

北京时间 2024 年 8 月 6 日 14 时 42 分,长征六号甲运载火箭承载着“千帆星座”首批 18 颗组网卫星,从太原卫星发射中心直冲云霄。两个小时后,卫星顺利进入预定的极地轨道,发射任务获得圆满成功,这标志着我国向全球卫星互联网领域迈出了重要一步。

被称为中国版“星链”的千帆星座是项什么工程?它与现有卫星系统有何异同?未来,千帆星座将打造怎样的低轨互联网布局,又将面临哪些挑战?

千帆竞发
创新纪元

2030 年底在地球周围部署 14000 颗卫星

中国版“星链”组建太空巨型 WiFi

我们为何要建中国版“星链”

与卫星电话及北斗通信重复吗

“卫星群”上天面临重重挑战

千帆星座是由上海市政府支持的商业航天项目,旨在提供宽带互联网服务。它的另一个名字叫“G60 星链”,由此可知,它对标的国外产品是 SpaceX 的星链(Starlink)。

打个比方,千帆星座如同一个运行在天上的巨型 WiFi 网络,等将来建成,大家在户外也可以上网了。可能有人会感到奇怪,“移动基站无处不在,现在在户外就能上网啊!”其实,移动基站的“无处不在”,基站多、信号好,只针对人们平时生活和工作的地方而言。城市村庄和陆地交通沿线只占整个地球表面积的 5%,在荒山、草原、沙漠、海洋、冰原这些地方,移动基站就鞭长莫及了。此外,假如遇到地震、洪水等特大自然灾害,通信基站和电力系统被大规模破坏时,天上这座不受地面基础设施限制的宽带互联网便能派上用场。

千帆星座所规划的最终架构是到 2030 年底,在地球周围部署大约 14000 颗卫星,覆盖人类活动的大部分区域。而在大洋彼岸,截至 2024 年 3 月,SpaceX 星链已经发射了 6000 多颗卫星,计划部署 12000 颗,甚至有可能增至 34400 颗。

构建互联网卫星星座,不但有实用性,而且有紧迫性。无论是千帆星座还是 SpaceX 星链,它们都运行在 2000 公里以下的太空中,属于近地卫星(低轨卫星)。全球对近地轨道资源的竞争非常激烈,目前除了中国和美国以外,还有英国、加拿大、俄罗斯、德国、韩国等多个国家相继规划了宏大的近地互联网卫星组网计划。本着“先到先得”的分配法则,抓紧机遇,才能更有效地合理利用轨道资源。

6G 通信的实现也与基于低轨卫星的卫星互联网密切相关。未来的手机直连等卫星应用,可以使手机绕过传统的信号转发设备,直接与卫星进行信号的发送和接收,从而提供更广阔的覆盖范围和更高的通信可靠性。基于这些优势,低轨卫星通信成了全球热点新兴产业。截至 2024 年 7 月,全球在轨卫星超过 1 万颗,其中中低轨卫星占比超过 85%。

也许大家还有疑惑:我国不是已经有卫星电话了吗?为什么互联网卫星不在现有系统上升级?听说北斗导航系统也有短报文功能(北斗导航系统提供的一种独特通信功能,利用卫星信号实现简短文字通信),和“千帆”的区别又在哪里?

简单来说,千帆星座主要致力于提供高速、海量数据的互联网通信服务,和已有的卫星电话或短报文业务没有重叠关系。要说这三者的区别,最关键的因素就是数据量和通信延迟。

语音和短信的数据量非常小,即使通话略有延迟,使用起来也没什么影响。所以,卫星电话的通信卫星和北斗导航卫星“站得高、看得远”,更侧重每颗卫星的信号覆盖范围,同时为了节省成本,把较少的卫星尽可能远地放到中高轨道或远地轨道上。例如,天通一号通信卫星就运行在距地 35786 公里的静止轨道上,信号一来一回,至少需要 0.24 秒。

但这个短暂的通信延迟对于互联网卫星而言就不可忍受了。通常用户在网上一刷一个页面,看到的每幅图片、每段视频都要从浏览器发起请求,通过卫星送到服务器(一次地—天一—地的往返),然后由服务器把图片或视频编码打包,再通过卫星传回用户(又一次地—天一—地的往返)。整个过程包含两次往返(0.48 秒),更何况由于数据传输协议的一些细节,光是建立连接就需要信号往返 3 次。

