

# 微型激光芯片为量子通信增加新维度

科技日报北京11月22日电(实习记者张佳欣)据最新一期《自然》杂志报道，美国宾夕法尼亚大学工程学院领导的研究小组发明了一种芯片，其安全性和稳健性超过了现有的量子通信硬件。他们的技术通过“量子电码”进行通信，使任何一种以前的芯片上激光器的量子信息空间翻了一番。

非量子芯片使用比特存储、传输和计算数据，而最先进的量子设备使用量子比特。比特可以是1或0，而量子比特是能够同时为1和0的数字信息单位。在量子力学中，这种同时状态被称为“叠加”。叠加状态大于两个

能级的量子比特被称为量子电码，它可存在于0、1和2等多个态中。

由于只有两个能级的叠加，量子比特的存储空间有限，对干扰的容忍度很低。此次，新实验室设备的四能级量子密钥使量子密码学取得了重大进展，将信息交换的最大密钥速率从每脉冲1比特提高到每脉冲2比特。该设备提供了四个层次的叠加，并为进一步增加尺寸打开了大门。

研究人员表示，最大的挑战是标准设置的复杂性和不可扩展性。虽然知道如何生成这些四能级系统，但它需要一个实验室和许

多不同的光学工具来控制与维度增加相关的所有参数。现在，他们在单一芯片上实现了这一点。

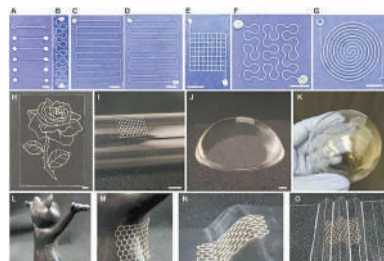
量子通信使用处于严格控制的叠加态的光子。像位置、动量、极化和自旋这样的属性在量子水平上以多重性的形式存在，每一个属性都由概率决定。只有在探测、观察或测量时，才能确定量子系统在瞬间呈现出的特定性质。

此次的超维自旋轨道微激光器建立在该团队早期使用涡旋微激光器的基础上，涡旋微激光器可以灵敏地调整光子的轨道角动量。最新的

设备通过在光子自旋上增加另一个级别的命令来升级以前的激光器的能力。这种额外的控制级别能够操纵并耦合轨道角动量和自旋，使研究团队能够生成四能级系统。

同时控制所有这些参数的困难一直是阻碍集成光子学中量子激光产生的原因，也是该团队工作的主要实验成就。

研究人员表示，可把光子的量子态想象成两颗行星堆叠在一起。以前只有关于这些行星纬度的信息，现在也有了经度，这是以耦合的方式操纵光子并实现维度增加所需的信息，从而将它们叠加成四级。



代表性打印图案。

图片来源：《科学进展》

科技日报北京11月22日电(记者张梦然)美国北卡罗来纳州立大学研究人员展示了一种将电子电路直接印刷到弯曲和波纹表面上的新技术。这项工作为各种新的柔性电子技术铺平了道路，研究人员已使用该技术制造了原型“智能”隐形眼镜、压敏乳胶手套和透明电极。该研究成果近日发表在《科学进展》上。

研究人员称，有许多现有技术可使用各种材料制造印刷电子产品，但存在局限性。其中一个挑战是，现有技术需要在用于印刷电路的“墨水”中使用聚合物黏合剂，这会损害电路的导电性，因此必须在印刷后加入一个额外的步骤来去除这些黏合剂。第二个挑战是，这些打印技术通常需要在平坦表面上打印，但许多应用并不具备这样的条件。

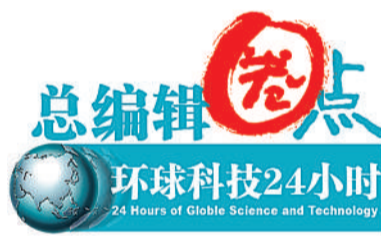
研究人员此次开发出一种不需要黏合剂的技术，可在各种曲面上打印。它还允许将电路打印为厚度均匀的网络结构。

新技术的第一步是为相关应用创建一个模板，其中包含特定的微型凹槽图案。然后，使用模板在弹性聚合物薄膜中复制该图案。最后，研究人员将聚合物薄膜附着到相关的基板上，基板可以是平坦或弯曲的。此时，聚合物中的微小凹槽充满了含有银纳米线的液体溶液。允许溶液在室温下干燥，在具有所需形状和电路图案的柔性材料中留下银纳米线。

