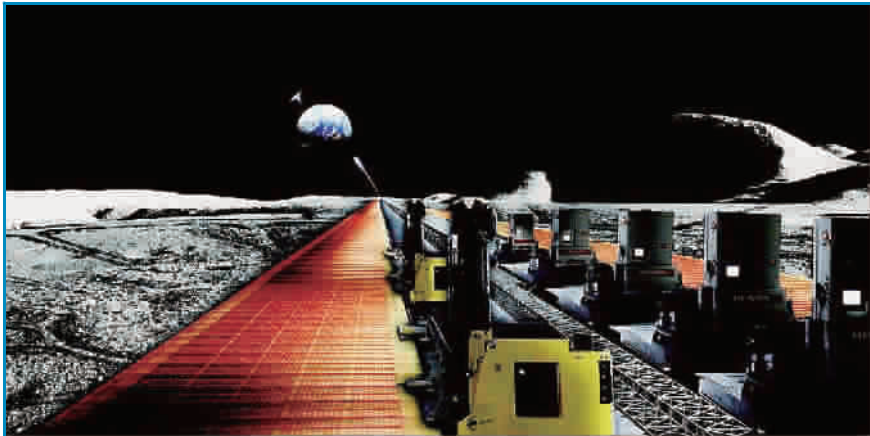
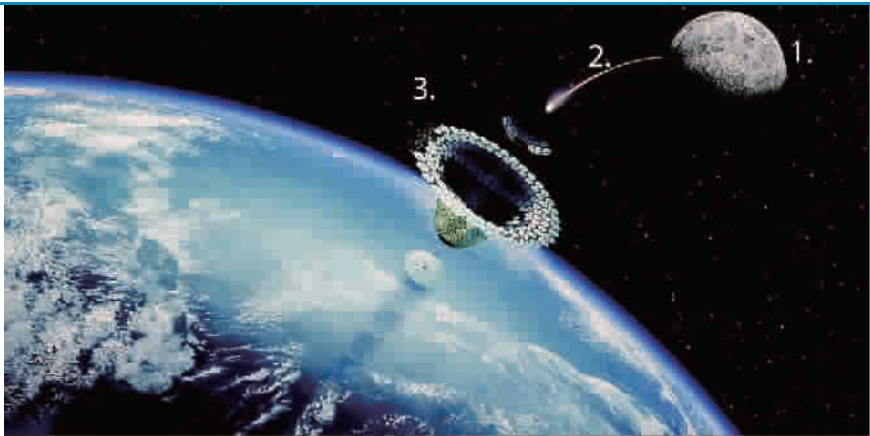




■ 月球上的太阳能电池板工厂



■ 太空的太阳能发电站

在月球上面造太阳能板 太空发电供应地球

最近,美国加州一位高中生路易斯·韦伯在《新空间》杂志发表了一篇文章,提出他认为可能解决能源危机的方案:太阳能电池板在月球表面自主复制,进入绕地轨道实施太阳能发电,电力以无线方式传输到地球。

“太空中的太阳能发电”这个听起来疯狂的想法,实际上可追溯到上世纪70年代石油危机的时代。油价回落时这个概念被搁置。但随后情况有了改变,一是世界更迫切地希望解决气候变化问题;二是不断创新的技术让这个想法慢慢走下“科幻”神坛。它正在引起人们的关注,带来一些重大投资。有人期待这在几十年内成为现实。

太阳能电池板部署在太空

地球所有的能源中,太阳能是非常不错的。韦伯的偶像埃隆·马斯克就说过,“我们在空中有个聚变反应堆。”

问题是太占土地。韦伯说:“要为整个世界供电,太阳能电池板需要覆盖内华达州面积的92%,这还没算上电池阵的地盘。显然不可行。”另外,太阳也不是总肯露面。雨天、多云、夜晚不说,大气还过滤掉四分之一的阳光。但如果放在远高于大气的空间,就不受气候制约,电池板将一直在阳光中发电。

这使太空发电避免了巨大的电力存储设备,而这正是地面太阳能发电的软肋之一。

也不必担心电池板阵列会在地球上投下阴影。阳光会以散射的方式绕行,就像绕过轨道上的其他卫星一样。对此,可以想想月食,偌大的月亮也只是在短时间内给世界的一小部分投下阴影。

