

# 国内外高通量卫星发展现状

陈金来 张炳森

(海军士官学校 安徽 蚌埠 233012)

**【摘要】**高通量卫星采用多点波束、频率复用、高波束增益等技术,通信容量跨越式发展,通信成本大幅度降低,高通量卫星通信业务快速发展,本文介绍了国内外高通量卫星发展现状。

**【关键词】**高通量卫星;多点波束;频率复用;高波束增益

高通量卫星(HTS, High Throughput Satellite),也称高吞吐量通信卫星,是相对于使用相同频率资源的传统通信卫星而言的,主要技术特征包括多点波束、频率复用、高波束增益等。<sup>[1]</sup>高通量卫星的吞吐量可以达到几十吉比特每秒到几百吉比特每秒量级,是传统通信卫星的几倍甚至是几十倍。随着卫星制造、卫星发射成本的降低,卫星吞吐量成几何级数增加,每比特成本显著降低,经济便利的卫星通信业务应用发展迅猛。

## 1 概述

高通量卫星(HTS)通过技术升级,采用多点波束、频率复用、高波束增益等技术;频段进一步拓展,使用Ka、Q、V频段;轨道开发方面,从GEO(地球同步轨道)向MEO/LEO(中/低轨道)延伸,提升了通信容量和传输速率,降低了单位带宽的成本,高速卫星互联网服务的费用可以承受。

## 2 国外主要高通量卫星发展情况

国外运行高通量卫星的主要公司有欧洲卫星公司(SES)、卫讯公司(ViaSat)、欧洲通信卫星公司(Eutelsat)、国际通信卫星公司(Intelsat)、太空探索技术公司(SpaceX)等。

### 2.1 欧洲卫星公司(SES)的高通量卫星

SES公司的高通量卫星有SES-12、SES-14、SES-15、SES-17。SES-12卫星是SES的第一颗GEO-HTS(地球静止轨道-高通量卫星),采用Ku波段宽波束和点波束组合,覆盖亚太地区关键区域。SES-14卫星与SES-12相似,也采用Ku波段宽波束和点波束,覆盖美洲和北大西洋。SES-15卫星组合了Ku波段宽波束与Ku波段点波束以及Ka波段连接网关,覆盖北美、墨西哥和中美洲,为航空部门、海事、政府提供服务和VSAT网络。设计覆盖能力能够满足航空旅客需要,实现从纽约到夏威夷或从阿拉斯加到墨西哥的无缝HTS覆盖。SES-15卫星携带的广域增强系统(WAAS)有效载荷,将使美国联邦航空管理局(FAA)能够增强全球定位系统(GPS),旨在为航空业

提供更高准确性、完整性和可用性。SES-17卫星利用近200个Ka波段点波束,补充现有覆盖,能够覆盖美洲和大西洋地区。

SES于2016年8月收购O3b,将其12颗MEO(中轨道)高通量卫星并入网内,未来计划用27颗MEO高通量卫星组成星座群。同时 SES自2017年起发射GEO高通量卫星,目前已有3颗在轨。通过MEO与GEO高通量卫星的复合组网,SES可以提供低延时、广覆盖的卫星通信。系统覆盖全球99.9%的区域,单波束容量达到1Gbps、延时低于150ms。

### 2.2 卫讯公司(ViaSat)系列卫星

美国卫讯公司与美国劳拉公式联合打造卫讯系列卫星。ViaSat-1卫星采用大容量的Ka频段点波束技术,有18个网关,总业务量为130Gbps。ViaSat-2卫星相比较ViaSat-1卫星覆盖面积扩大七倍,整体容量提高一倍,达到300Gbps。ViaSat-3星座由3颗卫星组成,单颗卫星容量达到1Tbps,是ViaSat-2卫星的3倍,3颗卫星全部运行,几乎能够覆盖全球。

### 2.3 欧洲通信卫星公司(Eutelsat)的高通量卫星

Eutelsat于2017年6月发射了其最新HTS—EUTELSAT 172B。该卫星是欧洲第一颗大功率全电推进通信卫星。它携带了C、Ku和高通量Ka频段有效载荷,将增大对中国和太平洋岛屿的覆盖范围,也将覆盖北部环太平洋地区,为美国与亚洲之间的飞机旅行提供服务。

Eutelsat于2010年12月发射了第一颗Ka频段高通量卫星,采用了82个Ka波段点波束来提供高速互联网,整星容量达90Gbps,下行速率达50Mbps,上行速率达6Mbps。Eutelsat计划于2021年发射下一代VHTS高通量卫星,为欧洲区域的固定宽带连接和机载连接提供500Gbps容量的Ka频段服务。