为了演示该技术，研究人员创建了3个概念验证原型。一种是带有内置电路的“智能”隐形眼镜，可用于测量眼睛的流体压力；一种是柔性透明电极，电路印刷成网格图案，可用于太阳能电池或触控面板；第三种是乳胶手套，上面印有电路作为压力传感器，可用于机器人和人机界面。

科研人员为演示新的曲面打印柔性电路技术，设计了3个概念验证原型。智能隐形眼镜，和生物医学有关；柔性透明电极，可用于太阳能电池和触控板；乳胶手套，可用于人机界面。三个原型，三个极具潜力的应用领域，科研人员展示了他们技术广阔的应用前景。他们还附上了一些代表性印刷图案：玫瑰、网格、蛇形……这种打印方法也可以扩展到纳米材料，制作高性能柔性电子产品。显然，接下来就需要富有成效的成果转化工作，将潜力尽早变成现实。

# 从隐形眼镜到乳胶手套 新技术实现曲面打印柔性电路



# 孕期饮酒会改变婴儿大脑结构

科技日报北京11月22日电(实习记者张佳欣)奥地利维也纳医科大学一项新的核磁共振研究显示，在怀孕期间，即使少量或适度饮酒，也会改变婴儿的大脑结构并延缓大脑发育。研究结果将在今年的北美放射学会年会上公布。

孕期饮酒会使胎儿暴露于一组称为胎儿酒精谱系障碍的疾病中。出生时患有胎儿酒精谱系障碍的婴儿可能会出现学习障碍、行为问题或语言发育迟缓。

在这项研究中，研究人员分析了24名产前暴露于酒精的胎儿的MRI检查。进行检查时，这些胎儿的孕周在22到36周之间。在酒精暴露的胎儿中，胎儿总成熟评分显著低于年龄匹配的对照组，右侧颞上沟浅。右侧颞上沟关系到社会认知、视听整合和语言感知能力，尤其是其形成对儿童时期的语言发展有很大影响。

研究发现，即使在低水平的酒精暴

露下，胎儿的大脑也会发生变化。24位母亲中有17位饮酒相对较少，平均每周饮酒量不到一杯，尽管如此，还是能够根据产前MRI检测到这些胎儿的显著变化。

根据研究人员的说法，胎儿大脑发育延迟可能与髓鞘形成阶段延迟，以及额叶和枕叶的不太明显的回返有关。髓鞘形成过程对大脑和神经系统的功能至关重要。髓鞘脂保护神经细胞，使它们能够更快地传递信息。婴儿的重要发育里程碑，如翻滚、爬行和语言处理，与髓鞘形成直接相关。

脑回返是指大脑皮层褶皱的形成。这种折叠扩大了头骨空间有限的皮质表面积，从而提高了认知能力。当回返作用减弱时，功能也会减少。

研究人员表示，孕妇应避免饮酒，即使是少量饮酒也会导致胎儿大脑发育的结构变化，延缓大脑的成熟。

# 妊娠影响女性大脑结构与功能

科技日报北京11月22日电(记者张梦然)英国《自然·通讯》杂志22日发表的一项神经科学研究显示，妊娠可能会使母亲大脑的结构和功能发生改变，而这些改变与母性行为有关。研究结果表明，这些变化或许导致了妊娠期间和产后的母性行为，如筑巢行为、对婴儿信号的生理响应以及母婴依恋。

妊娠与剧烈的激素变化有关，但人们对妊娠之于人体神经结构和功能的影响知之甚少。

为了研究妊娠如何导致大脑发生改变，荷兰阿姆斯特丹医学中心科学家研究了40名女性在妊娠前、妊娠中和生产后的状况，以及其中28名女性产后1年的状

况。他们发现“默认网络”(缩写为DMN，指母亲静息状态下最为活跃的一组相连脑区)的功能连接出现了与妊娠相关的增强，并在产后1年重回基线水平。此外，研究人员发现妊娠期间的DMN功能活性与产后后期母婴依恋的测量数据相关。他们还确认了之前观察到的妊娠期间的灰质体积变化，这些变化与妊娠激素水平有关。妊娠期间没有观察到白质结构的变化。

研究结果显示，妊娠与DMN内特定的脑结构和功能变化有关。团队还发现了该网络与妊娠和产后期间母性行为的潜在关联。不过，应注意这些研究结果都指向相关性，不能用来证明大脑变化与依恋之间的因果性。