

冬季来临,全球能源供应问题频发。据报道,英国不少加油站遭遇“油荒”,欧洲电价已攀升至近年来最高点,解决能源问题又一次被提上日程。

太阳能属于绿色可再生能源,宇宙空间储量丰富且品质优良。在宽千米的地球同步轨道上,一年内收集的太阳能量,相当于所有已知常规可开采石油储

量的能量总和。相比于化石能源和核能、风能等,空间太阳能高效、持久、安全、清洁,为人类解决能源问题提供了可能。

科技云

科技连着你我他

本期观察:黄武星 范一政 周洁

涂层技术——

让骨骼加速自愈



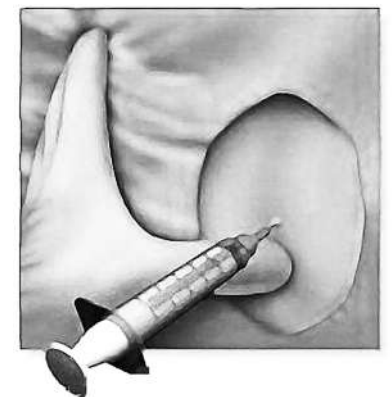
电影里超级英雄强劲的伤后自愈能力,常常让人惊羡不已。近期,俄罗斯一所大学的研究团队掌握一种在植入物表面涂覆生物活性涂层的技术,能使受损骨骼恢复时间缩短至常规时间的一半,为尽快治愈伤员提供了可能。

骨骼遭受重伤后,往往需要植入模仿活体组织的复合生物材料。该研究团队提出采用3D打印技术制造植入物,以获得更符合伤员解剖结构需求的产品。同时,使用微弧氧化技术,可在植入物表面形成生物活性涂层,可加速骨骼损伤修复。然后用可生物降解的材料浸渍涂层,避免植入物遭到人体排斥反应。

据悉,这一成果已成功应用于临床,未见人体排斥现象,患者受损骨骼和肌肉的恢复速度均有不同程度提高。该研究团队还计划进一步改进涂层技术,以加快骨骼自愈速度,甚至用于治疗骨质疏松症和其他复杂的骨组织病变。

超薄电极——

祛除顽固性疼痛



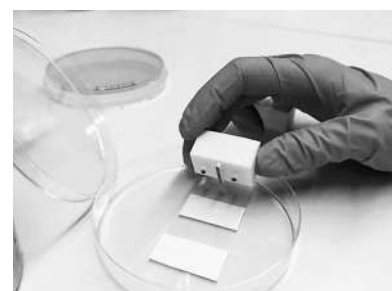
每个人都都会经历疼痛,特别是有的后遗症和慢性痛难以治愈,疼痛让人挥之不去,甚至危害健康。英国科研人员近期研发出一种超薄电极,有望祛除顽固性疼痛。

该设备是一个薄如蝉翼的电极。在给病人治疗时,只需将其卷成一个小小圆柱插入头,植入脊柱的硬膜外间隙。随后,该设备被液体充满,缓缓展开,覆盖脊髓的大范围区域。当连接到脉冲发生器时,设备开始向脊髓发送小电流,从而干扰疼痛信号。早期测试表明,该设备不仅能有效治疗疼痛,还具有对造成神经损害的瘫痪或帕金森症的治疗方法。

科研人员表示,希望用该设备开展更进一步的临床试验,在2~3年内开始在患者身上测试。这对于在军事行动或各类事故中受伤的伤员,以及受各类慢性病长期困扰的病人来说,无疑是一大福音。