### 2.4 国际通信卫星公司(Intelsat)的Intelsat EpicNG发展计划

Intelsat自2016年起启动“Intelsat EpicNG”计划,已于2018年10月完成了由6颗GEO卫星组成的高通量

卫星星座，采用了C、Ku和Ka波段、宽波束和点波束组合以及频率复用技术，实现全球覆盖，单颗卫星可提供 $25 \times 60 \text{ Gbps}$ 容量。其中2017年9月底，发射的Intelsat 37e卫星是第一颗全数字卫星，采用了更有效的功率共享技术和可控波束，能够更灵活地满足区域和应用需求。Intelsat EpicNG主要面向运营商，提供固定流量速率服务，而非面向消费者级的宽带应用。

### 2.5 太空探索技术公司(SpaceX)的星链(Starlink)计划

Starlink(星链)是美国太空技术公司SpaceX正在构建的NGSO(非对地静止轨道)卫星系统，由2个子星座以及相关的地面控制设施、网关地球站和用户地球站组成，系统建成后，将由近12000颗卫星构成的巨型星座提供覆盖全球的高速互联网接入服务<sup>[2]</sup>。Starlink星链项目2015年提出，计划于2025年完成12000颗低轨卫星的部署。第一阶段在1150km轨道高度上由4425颗卫星组成的LEO(低地球轨道)星座，第二阶段在及340km超低轨道高度上由7518颗卫星，时延比LEO卫星更低。截止到2021年5月，Starlink已发射了28批星链卫星，在轨卫星达到1625颗。Starlink项目被视作为未来特斯拉等企业实现高级自动驾驶大规模落地的铺路。目前，特斯拉已为旗下车型配备了必须的硬件，仅需通过软件升级即可在未来实现完全自动驾驶。据测算，自动驾驶的数据传输量约为40TB/小时。未来特斯拉可以通过SpaceX的宽带网络安全传输、管理自动驾驶的海量数据。

### 3 国内高通量卫星发展情况

国内运行高通量卫星的公司主要有中国卫星集团股份有限公司(中国卫通)、亚太卫星控股有限公司(亚太卫星)等。

#### 3.1 中国卫通的中星16号卫星

中国卫通的中星16号(实践十三号)卫星是我国首颗Ka频段的高通量卫星，采用26个点波束、激光通信和电推进等新技术，通信总容量超过 $20 \text{ Gbps}$ ，超过了我国此前研制的所有通信卫星容量的总和，标志我国卫星通信进入高通量时代。该卫星总体覆盖我国除西北、东北的大部分陆地和近海200公里海域，通过该卫星实现地面无线网络信号或光缆宽带接入达不到地区的覆盖，方便这些地区接入互联网。用户终端的下载速率达 $150 \text{ Mbps}$ ，回

传速率达 $12 \text{ Mbps}$ ，实现了真正意义上的自主通信卫星宽带应用，填补了我国在该领域的空白。

中星16号卫星是我国首次在地球同步轨道卫星上开展对地高速激光通信试验的卫星。卫星激光通信具有通信容量大、传输距离远、保密性好等优点，在高速空间信息网络数据传输方面具有不可替代的作用，是国际科技竞争的重要战略高地。

中星16号卫星具备向大众消费者和民航客机、海运客货船等提供卫星互联网接入服务的能力。2019年，中国卫通已经完成卫星传输5G数据业务测试，并带来了高通量卫星与5G融合方案，将在未来实现卫星与5G网络的互联互通，系统利用高通量卫星通信的大带宽优势，实现了5G基站与核心网之间的信息传输。

#### 3.2 亚太卫星的亚太6D卫星

亚太6D卫星是我国首个Ku频段高通量宽带卫星通信系统首发星，通信容量大、波束多、输出功率大、设计复杂。亚太6D卫星采用Ku/Ka频段，配置90个Ku用户波束，8个Ka馈电波束，单波束容量可达 $1 \text{ Gbps}$ 以上，通信总容量达到 $50 \text{ Gbps}$ ，其带宽是中星16号的2.5倍，亚太6D通信卫星主要面向亚太区域用户提供优质、高效、经济的全地球、全天候的卫星宽带通信服务，用以满足海事通信(千兆级带宽接入)、机载通信(百兆级带宽接入)、车载通信以及固定卫星宽带互联网接入等多种应用需求。

### 4 结束语

卫星通信是未来天地一体化网络中不可或缺的重要部分，目前正向着更高速率和更高系统吞吐量的方向发展，高通量卫星系统运用越来越多。目前国内高通量卫星与国外高通量卫星相比，由于起步时间相对较晚，单星吞吐量与国外高通量卫星通信容量还有一定差距。随着我国卫星通信技术不断迭代升级和科研创新，国内高通量卫星将迈入世界先进行列。

#### 参考文献:

- [1] 沈宇飞.什么是高通量卫星.[N].中国航天报, 2016-07-29(3).
- [2] Handley M. Delay is not an option: low latency routing in space[C] // HotNets' 18: Proceedings of the 17th ACM Workshop on Hot Topics in Networks, 2018: 85-91.