



主动应对气候变化,人类采取了许多策略。与推广电动汽车、少食肉类等“举手之劳”相比,一些规模更大、更为大胆激进的项目正在推进实施或提上议事日程。

从太空发电到拯救冰川,科学家们脑洞大开,提出了不少雄心勃勃的地球工程,以期“高烧不退”的地球降温,其中不乏一些规模庞大、投资巨大的基础设施项目。日前,英国《新科学家》杂志盘点五大最具潜力和可行性的超级地球工程,尽管它们存在一定风险,但为改变地球命运,或许值得一试。

逆转全球变暖,超级地球工程值得尝试吗

太空太阳能发电

在没有云彩遮挡的大空中,太阳能发电效率将大到惊人。火箭运输成本的下降、太空电能传输技术的出现都将使这一设想变得可行。或许20多年后,就会有30%的电力来自太空

天上的云彩是诗人和作家创作的灵感源泉,但对于太阳能工程师来说,云层只会带来麻烦。无论太阳能面板有多高效,大片云彩悠悠飘来,就会导致电量输出接近于零。

如果将太阳能面板移到太空中,问题也许就能迎刃而解——近地轨道上的卫星不会有云彩遮挡阳光照的烦恼,它们的太阳能电池板几乎可一直以最大的发电能力源源不断地生产电力。

过去几十年,工程师们一直对太空太阳能发电站的设想念念不忘,因为它的发电能力实在太惊人了:地球静止轨道上一块10公里宽的太阳能面板,每年发电量高达570太(万亿)瓦时,而英国2022年的总用电需求才320太瓦时。

但是,阻碍人们对该想法大胆一试的主要原因是巨额成本。航天器携带绵延数公里的太阳能面板进入地球静止轨道,发射成本之昂贵几乎难以想象。不过,可重复发射火箭技术的出现或将彻底解决太空太阳能发电所遭遇的这一瓶颈问题。

随着美国太空探索技术公司SpaceX等开发的 reusable 火箭技术日渐成熟,发射成本将大幅下降——利用即将问世的大型运载火箭系统“星舰”,将物资和材料发射入地球轨道以建造太阳能发电站,每公斤成本仅为5000美元,只有目前大多数商业火箭发射成本的一半左右。

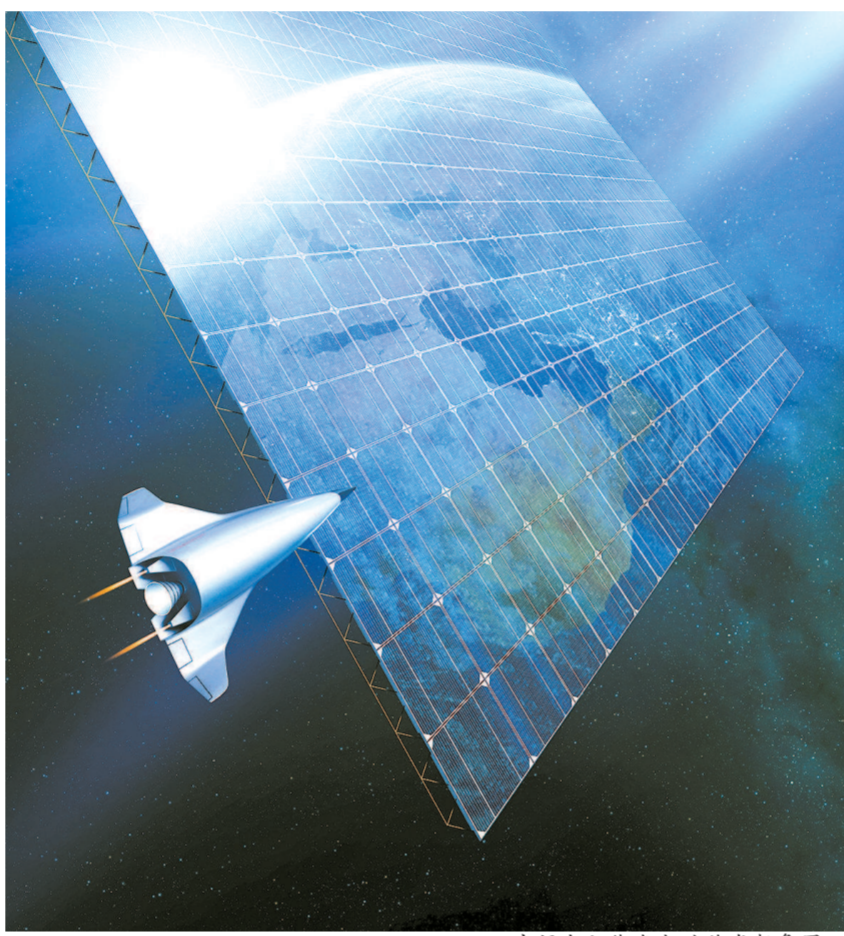
假如我们有能力在太空中建立巨大的太阳能发电站,接下来要考虑的是如何将太空中产生的电能传输回地球。幸运的是,现有技术已可以做到这一点:通过微波可将其发射到地面上的整流二极管天线接收装置。美国加州理工学院

