

科技大讲堂

去年底,以色列国防部宣布部署具有探测导弹和飞机功能、安装先进雷达系统的浮空器。这款浮空器被称为“高可用性浮空器系统(HAAS)”,是世界上最大的浮空器之一,可针对巡航导弹、武器化无人机和其他空中威胁等提供预警。这个消息使得浮空器又一次引起了各方关注。

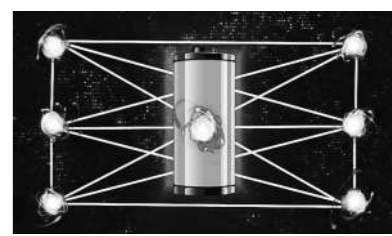
浮空器泛指比空气轻的各类飞行器。人们日常接触到的气球,就是最常见的浮空器。本期科技大讲堂,为您介绍一种“大气球”——智能平流层浮空器。它飞得高、留得久、能载重,不仅能执行多样化天地探测与通信任务,作为临近空间的新型智能化平台,还在空天探测、天气预报、态势感知、信息保障等方面具有广阔应用前景。

科技云

科技连着你我他

本期观察:纵恒 杨开明

晒太阳就能发电——可再生生物电池



近日,英国剑桥大学的一个科研团队表示,他们成功找到了一种可自我产生能量,并可循环再生的绿色电池。

该电池由一种名为“集胞藻”的藻类构成,大小与常规AA电池相当。它通过光合作用从阳光中获取能量,再将产生的生物电流与铝电极相互作用,为微处理器供电,进而释放物理电流。

值得一提的是,该电池本质是通过藻类的生物活动供电,且大部分由可回收材料制成,这不仅使它更加绿色环保,还能够以较低成本大批量生产。同时,这种电池和广为人知的太阳能电池不同,即使是在夜晚等无光环境下,也能够在这段时间内产生稳定的电流。

目前,该科研团队已经使用这种电池为一台计算机实现了长达一年的持续供电。在需要为大量设备供电的物联网领域,这种可再生、低成本且更为稳定的电池,有望成为新宠。

不晒太阳也能发电——新型太阳能电池

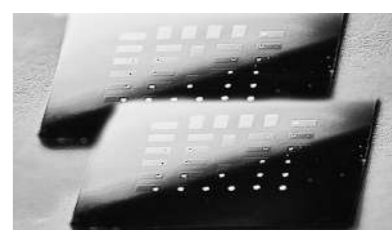


不久前,斯坦福大学的研究人员在《应用物理快报》上发表论文称,他们研发出了一种可日夜不间断发电的新型太阳能电池。

研究人员在电池表面附上了一种绝缘材料,这种材料可以吸收热流并从中产生能量。白天,电池可将光能转化为电能;夜晚,材料吸收的一部分能量会辐射回大气中,其中大部分热量会被一种独特材料重新捕获,从而利用光伏电池与周围环境之间的温差获取电能。

虽然该型电池夜间产生的功率低于标准太阳能电池板的功率,但随着技术的进一步成熟,这种太阳能电池正显示出越来越广阔的应用前景。比如,在一些低功率应用或有可靠热源的地方,这种电池便可发挥自身优势,点亮LED或为手机充电等。

用人体糖分发电——葡萄糖燃料电池



近日,麻省理工学院和慕尼黑工业大学的工程师合作设计了一种新型葡萄糖燃料电池,可以将葡萄糖直接转化为电能。

这种电池非常薄,厚度大约相当于人类头发直径的1/100。然而,它每平方厘米即可产生约43微瓦的电力,是目前葡萄糖燃料电池中功率密度最高的。

这一研究成果也为植入传感器和其他功能的微型电源开辟了一条新途径。由于该电池内核是陶瓷材料,可以在高温和微缩尺寸下保持其电学特性。研究人员设想,它可以被制成超薄膜或涂层,包裹在植入物周围,利用人体丰富的葡萄糖为电子设备供电。

智能平流层浮空器——

驭风飞行 巡天探海

国防科技大学空天科学学院讲师 邓小龙

从“零压气球”到“超压气球”

小时候,我们在游乐园玩耍,常常会让父母给买一只气球。如果一不小心撒手,气球会“乘风而去”。每当这时,我们脑海中就会产生一串疑问:一只气球能飞多高?它最终会飞到哪里去?