活性细胞——

印制生物计算机

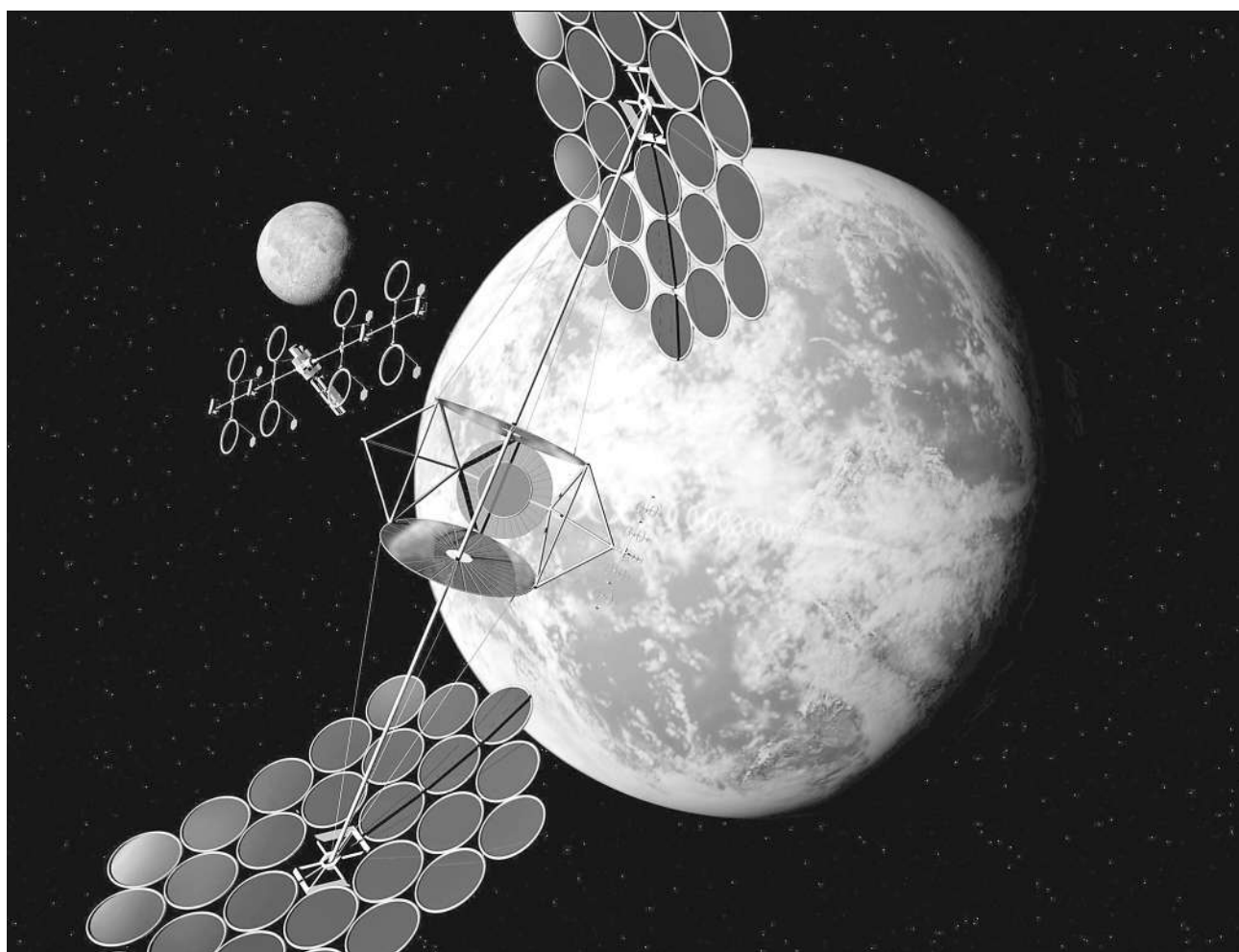


大家都知道在纸张上打字,但你听说过在纸张上打印活性细胞、制造生物计算机吗?近日,鹿培法布拉大学的一支科研团队通过类似于“油墨浸泡”的方式,将活性细胞按序列打印到纸上,再以纸张为载体,制成了稳定可靠的生物计算机。

这种生物计算机以蛋白质或DNA分子等化学输入来处理数据,虽然运行速度有待提高,但精准可靠性可圈可点。目前,该科研团队已研发出能测量环境中不同物质参数的生物传感器。下一步,他们将不断提升该项技术水平,以便应用到人们的日常生活,甚至用于军事领域。

遥远太空如何建电站

李振举 赵辉 胡滨



空间太阳能电站示意图。

其发射到3.6万千米高度的地球同步轨道,需要140次航天发射任务,且要在2年内完成在轨组装。这意味着在一个月之内至少要发射6次重型火箭,对已有太空发射、太空制造、航天器研制等都提出了严峻挑战。此外,空间太阳能电站设计寿命为30年以上,结构复杂、新技术应用较多,空间环境可靠性是亟待解决的重要问题。地面接收系统需要考虑部件可靠性、系统集成和生物安全等问题。用于收集微波波束的整流天线直径在3~10千米,这意味着一座空间太阳能发电站面积大约要10~40平方千米,相当于数千个足球场那么大。

未来犹可期,应用前景广阔深远

空间太阳能电站具有功率大、能量传输方式灵活等特点,既可作为未来稳定的能量来源,又可广泛应用于电网调度、军事无线供电、气象科学研究、应急救援、空间供电、行星探测等多个领域。

