

轻量化、高集成、长寿命的卫星,需要更轻薄、更灵活、更高效能的太阳翼 为卫星插上轻柔的翅膀

R 科技视点 一线探创新

浩瀚宇宙中,太阳帆板展开,吸收光能、转换为电能,维持卫星的正常运转。这种太阳翼犹如卫星的翅膀,是当之无愧的“能源担当”。

传统卫星上安装刚性太阳翼居多,随着商业航天崛起,轻量化、高集成、长寿命的卫星,需要更轻薄、更灵活、更高效能的太阳翼。

此前,银河航天灵犀03星成功发射,成为我国首款使用柔性太阳翼的卫星。经证实,柔性太阳翼减少了对卫星体积和重量的占用,满足卫星大功率能源需求,适用于多星堆叠发射模式,有助于全行业降本增效。

卫星的柔性翅膀长什么样?又是如何研制出来的?记者探访了位于北京金隅智造工厂的银河航天方舟实验室。

薄如蝉翼,手感轻柔——

柔性太阳板单层厚度约1毫米,折叠起来厚度约5厘米,拉开长度约9米、宽度超过2.5米

穿戴好无尘衣帽和鞋套,经过洁净室除尘,全副武装之下,记者进入北京金隅智造工厂的银河航天方舟实验室。

十万级洁净车间里,自动焊机正以毫伏级的电压精度进行柔性电池片的焊接,自动贴片机则以0.05毫米的微距精度,将电池片安放到柔性基板上,制造薄如蝉翼的卫星“翅膀”。

记者小心翼翼地接过一片柔性太阳翼样品,轻轻摸了摸,感觉十分轻柔。

银河航天(北京)网络技术有限公司(以下简称“银河航天”)太阳翼设计师吴思杰介绍,柔性太阳翼由多个单层柔性太阳板拼接而成,太阳板包含基板、电池片和电缆,每个单层厚度仅约1毫米。

“柔性”形容的是太阳翼的基板。据吴思杰介绍,整个柔性太阳翼可以折叠,装在火箭里时,折叠状态的主体厚度约5厘米;在轨工作时,“翅膀”拉开长度约9米、宽度超过2.5米。

和刚性太阳翼放在一起看,更能直观感受到柔性太阳翼的优势。刚性太阳翼采用蜂窝夹层结构,电池表面由玻璃覆盖,尽管也能折叠,但太阳板与太阳板之间必须相互隔开、留有距离。

不同于刚性太阳翼,柔性太阳翼的太阳板之间是面对面、背对背压在一起的。

“让我们来算一道数学题。”吴思杰在图纸上演示,“假如刚性太阳翼的每层太阳板厚度为2厘米,10层板就有20厘米高。折叠时,每层板与板之间的缝隙需达到3厘米左右,光缝隙就有27厘米宽,那么整个太阳翼的厚度就达到了47厘米,接近半米。而柔性太阳翼每个单层厚度仅为1毫米左右,10块板才有约1厘米厚,板与板紧紧贴着,加上太阳板上下分别有2厘米的保护层,整个太阳翼的厚度也就约5厘米。”

厚度不仅代表着体积,还代表着质量和成本。柔性太阳翼和刚性太阳翼的电池片都是三结砷化镓,转换效率大致相同。如果采用柔性太阳翼,同样质量下,能容纳更多折叠层,一旦舒展开,就是更大的电池面积,能够吸收更多的太阳能。