一般来说,气球的最大升空高度,由球皮的材质、弹性以及厚度等决定。普通气球通常采用乳胶材料制成,多用于庆典活动。随着飞行高度增加,乳胶气球不断膨胀,球皮不断变薄,往往上升到2000米高空附近就会爆炸。同时,乳胶气球在高空受到强烈的紫外辐射和臭氧腐蚀而产生“内伤”,球皮会快速老化。因此,乳胶气球相对“柔弱”,它的飞行高度、飞行时长、搭载重量十分有限。

为了开展高空科学试验,科研人员从20世纪60年代起相继开始大规模研发高空气球。它采用高分子聚乙烯材料,通过材料性能改进,保证气球在-70℃低温、强臭氧、强紫外射线等极端环境下可以长时间稳定工作。

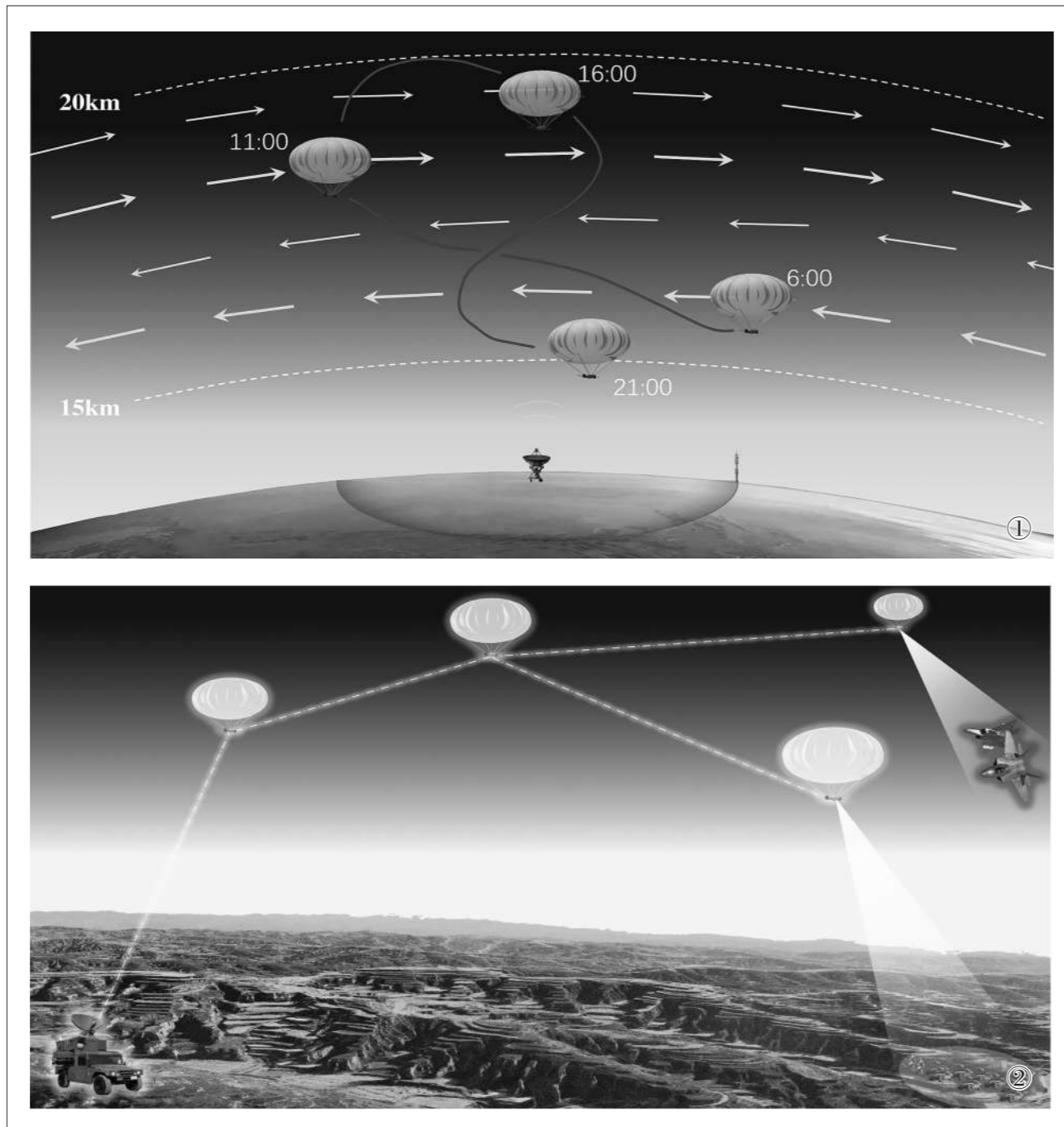
最初的高空气球也叫零压气球,它在球体底部用管道与外界大气连通,使得气球内外气压相等,压力差为零,这样保证气球不会因为球内压力过大而炸裂。零压气球的体积巨大,甚至可超过一个小型体育馆,能吊起与一辆小汽车重量相当的载荷。它的飞行高度可达30~40公里,可以持续飞行数周,被科研人员广泛用于执行宇宙线观测、光谱分析和航天试验等任务。