因此,互联网卫星距离地面不能太高,否则信号微弱、延迟严重。但如果卫星飞得太低,又容易被大气层(尽管极其稀薄)拖拽减速。

由于互联网卫星的发射数目成千上万,所以必须做得相当小巧,以便一箭多星。例如,千帆星座此次发射的 18 颗卫星,都是平板式外观,以便堆叠在火箭整流罩的宝贵空间中。

此次千帆星座首批卫星成功发射,不仅标志着中国版“星链”正式开建,也意味着上游卫星、商业火箭制造以及相关设备、零部件企业真正拥有了“大客户”,商业航天产业链有望全程打通。

千帆星座的卫星数目不是十个八个,而是成千上万。量变引起质变,卫星数量庞大,意味着将面临许多前所未有的挑战。

首先是生产。据专家介绍,申请到电信频率和轨道之后,7 年内必须发射第一颗星,9 年内的发射总数须达到 10%,12 年内达到 50%,14 年内整个星座完成发射。

其次是发射。如果按一箭 18 星发射的话,那么从现在到 2025 年底,还需完成 35 次发射,基本上每半个月就要发射一次。如果能够做到一箭 36 星,发射计划就可以更宽裕,只是要防范风险,因为一次发射太多的话,万一出意外,损失是相当惊人的。到 2027 年底,发射压力还不算很大,但是再往后看,若要达到 2030 年底千帆星座构建完毕的目标,至少每年要发射 4200 颗卫星,相当于 117 次“一箭 36 星”,这对卫星的产能、火箭的产能、发射场的运维管理都是巨大的考验。

接下来是太空碎片的隐患。自 1957 年苏联首次将人造卫星送入太空,到 2019 年 SpaceX 星链上天前夕,人类往地球周围总共发射了约 5000 枚航天器。从 2019 年开始,SpaceX 星链仅凭一己之力,就把这个数字翻了一倍有余。如果千帆星座和其他各方的类似计划进展顺利的话,这个数字还会继续上升。一个目前无法改变的客观事实是,卫星寿命有限,航天发射也会产生不少“副产品”,这些不受控的太空碎片会給在轨卫星带来极大威胁。2021 年 7 月和 10 月期间,SpaceX 星链卫星曾先后两次接近中国空间站,迫使空间站采取紧急机动措施以避免碰撞。跟踪、清理或规避太空碎片,保证空间轨道的安全,始终是摆在各国航天机构面前的一大难题。

最后是卫星数量激增对科研工作的影响。卫星在可见光和射电波段都非常明亮,会严重干扰科学观测。成批卫星在刚刚发射上天时,更是会排成一队,浩浩荡荡地穿过望远镜的视野。

因此,协调卫星运行与科学研究的冲突,也是摆在各国各方面前的重要课题。

星座计划
推动可回收火箭研发

其实,千帆星座不是我国唯一规划的巨型星座。2020 年 9 月,我国以“GW”为代号申报了低轨卫星星座,共计 12992 颗卫星,由 2021 年成立的中国星网集团负责,其首批卫星有望很快发射。

这些巨型星座计划需要大幅提高发射能力,来降低发射成本。为此,我国正在大力推动可回收火箭的研发。除了成本考量之外,可回收火箭还能够有效减少太空碎片。乐观估计,到 2025 年,将有多款可回收的中型运载火箭各自完成首飞。

为了提高发射流量,新的发射场也在紧锣密鼓地建设中。2023 年 12 月,海南国际商业航天发射中心一号发射工位竣工。这个工位专为国内新一代中型火箭长征八号设计,是发射中心的核心,也是保障国家重大任务的重要设施。2024 年 6 月竣工的二号发射工位,则具有更强的兼容性,能满足包括长征、快舟、捷龙等多个火箭系列十余种型号的发射要求。

在生产源头,我国微小卫星制造能力成长迅速。中国航天科技集团和中国航天科工集团旗下的国有企业以及银河航天等民营航天企业均新建了制造中心,中国科学院微小卫星创新研究院也在这一领域积极开展工作。

总体来看,作为技术迭代快、经济效益高、产业协同性强的航天新业态,商业航天已成为我国经济发展的一个重要增长点,作为新质生产力产业发挥着积极作用。而作为商业航天的重要作品,建设互联网星座不仅可以消除传统互联网连接的地理限制,还能够多角度、全方位地促进前沿科技的发展。无论在过程中将遇到什么样的挑战、需要解决什么样的问题,随着互联网星座计划的实施,我们都可以期待一个更加高效智能的世界。

综合新华社、央视、《北京日报》、《中国电子报》报道