——能源供应的新方案。研究空间太阳能发展利用规划,开展空间太阳能电站相关科学问题研究和关键技术攻关,对于国家未来能源和环境安全具有重要战略意义。可对偏远地区、受灾地区和重要设施进行定向或移动供电,为改善国家电力能源结构和供电方式提供创新方案,具有较高社会效益。空间太阳能电站不产生二氧化碳,因此不会有碳排放,可助力国家实现碳达峰、碳中和目标。同时,可提供战略能源供应,从根本上解决能源和气候变化危机。

——太空旅行的“充电桩”。可为航天器持续供电,支持太空旅游、制造、探月和小行星资源利用等。理论上使航天器不再依赖太阳能电池翼,并增加功率水平和控制精度。作为深空探测能源系统的候选方案,未来可进行燃料生产和空间加工制造,提升空间制造和空间资源利用能力。

——国际合作的大工程。空间太阳能电站商业运行前期投入和建设难度较大,需要各国齐心协力完成这一大工程。目前,开展相关研究的组织包括国际宇航科学院(IAA)、国际宇航联合会(IAF)、国际无线电科学联合会(URSI)等,各国可加强联系交流,推动建立联合研究组织以及政府间合作与协调机构等。

——军事应用的潜能。空间太阳能可作为卫星之间的能量传输、无人机长时飞行提供动力。其发电平台的微波或激光发射器,具有成为太空武器的潜力。美国国防部提出,从太空发射超过500万千瓦的波束能量,可能颠覆未来战场游戏规则。此外,美国空军正在开展空间太阳能保障,旨在为海外军事基地提供能源保障。从发展趋势看,空间太阳能电站有可能引发包括军事技术在内的全球新技术革命。

高技术前沿

空间太阳能电站(SPS),也称天基太阳能电站(SBSP),是指在太空将太阳能转化为电能、再通过无线能量传输方式传输到地面的电力系统。它被认为是人类开发利用空间太阳能的物理载体。

空间太阳能电站有三大优点:一是能量收集率高。受昼夜变化和天气影响小,可将能量稳定传输至地面,适合大规模开放利用。二是能量利用效率高。空间太阳能利用率可达1366瓦/平方米,是地面平均太阳光照功率的7~12倍。三是可收集时间长。在地球同步轨道,99%的时间内可稳定接收太阳辐射,向地面固定区域传输能量。

为了让空间太阳能电站造福人类,科学家发挥聪明才智,提供了多种可谓“脑洞大开”的技术路线。

往事成追忆,多种技术方案应运而生

1920年,现代宇宙航行学奠基人之一的苏联科学家康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基设想,可考虑使用巨型太空发电站收集太阳能。这一想法在当时过于超前,只能成为作家创作科幻小说的素材。

1968年,在进行微波能量传输实验的基础上,彼得·格拉泽博士在《科学》杂志发表文章,正式提出“太阳能发电卫星”概念:通过将两颗卫星送入地球静止轨道,保证至少有一颗卫星被太阳照射,另一颗卫星进行能量传输。此文详细论述了发展空间太阳能电站的可行性,开启了人类研究开发利用空间太阳能的新纪元。

1973年和1979年,在全球先后两次爆发能源危机的背景下,美国能源部在国家航空航天局(NASA)支持下,开展空间太阳能电站项目研究,“1979基准系统”应运而生。该系统由巨型太阳能电池阵和发射天线组成,计划在太空部署60个发电能力为50兆瓦的电站。这是第一个具有参考价值的工程方案概念。

1983年,日本京都大学进行了“微波-电离层非线性作用试验”,天线口径1.3米,总发射功率1250瓦。这是全球首次在电离层进行的微波能量传输试验,从工程上验证了空间太阳能电站能量传输的可行性。

1995年,美国国家航空航天局开展“新面貌”研究,提出“太阳塔”技术概念。这是一组中等规模、重力梯度稳定、微波发射的太空太阳能发电系统。每颗卫星像一朵指向地球的大向日葵,“向日葵”的面是发射阵列,“茎上的叶子”是太阳能收集器。这一方案性价比高,可在飞行环境中进行测试。但存在一个问题:反射镜阵列在中午和午夜时

会互相遮蔽。这意味着需要更多卫星来收集太阳能。

欧洲基于“太阳塔”概念,提出“太阳帆塔”方案。该方案采用薄膜技术和重力梯度稳定方式,由数百个尺寸为150米×150米的太阳能发电模块组成。发电阵列超导材料制成的中央缆绳两侧排列成2行或4行,发出的电流通过缆绳送到末端的发射天线。由于无法保持对日定向姿态,该系统较难实现对地面的持续供电。