当然,零压气球也存在一定的局限性。由于球内外连通,内部气体会不断流出,气球难以长时间保持设计的飞行高度。

近年来,美国的零压气球已发展成为科研服务产业,平均每年进行10~20项高空气球试验。法国国家太空研究中心(CNES)能制造120万立方米的大型零压气球,是欧洲气球活动的中心。此后,高空气球经历了一轮“强筋健骨”的技术革命,发展形成了超压气球。它采用全封闭的南瓜形气球结构,避免了气体从球体流出,这种三维结构让气球可以承受更大的内部压力。此时,超压气球就像练就了“钢筋铁骨”的“憋气”高手。在飞行过程中始终保持一定的体积,看起来就像一个透明的巨型南瓜。目前,采用超压气球技术的平流层浮空器,可实现300天以上的超长连续飞行,完成环球飞行,有些性能堪比卫星。

从“随风逐流”到“驭风万里”

此前,由于没有像飞机那样使用发动机与控制舵面,气球难以精确控制其



飞行航线。被动受制于风场的气球,如同大海中随波漂流的船只,时常无法顺利抵达目的地。

这个难题随着环境大数据、人工智能等科技发展而得到了较好的解决。2020年,在国际顶尖期刊《自然》杂志上发表的《利用强化学习的平流层气球自主导航研究》论文,首次证实了人工智能技术能为平流层浮空器在风场中提供飞行控制的能力,帮助平流层浮空器控制飞行航线或者实现区域驻留。

这是平流层浮空器在“强筋健骨”后的新一轮技术革命——装上“最强大脑”。平流层浮空器可以像人类一样学习方法、训练技能和智能决策,从“随风逐流”被动飞行进化到“驭风万里”主动执行任务。

人们发现在距离地面20公里高度附近的风速普遍较小,并且风场的大小和方向会在高度上发生变化。这里的风就像开往不同方向的列车,有的高度开往东,有的高度开往西。

智能平流层浮空器可以通过“坐电梯”的方式到达不同高度的“站台”,“换乘”特定速度与方向的风场“列车”。简单来说,当智能平流层浮空器需要从A地飞行到B地,只要对两地之间的风场“列车”进行准确预测和搜索,便可通过调整飞行高度“搭顺风车”。“换乘”过程中,简单的“电梯”调节手段,多变且不确定的风场“列车”,使得“搭顺风车”难度大,一不小心就容易“坐错车”或“坐过站”,这对智能平流层浮空器的决策判断提出了更高要求。

总的来看,新型智能平流层浮空器应具备三大技能:“知风”“用风”“驭风”。“知风”是指及时、准确获取所处位置及目标区域的风场信息,从而获得复杂多变的风场“列车”时刻表。“知风”的手段主要包括探测和预报。由于地基和天基探测手段难以在时间和空间上覆盖高空气球活动范围,平流层浮空器需要搭载重量小、能耗低的风场探测设备以提供小范围的风场信息。同时,为有效进行大时间空间尺度飞行,还需借助气象部门的“镇馆之宝”——全球中长期天气预报系统,提供大尺度范围的风场信息。

“用风”是指平流层浮空器通过“坐电梯”方式到不同高度的“站台”上“搭顺风车”,也就是高度调控技术。常见的高度调控方式是在浮空器的球体内置一个小球,通过将外界空气充入或排出小球,改变浮空器的总重量。例如,当浮空器需要到更高的“站台”,首先排气减重,使重力小于浮力而上升;当到达新飞行高度“站台”时,再进气增重,使浮力与重力相等而悬停。“驭风”是指平流层浮空器根据风场“列车”特点和任务要求,决策什么时候“坐电梯”、坐到哪个高度“站台”。这个问题看似简单,却会因预报误差、探测限制、实时动态决策等限制导致决策失误。这时候,便需要借助人工智能来

判断决策。通过在计算机上对各种情况进行反复“模拟练习”,在线“学习”飞行数千小时,平流层浮空器将获得与特级飞行员相当的经验。

此时,智能平流层浮空器带着堪比“王牌飞行员”的智慧和丰富经验“上岗”,明智地实施控制决策,从而更好地完成任务。由于其持久的飞行时间和智慧的决策能力,平流层浮空器也被称为临近空间“伪卫星”。

从“服务大众”到“参军效力”

在经历“强筋健骨”和“智慧大脑”等技术革新后,智能平流层浮空器凭借着其载重大、航时长、成本低、部署快等优势,成为与火箭、人造卫星并驾齐驱进行高层大气和空间科学研究的主要工具,和前沿科学研究与技术验证的重要平台。