的研究人员于今年2月首次展示了这一技术的可行性,这是一个重要的里程碑式进展。

如果人类在太空中拥有一个超级巨大的太阳能发电站,或者若干相当规模的其他发电站,地面接收装置的数量基本上也要与这些发电站相当,而且每个接收装置都需要相当大的占地面积,最佳安置地点是在近海区域。想象一下,在海洋的波峰浪谷之上,浮动着一个巨大的太空电能接收装置,这将是何等壮观的景象。美国太空太阳能公司(Space Solar)CEO马丁·索尔坦说,这个工程比建造可运行25年的近海风力涡轮机的工程要简单得多。

也许建造太空太阳能电站的最大不确定因素是,建造这些装置并将其送入太空所造成的碳排放是否会超过其发电带来的好处。英国太空可持续发展初创公司Metasat的一项研究显示,在考察了25颗太阳能卫星的基础设施制造和发射所造成的影响后,他们发现,每颗卫星都能产生相当于地面2千兆瓦的电力,同时也将产生英国一年80%左右的碳排放量。但这一损失可在今后6年内以碳减排的形式得到补偿。此外,太空太阳能发电系统可持续运行长达60年之久。

尽管有种种利弊得失的权衡,人们对太空太阳能发电的兴趣仍在增长。除了加州理工学院的项目外,日本和中国也在计划于未来几年内建造和测试相关设备。欧洲航天局的太阳能计划也在调查这一设想的可行性。索尔坦说,如果英国支持这一想法,于本世纪40年代初实现30%的用电来自太空的计划,将是一个切实可行的目标。



空间太阳能发电站艺术想象图



绿色星球的AI艺术想象图

挽救“末日冰川”

南极思韦茨冰川正被日益变暖的海水从底部悄无声息地蚕食。科学家设想在其附近海底布置一个长达80公里的巨大浮动帘障,以遏制和减少流向冰川底部的温暖海水

自2000年代以来,极地冰川已失去了多达数万亿吨的冰。过去短短二三十年里,冰雪消融的速度翻倍增长,这也意味着有比以往多一倍的消融冰水进入海洋。有观点认为,极地冰川正以不可遏制的趋势走向最终崩塌的末日。

其中,日渐消融的南极思韦茨冰川被称为“末日冰川”。这座冰川覆盖着南极西部的大部分地区,一旦崩塌或将加速更大范围的冰川融化,导致全球气候形势进一步恶化。如果这种情况真的发生,南极冰层融化的巨量冰水将导致全球海平面上升5米。“这将严重威胁世界各地的一些大城市,如纽约、上海、加尔各答和汉堡。”德国气候影响研究所的安德斯·莱韦尔曼说。

近年来,芬兰拉普兰大学的约翰·摩尔一直在探索遏制思韦茨冰川加速融化的办法。研究已发现,导致思韦茨冰川加速融化的一个关键因素是日益变暖的海水在冰川向外突出的底部暗流涌动,从底部悄无声息地蚕食消融着这座冰川。

从这一角度出发,摩尔和同事开始了一个设想:布置一个80公里长的巨

大的浮动帘障,固定在冰川附近的海床上,以遏制和减少流向冰川底部的温暖海水。

最近,英国剑桥大学的研究人员对一个较小规模的海底帘障进行了一次测试,“在减少温室气体排放的同时,我们还要想办法遏制冰川的进一步融化。”领导这项试验的肖恩·菲茨杰拉德说。