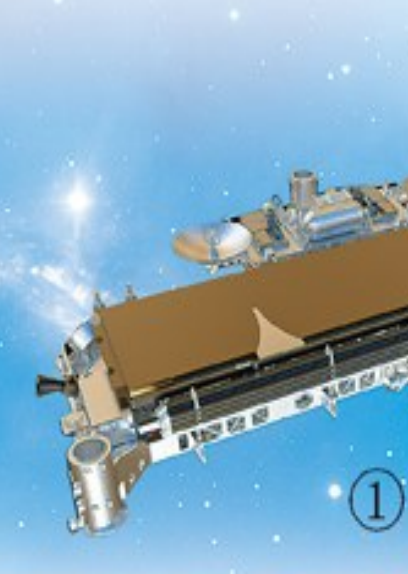
“换句话说,电池薄了,占地少了,能量供

给效能却高了。卫星更薄、体积更小,更方便叠在一起,多颗卫星一起上天,这就是降本增效。”吴思杰说。

自主攻关,反复试错——

太阳板之间压得恰到好处,既能抵抗起飞时的巨大冲击力,又能保持毫发无损,是巨大考验

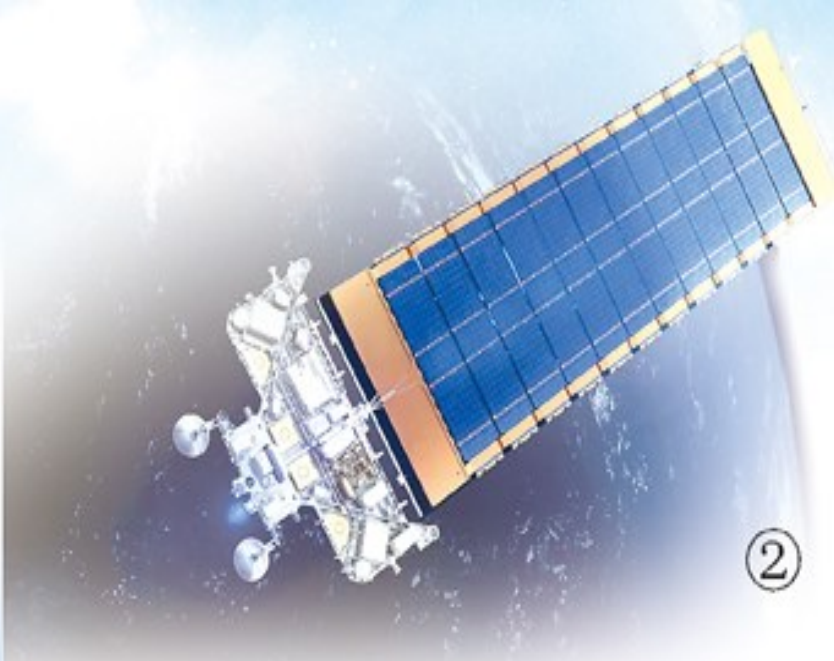
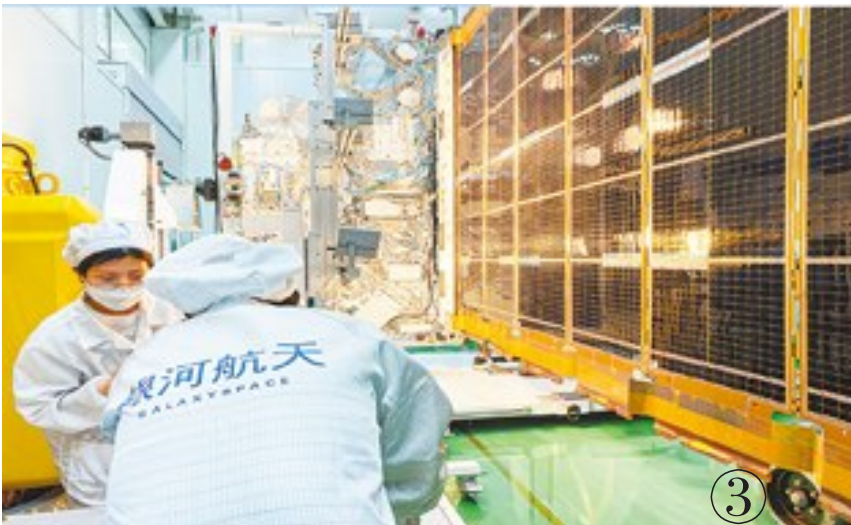
“柔性太阳翼技术难度极大,没有任何经验可以借鉴,我们几乎是从零起步,摸爬滚打、不断试错。”吴思杰说,单是“翅膀”的方案设计就做了好几个月,整个技术攻关突破花了整整三年。



“翅膀”能不能顺利展开,是第一个“拦路虎”。

吴思杰记得很清楚,当时,按照系统设计,太阳翼的太阳板能够顺利展开,可到了地面试验时,“翅膀”却突然卡住了,怎么也打不开。

故障的出现,让团队倍感压力。接下来的3个月,吴思杰和团队成员日夜泡在实验室,经常半夜铺个泡沫垫在厂房角落就睡着了。查文献、算参数,最终摸清了规律,让“翅膀”丝滑展开。



持续创新,未来可期——

航天器的巨型“翅膀”吸收太阳能后,可传输给其他航天器甚至地外行星基地,有望为星际探索提供能源保障

商业航天的优势在于效率高、成本低。为了保持优势,商业航天企业通过持续技术创新,实现更大程度降本增效。

平板堆叠式卫星应运而生。传统卫星大多是球状、长方体、圆柱体等形态,平板堆叠式卫星则是平板式、敞开式,“就像一个整体铸造的汽车底盘”,布局紧凑、形态简约,不仅利于批量化制造,更容易“摞”成一堆一起上天,让“一箭百星”的发射模式成为可能。

柔性太阳翼恰好与平板堆叠式卫星完美契合:满足平板堆叠式卫星的安装需求,让卫星更加轻巧的同时保证大功率输出,节约制造和发射成本,提高卫星星座的组网效率,有助于加速卫星互联网部署。

吴思杰告诉记者,想要卫星在天上干更多工作,需要更多太阳能电池提供能量,太阳翼面积就得更大,折叠式、展开式太阳翼成为必然选择。与此同时,还得让“翅膀”收起来后体积更小,减轻卫星负担。

有专家提出,如果可以通过卫星或者航天器巨大、高效的“翅膀”在太空翱翔,吸收太阳能转化后源源不断地传输给地面或其他航天器甚至地外行星基地,不仅可以助力解决地球的能源问题,也有望为星际探索提供能源保障。

无穷的想象赋予科研人员更多可能性和创造力。未来,“翅膀”还可能变成什么模样?

吴思杰打开电脑,点开一张全柔性太阳翼的效果动图。尽管全柔性太阳翼面积展开后约20平方米,像一间会议室一样大,但是它卷起来时直径仅和一个保温杯差不多。

“和目前的柔性太阳翼相比,全柔性太阳翼进一步减少太阳翼对卫星体积和重量的占用,增加卫星表面的可用面积。”

吴思杰望着电脑,陷入遐思。他和团队成员将继续为实现新的目标不懈努力。

据《人民日报》

图①:银河航天卫星柔性太阳翼压紧状态效果图。

图②:使用柔性太阳翼的银河航天卫星在轨模拟图。

图③:银河航天技术人员对柔性太阳翼进行测试。

以上图片均为银河航天提供