如今,智能平流层浮空器在环境监测、科学研究、空天技术、态势感知、信息保障等领域开启了多样化应用新篇章。科学研究方面,智能平流层浮空器凭借其持续稳定的环球飞行能力,被用来开展高层大气测量和进行空间天文观测。法国-美国合作Stratoole-2项目规划在2019年至2024年间放飞约50个平流层浮空器,研究影响赤道地区对流层和平流层之间通道的气候过程,探测重力波,改进气象预报系统。

信息保障方面,智能平流层浮空器可以搭载空中基站或无线中继设备,为地面提供网络覆盖和无线回传。谷歌X实验室于2013年正式发起Loon项目,旨在通过将智能平流层浮空器放到海拔20公里的高度,组成空中无线网,向地面覆盖。他们希望通过这种方式,让农村和偏远地区也有互联网接入。2015年,Loon利用13个气球全面覆盖斯里兰卡地区;2017年,在“玛丽亚”飓风登陆后,为波多黎各2万多人提供了互联网连接。这一项目虽因无法建立可持续的商业模式而关闭,但作为一次人类科学探索试验,它是成功的。

军事应用领域,平流层浮空器也开始在态势感知、信息保障上崭露头角。美国陆军正在探索将平流层浮空器作为一种低成本快速响应平台,对陆海空实施远距离的广域通信、侦察、监视、中继,为部队提供更为及时的通信和态势感知,并帮助陆军实现多域作战的装备多样化。

随着科技创新的持续深化,智能平流层浮空器的飞行时长、智能程度将更上一层楼,不但将在极地海洋科考、遥感测绘等领域得到广泛应用,而且还可作为天体航空探测手段奔赴更广阔的空间,成为人类探索天巡海的“千里眼”和“顺风耳”。

图①:智能平流层浮空器风场利用原理图。图②:陆战场应用示意图。制图:樊峥

热点追踪

近日,日本媒体报道称,“隼鸟2号”探测器在距离地球3亿公里的小行星“龙宫”上发现了20多种氨基酸,预示着地球以外的地方有生命存在的可能。这一消息迅速引爆网络。外星人是否真的存在,又一次成为人们热议的话题。

氨基酸是组成蛋白质的基本单位,也是探究地球生命起源的重要线索。当然,仅凭氨基酸并不能判断生命的存在。科学家们认为,生命的存在首先需要一颗合适的行星,并且距离母恒星的位置必须恰到好处;其次必须有形成生命的一系列条件,包括水、氧气和各种化学元素;还需要相对稳定的环境,以保证生命发展的稳定性。这些条件也是目前人类寻找地外生命的一个方向。

但是,还有一些科学家认为,上述条件只是基于对地球生命产生得出的结论。地球上的生物都是碳基生物,外星会不会还存在着其他形式的生物,比如硅基生物,那么这些条件就不能运用于寻找其他形式的生命。

从天文学的角度来看,宇宙中目前

已知大概有1万亿个星系,银河系里有1000多亿个恒星,像地球这样的行星至少也应当以万亿计。所以很多天文学家认为,在这么多的天体里,不可能只有地球一个星球诞生了生命。

在中科院2022跨年演讲直播中,中国科学院院士、天体物理学家武向平称他相信外星人的存在。“我们首先相信,所以我们寻找。”

其实,人类从来都没有停止寻找外星人的脚步。一个多世纪以前,科学家高斯就设想过,在西伯利亚荒原上按照勾股定理的几何图形种植松树林,以吸引外星人的注意。后来,天文学家利特罗又建议在撒哈拉沙漠上开挖大沟渠,灌入煤油并点燃,希望让外星人发现。

20世纪中叶,人们设立专门的望远镜,开始搜索外星文明信息。1960年,美国天文学家德雷克等人用一架直径为26米的射电望远镜,对两颗离太阳很近的恒星“守听”了150个小时,但毫无收获。1972年至1975年,美国科学家又对太阳周围的约650颗星球进行了监听,仍然没有结果。

为了寻找外星人,科学家们还专门发明了一种以数学符号为基础的“宇宙语言”和联络方法。1971年,设立在波多黎各的美国阿雷西博天文台使用当时

世界上最大的天文望远镜——直径足足305米的射电望远镜,向银河系的武仙座球状星团发送了人类向地外文明问候的第一次信息。1977年,携带有电唱机和一张“地球之音”唱片的“旅行者1号”和2号被送入太空,科学家们希望这份礼物有朝一日会被地外生物所发现。

随着科技的发展进步,人类探索的脚步向太空更深处迈进。小行星探测目前已为世界主要航天国家深空探



某小行星构想图。

图片来自新华社

外星人存在吗?

陈超 刘喜春