毋庸置疑,在地球气候最为严酷的南极地区,开展如此规模庞大的工程项目代价不菲。摩尔估算,海底帘障所需耗费的资金将高达500亿至1000亿美元。然而,像纽约、上海这些可能受影响的大城市,如果各自修建防洪设施,每个工程也都要投入数百亿美元。因此,建立一个全球性的防护措施虽然耗资巨大,也是值得付出的。

不过,美国科罗拉多州大学国家冰雪数据中心的图维拉·莫恩指出,这些只是辅助措施,“我们希望阻止崩塌这种最可怕的现象出现,至少是缓慢后撤,不至于引起海平面的急速上升”。

摩尔认为,如果失去了西南极洲冰盖,人类文明将难以继续,“这不是危言耸听,而是人类面对的真实的严峻生存危机”。



极地冰川正被日益变暖的海水从底部悄无声息地蚕食。

改造荒漠

过去30多年间,人类活动和气候变化已使全球约2.7亿公顷的旱地沙漠化。如今,人们正对荒漠进行改造,不过在重现其往日盎然绿意的同时,也要谨慎考虑可能引起的连锁影响

位于现代埃及境内的西奈半岛曾经是亚热带地区一片郁郁葱葱的人间天堂:森林覆盖,绿草茵茵,河流小溪蜿蜒其间。然而,从约1万年前起,这里的山川失绿,河流干涸,变得漫天沙尘。造成这一后果的部分原因是地球轨道的变化,但人类滥伐林木、过度放牧等导致自然生态失衡的行为也难辞其咎。

有研究表明,过去30多年间,人类活动和气候变化已使地球上6%的旱地沙漠化,相当于2.7亿公顷的土地。如果我们能让这些荒漠重现昔日伊甸园般的风光,对应地球气候变化危机机会否有所裨益呢?

荷兰Weather Makers公司改造西奈沙漠的计划已酝酿多年。这一计划成功的关键是埃及地中海海岸边的一个盐湖,湖中含盐量极高,湖水却不深,曾经40米深的湖,如今用一根长竹竿就能探到湖底,湖水已成为基本无法与海水交换的死水。

该公司研究人员的设想是,拓深盐湖的出海口,挖出湖底数千年的沉积物。公司称,这些措施将改善湖水水质,恢复渔业生态,促进西奈北部地区的渔业生产。除了种植耐盐碱的植物外,还可通过湖泥挖掘扩大周围的湿地

发电过程不连续,电力输送成本高是风能应用亟需破解的两大难题。人工能源岛可变身“超级接线盒”,承担起能源枢纽的重任,同时还可成为氢燃料制造中心

人工能源岛

丹麦在新能源开发领域独辟蹊径,已于3年多前开启能源岛工程项目。丹麦所在的北海海域正矗立起一座名为VindØ的岛屿,它不是海鸟栖息的岛屿,也不是由沙土形成的,而是钢筋混凝土建成的、能够产生大量清洁能源的人工岛。

VindØ人工岛计划是丹麦用以解决能源危机的宏大规划的一部分,其作用是支撑庞大的风力发电场。欧洲各国已在海边建造了大量风力涡轮机,但业内人士认为,想要成功实现零排放目标,还需要安装更多的风力涡轮机。

丹麦哥本哈根基础设施合作伙伴公司(CIP)的塞缪尔·马吉德指出,在未来25年,世界各国将要建造的风力发电设施将是过去35年的10至15倍。“这是一个巨大的挑战,为成功实现这一目标,我们必须另辟蹊径。”

作为清洁能源,风能具有显著优势,但仍有两大难题亟待破解:一是其发电过程不连续,这意味着它很难与用电需求相匹配;二是风力发电需要通过电缆传输到远处的用电区域,这些配套设施的建设需要大量投资,尤其目前风力发电场都各自建造专用电缆来进行电力传输,因此总体代价巨大。

能源岛的构想也许可以解决以上两个难题。它可以连接起几个岛屿,作为欧洲大陆超级电网的中枢,将电力传输到欧洲各国。这样一来,供需矛盾更容易平衡,同时也可减少输送电力所需的电缆总量。