让电池板在月球自行复制

成本倒是个大问题。电池板不便宜,发射到太空更昂贵。韦伯计算,发射“有价值数量”的太阳能发电板,成本以数十兆美元计。

所以他的想法不是把成千上万的电池板送入轨道,而是只发送一组机器,预编程序使其能复制自己;而每台子机器都会制造自己的复制品。电池板数量如同乖兔家族那样倍增,在几个月或几年时间里长到一个州的面积。所用的材料,也不是从地球送上去,而是从月球土壤中得到铝、铁、硅等材料,制造一代代太阳能卫星的部件。

制造这样的自我复制机器人当然不易,韦伯认为设计要尽可能简化。比如,“使用的螺丝归类仅5种;用三维打印,来避免太多种模具。”他设想了18种不同的子机器,各自执行一项简单任务,如生产螺丝、生产电池板,在月球上组成自给自足的电

池板生产厂。而从月球发送到绕地轨道上会容易得多,因为引力只有地球的六分之一强。

微波束把能量送到地球上

太阳能电池板在太空到位后,发出的电力不在空间储存,也没有线缆传回来,能量将以微波束的方式送到地球上的接收器。

保罗·杰夫是美国海军研究实验室空间太阳能电池板的研究人员(他提出过向空间发射太阳能电池板的概念,但不是自我复制型的)。他表示不用担心那些微波束会烤焦我们,“系统的设计将不会超过安全的功率密度。系统不能被武器化。”

空间发电、地球接收,有个额外的优势,能量接收器可放置在地球上几乎任何地方。杰夫说未来的接收设备几个集装箱就能装下。这开辟了向发展中国家村庄,或向受灾地区发送电力的可能性。

无线传输能量的技术正陆续取得一些成果。研究人员已成功展示了将10千瓦的功率束射到500米外的接收器。

项目越来越得到关注

韦伯认为,项目需要约100亿美元,大部分花的研究开发阶段。原因是要转运的物

资不多;而后续制造电池板基本上免费。他说,花同样的钱在地球建造电池板,只能供给约15万家庭。

即使该项目最终耗资1千亿美元,发电成本(每千瓦时0.00042美元)也比化石燃料低几个数量级。这意味着投资者也有可能赚很多钱。

当然,整个过程需要大量新技术,但韦伯认为无一遥不可及的。完善的自我复制机器人是奋斗目标,“是艰难的工程挑战,却是有可能的”。科学家研制了能复制的简单机器;而三维打印机已能打印自身可用部件的73%。至于挖掘月球尘埃、提炼可用部分,则是“深空产业”和“行星资源”这样的小行星采矿技术公司正在悉心研究的。

杰夫领衔的团队研究小卫星在轨组成有序阵列,这也是一项艰难的工程挑战。“无论从地球还是从月球上发射组件,都需要一些装配工作。如果说干就干,我们可望在2021年完成这一步,花费约3.5亿美元。这相当于美国人万圣节为宠物服装花的钱。”

在最近一次美国国防部组织的竞争中,杰夫团队从500支队伍中赢得7个奖项中的4项,似乎表示基于太空的太阳能发电越来越得到关注。(图,Justin Lewis-Webber/New Space)

凌启渝

仿生叶片真牛 能用阳光造出液体燃料

有报道说,“钻井找燃料的日子可能屈指可数了”,有谁这么牛?让我们细探究竟。原来,美国哈佛大学的(能量学)教授丹尼尔·诺塞拉和哈佛医学院(生物化学和系统生物学)教授帕梅拉·西尔弗,共同领衔完成了称为“仿生叶片2.0”的新系统,利用太阳能分解水分子,并用食氢细菌产生液体燃料。他们的论文发表在《科学》杂志上,主要作者还包括博士后研究生刘充等。

诺塞拉、西尔弗等人先前研究的系统,已经能利用太阳能生成异丙醇,不过面临着诸多挑战。最主要的是,旧系统采用镍钼锌合金作为产生氢的催化剂,但这也同时生成了活性氧,后者破坏了细菌的DNA。为避免这个问题,系统不得不在超高电压的环境下运行,导致效率降低。