20世纪90年代末,NASA启动“空间太阳能电站探索性研究和技术”(SERT)计划,提出“集成对称激光系统”(ISC)设计方案。包括200多个单独发射激光的卫星,分为24面镜和36面镜版本。每个反射镜直径500米,采用聚光系统设计,将太阳能电池、微波发射机和发射天线集成“三明治”夹层结构板,利用位于桅杆两侧的薄膜聚光器指向太阳,无须大功率导电滑环和长距离电力传输。不足之处是受天气影响较大,需要准备多个地面接收站。

2004年,日本把发展空间太阳能电站列入国家航天发展计划,将在2030年实现商业化,总投资超过210亿美元。

2006年,日本提出绳式空间太阳能电站方案。由一个大型发电/传输面板组成,面板上方的总线系统悬挂着很多缆绳。基本组成单元为100米×95米的单元板和卫星平台,采用4根2~10千

米的缆绳悬挂在一起。其中,单元板包含3800个模块。该方案结构简单,不受光照条件变化影响,摆脱了对巨型光学系统的依赖,具有较强的工程可实现性。

2012年,在NASA创新概念项目支持下,美国、日本和英国科学家提出“任意大规模相控阵式空间太阳能电站”(SPS-ALPHA)方案。该方案核心是“三明治”结构的微波能量发射装置,扩展性较强,降低了技术难度和研制成本。

现实多崎岖,诸多技术瓶颈有待突破

中国空间技术研究院王希季院士曾说过:空间太阳能电站工程巨大,还有很多坎儿要一个一个地遵循客观规律地迈过去。

就工程规模和资金投入而言,空间太阳能电站超越了“曼哈顿工程”和“阿波罗登月计划”,与之相关的空间高压大功率发电与电力管理技术,被认为是宇航领域科学问题和技术难题之一。

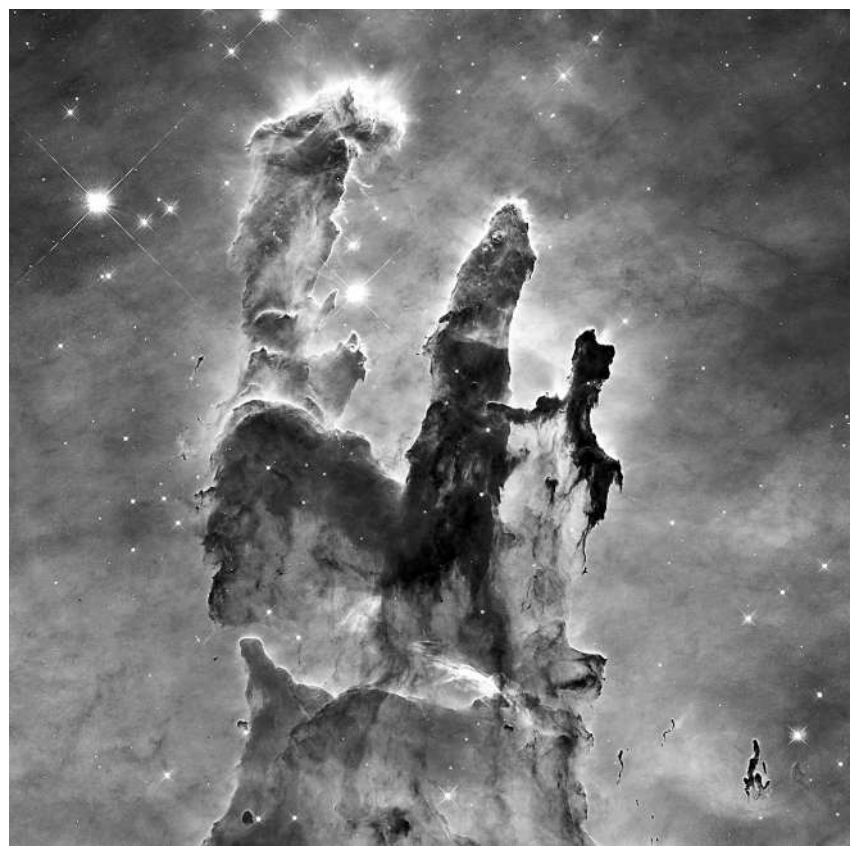
空间太阳能电站的核心问题在于“聚、传、建”3个方面,以目前的技术能力进行建设,难度较大。因此,空间太阳能电站尚处于研发阶段。

所谓“聚”,主要研究采用哪种聚能方式。非聚光空间太阳能电站典型代

表为“1979基准系统”。该系统利用旋转机构,保持阵列对太阳定向,需要光照条件变化影响,摆脱了对巨型光学系统的依赖,具有较强的工程可实现性。该系统采用聚光器,将太阳光投射到电池阵上,可减少电池面积,降低电力管理和分配技术难度。但系统控制和热控难度较大,需要采用耐高温部件。