大型绿色能源生产公司Statkraft的戴维·弗拉德指出,建造近海工程需要大量资金投入,连接几个岛屿,将其打造成连通欧洲各国的电力枢纽,就像建起一个超级巨大的接线盒,可节省大量投资。

VindØ就是这样“超级接线盒”。丹麦计划在北海海域至少建造4个这样的能源岛,每个岛都将用于支持附近庞大的风力发电场,总体可产生相当于30个核电站的发电量。目前,荷兰、德国、比利时也都有建造类似基础设施的计划。

能源岛计划最令人感兴趣的是它还能同时产生另一种清洁能源——氢能。诸如空中交通、钢铁和水泥等行业很难实现电气化,但它们可以使用氢燃料。能源岛在生产过程中可利用绿色能源为电解槽设备提供电力,通过分解水来生产氢气,在这里生产出来的氢燃料可通过船运或管道运输到其他地区。

马吉德认为,可以成为氢燃料生产中心是能源岛真正的长期吸引力所在,“通过电缆输送电力的成本是管道输送氢气的5倍”。而且,氢还可以转换为氨,这是一种大受追捧的未来船用燃料。此外,能源岛在战时还可充当加油站。

绿色燃料生产可能将成为第二代能源岛的一个重要特色,因此不少地区也已行动起来。例如,爱尔兰西海岸的近海区域由于附近电力需求较低,那里的风能一直未得到充分开发,或许今后这里可成为氢能生产的理想地点。

超级吸碳工厂

2030年之前,人类需要每年从空气中吸收8000万吨二氧化碳,但目前超级吸碳工厂年吸碳能力仅1万吨。不过,如有投资推动,到2050年全球可有数十家百万吨级吸碳工厂投入运行

为避免全球变暖最糟糕的局面出现,未来不仅要限制更多二氧化碳进入大气,还必须努力从空气中吸走过多的二氧化碳。

从空气中吸收过多二氧化碳的方法很多,比如绿化地球、恢复海草床水下生态系统等。但如果想要以更确定、可量化的方式来吸收空气中的二氧化碳,碳捕获法或许更加直接可靠,虽然它相当昂贵。

吸碳工程的设想是,从空气中直接捕获二氧化碳,然后将经浓缩处理的二氧化碳气体埋入地下,或加工成产品,如航空燃料等。

根据国际能源署(IEA)的估算,2030年之前我们需要每年从空气中吸收8000万吨二氧化碳,才有望达成2050年的零排放目标。如今,全球范围内的18家碳捕获实验工厂的年吸碳能力只有1万吨。其中最大的一家是开设在冰岛的瑞士公司Swiss Climeworks,这家工厂的Orca设备每年可吸碳4000吨。美国得克萨斯州在建的一家工厂Stratos则定下了一个雄心勃勃的目标——从2025年开始,每年吸碳50万吨。

目前,一些百万吨级的吸碳工厂还处于蓝图规划阶段,但它们得加快发展步伐。要在2030年前达到每年吸碳8000万

吨的目标,需要从现在起建造10座如此规模的工厂。美国世界资源研究所的环境分析专家卡蒂·莱布林认为,这在技术上是可行的。

要达到这一目标,首先要改造现有技术。就目前来看,大多数直接捕碳采用的不外乎两种策略:一种是将二氧化碳吸入吸附能力较强的固态材料中,再通过低压浓缩将二氧化碳抽取出来,但这一过程需要消耗大量能源。Orca设备采用的就是这种方法,所用能源为地热能。Stratos采用的是另一种技术,即先将二氧化碳吸入某种液体,再将其抽出吸入石灰石颗粒中,加热到极高温后释放出二氧化碳。这同样需要消耗大量能源,以及水资源。

据IEA2022年的估算,建造和运行足够规模的碳捕获设备来达到2050年的零排放目标,每年需要5000万吨水,每年能耗占到全球能耗的1%——如用太阳能发电来提供,则需要用到2.3平方公里的土地。

所有这些都意味着成本是个大问题。但好消息是,捕碳工厂几乎在任何地方都可建,建厂速度也较快。到2050年之前,若有投资推动,全球可有数十家百万吨级吸碳工厂投入运行。

(宇辰/编译)



(本版图片均视觉中国)