“这次,我们设计了新的钴磷合金催化剂,试验显示它不生成活性氧。于是我们能降低电压,效率急剧提升。”诺塞拉说,“新系统将太阳能转换为生物质的有效率可以达到10%,远高于在自然界生长最快植物中看到的1%。以前的人



工光合作用只做到分解水分子,而这个2.0是真正从头至尾完成的,是真正的人工光合作用系统。”

除了提高效率,诺塞拉和同事还让系统不但生产异丙醇,还生产异丁醇和异戊醇。研究人员甚至用新系统生产了多羟基丁酸酯 PHB,这是生物塑料的前体。新催化剂的另一个优势是完全生物相容,其化学设计让它能“自我修复”,因此不会让多余的物质掺进目标溶液。

作为哈佛大学 Wyss 研究所核心创始成员的西尔弗说,“生物学之美在于它是世界上最伟大的化学家,能完成我们做不了的化学反应。从本质上讲,我们现在有了个平台,能制造下游任何以碳为基础分子。它可能是令人难以置信的



多功能多用途。”

仿生叶片2.0的效率还有提升的空间,但诺塞拉说,已经可以考虑以不同模式将技术转移到可能的商业应用中去。诺塞拉得到哈佛《首个100瓦计划》的合作和资助,他希望在印度等国继续开发该技术及其应用,以得到当地科学家的帮助。

诺塞拉教授提出过“人造叶片”的概念,即用太阳能分解水生成氢燃料。他说,仿生叶片2.0在许多方面实现了相关承诺。他说,“光合作用它需要阳光、水和空气,再就是一棵树。而这正是我们所做、而且做得更好的,我们把所有这些能量都转化为燃料了。”(图,Harvard)

比尔

日本大阪大学材料与生命科学系福住俊一教授领导的研发团队,开发出一种新的光催化方法,利用阳光把海水变成过氧化氢,然后用在燃料电池中产生电流。这套系统的整体光电转换效率为0.28%,与生物质能源柳枝稷(0.2%)相当。其中通过光催化法使用海水制备过氧化氢的效率是0.55%,燃料电池本身的效率为50%。柳枝稷是美国本土的一种多年生植物,生命力极其顽强,可用于提炼乙醇燃料。

传统海水发电一般是利用潮汐、海浪或海水温差,而大阪大学首次利用海水这种地球上最丰富的资源来制备过氧化氢。太阳能会在昼夜产生很大的波动,需要将太阳能转化为化学能存储起来以便夜间利用。作为一种很有前景的太阳能燃料,水中过氧化氢可用在燃料电池中产生电流,副产品只有氧气和水。

氢气一般要么经过高度压缩,或者在特定情况下被低温冷冻成液体,而液态过氧化氢在高压条件下储存和运输起来更加安全和方便。与现在绝大多数燃料电池所使用的氢气相比,使用液态过氧化氢更便于高密度储存。

科学家长期以来一直在研究用

提高海水的发电效率

光催化法制备液态过氧化氢的高效方法,但都不理想。有些制备方法虽然不需要阳光,可是因能源消耗太大并不实用。大阪大学的科技人员研制出的这种新型光电化学电池具有过氧化氢制备能力,首次通过光催化法使过氧化氢的制备效率达到足以应用在燃料电池中的程度。它用三氧化钨作为光催化剂,受到阳光照射时能吸收光子,利用得到的能量启动如下化学反应:氧化海水,减少氧气,最终制造出过氧化氢。

实验表明,在用阳光照射24小时后,电池中海水中的过氧化氢浓度一升能够达到48毫摩尔,大大超过用纯水做实验时获得的2毫摩尔。之所以产生如此巨大差异,在于海水中带负电的氯离子提高了光催化剂的活性,增加过氧化氢浓度。

“虽然与其他一些光电能源相比,这种形式发电的整体效率并不差,但是仍然远远低于传统太阳能电池。”福住俊一教授表示,“我们希望今后能够改善光电化学电池的原材料,以提高发电效率。与此同时找到一种大规模使用海水制备过氧化氢的低成本方法,以取代目前用氢气(主要来自天然气)和氧气制备过氧化氢的高成本生产方式。”

李忠东