所谓“传”,主要研究采用哪种传输方式。无线能量传输是空间太阳能电站的核心技术,主要包括微波无限能量传输和激光无限能量传输。微波无限能量传输技术在世界科技强国研究较多,其转化和传输效率较高,特定频段穿透性好,安全性强;其波束较宽,发射和接收天线的尺寸较大,适合于大功率大地能量传输模式。激光无线能量传输技术存在成熟度不高、高指向精度实现难度大、存在安全隐患、传输效率易受大气影响等问题。另外,天地之间长期大功率无线能量传输,也可能对地球大气环境和生态环境造成无法预知的影响。

所谓“建”,主要研究采用哪种组建方式。空间太阳能电站在重量、尺度方面,远超越现有航天设施。目前国际空间站重约400吨,而按最小构型计算,一座空间太阳能电站至少也要上千吨。将



2014年由哈勃太空望远镜拍摄的“创生之柱”。

当我们仰望星空时,在点点星斗之间是一片深邃和黑暗,看似空无一物。从20世纪30年代起,天文学家逐渐认

识到,宇宙空间并非一无所有,而是充满了密度极低的星际物质。星际物质主要由气体和尘埃两部

分组成。构成气体的主要是原子和小分子,构成尘埃的主要是原子团与分子团。如果用地球上的标准衡量,星际物质的密度实在是微不足道。总体而言,星际气体的平均密度是每立方厘米1个原子,是地球上最优真空环境的千分之一。而星际尘埃的数密度更低,平均每万亿立方厘米中才包含1个尘埃粒子。由于恒星之间的距离非常遥远,在广大空间内累积的星际物质质量却能达到可观的量级。据计算,在包含太阳及其邻近恒星的宇宙空间里,星际物质总质量甚至与恒星总质量相当。

星际物质在宇宙中的分布并不均匀。从地球向宇宙遥望,有些方向上星际物质大量缺失,天文学家可看到距离地球达百万秒差距的天体。然而,就像汽车灯光在雾天照射距离会减少一样,一旦少量星际物质出现在地球与恒星之间,由于这些星际物质的遮挡,几千秒差距之外的星体就很难看清了。这种遮挡消光效应,是天文学家寻找行星物质的途径之一。

同时,星际物质对天体发射的不同波段电磁波,散射效应也不尽相同。对于波长越短的电磁波,星际物质不透明

度越高。因此,当恒星的光线穿过星际物质时,除了整体上亮度降低外,恒星颜色也会比真实颜色更红。这是因为在“橙黄绿青蓝紫”的可见光谱上,蓝色、紫色等波长较短的光线被更多地遮挡掉了。通过不同颜色(即波段)的光线变暗程度不同,科学家可估算恒星到地球间的星际物质总量。

在公元150年,希腊天文学家托勒密注意到,大熊座和狮子座中间,有一块和任何星球都没联系的云团。这可能是关于星云概念最早的观测记录。在天文学上,星云指天空中任何能分辨出轮廓的弥散斑块。大部分星云由星际物质组成,如果一块星云刚好遮挡住了后方的明亮天体,那么星云在观测图像中呈现为明亮背景中的一块暗斑。这种星云,一般被称为“暗星云”。如果星云本身含有发光物质,我们观测到的则是明亮的“发射星云”。星云弥散多变的外形,使它成为许多优秀天文摄影作品的拍摄题材。例如,哈勃太空望远镜拍摄的最著名的天文照片“创生之柱”,就是位于巨蛇座尾端“鹰”星云一部分的特写。星云通常是恒星的诞生地,组成星

云的气体和尘埃在一定条件下会逐渐聚集、挤压,形成恒星,而剩余的物质也能聚集成环绕恒星运转的行星。“创生之柱”五彩斑斓的颜色,一部分就来自星云物质内部新生恒星发出的最初光芒。2007年,天文学家在“创生之柱”附近发现了一团炙热的尘埃,他们认为这团尘埃来自另一颗恒星在寿命末期所产生的超新星爆发。一些天文学家在计算后认为,“创生之柱”实际上已在6000年前被这次超新星爆发摧毁。但由于“创生之柱”与地球距离为7000光年,因此到1000年后,那时的人们才能在地球上观察到被摧毁的“创生之柱”,而我们现在所看到的壮美的“创生之柱”,实际上已不存在。

但另一些天文学家认为,超新星爆发对“创生之柱”的破坏不会这么显著,它被瓦解的过程将进行得比较缓慢。究竟哪一派天文学家的说法正确,可能要等到成百上千年后才会有定论。

科学家聊宇宙