

# 洞见

罗兰贝格

08.2020  
上海 / 中国



## 通联天地, 创新求索

—高通量卫星发展趋势报告

# 高通量卫星发展六大趋势

## 1. 提速降费:卫星通信应用迎来普及黄金期

高通量卫星带来了更大的带宽和**更快的数据传输速度**,并且随着供给侧能量的释放,卫星通信**价格将得到大幅降低**。这将加速卫星通信在**海陆空等应用场景的普及**。

## 2. 天地融合:新一代网络有望实现全球覆盖,缩小数字鸿沟

高通量卫星在未来**立体化**网络架构中的定位是**实现全球覆盖**。新一代网络的目标不是简单的网络容量和传输速率的提升,更是为了**缩小数字鸿沟**,实现“**数字普惠**”。

## 3. 创新探索:物联网与自动驾驶将极大发挥高通量卫星的价值

**无线连接**是物联网与自动驾驶发展的关键技术。卫星通信突破了无线连接对地面网络的依赖,真正实现“**全连接**”。而创新应用的海量数据也将**提高卫星使用率**,发挥更大价值。

## 4. 成本优化:LEO卫星制造与发射成本下降,天线或成为短期瓶颈

LEO卫星**组网成本不断降低**。卫星制造与卫星发射成本已经有了实质性突破并持续优化,但**地面天线仍然成本高昂**,短期或成为应用普及的瓶颈。

## 5. 自主可控:高通量卫星是未来空间网络基础设施,软硬件及管理能力缺一不可

**政治的不确定性**将给高通量卫星发展带来挑战。产业链上,我国在**电子元器件、应用系统和运营服务**等领域能力有待加强。卫星类型上,我国GEO高通量卫星经验相对丰富,但**LEO/MEO卫星星座**需要进一步布局。

## 6. 市场参与:全球资本踊跃,但国内市场化程度仍有提升空间

全球航天领域的投资近年来明显升温,预计中短期内仍将持续增长。类型上,**低轨卫星**的投资将占据主流。地区上,美国占主导地位,**中国资本比例小于10%**,仍有上升空间。

# 目录

<b>1/ 什么是高通量卫星</b>	<b>— 03</b>
1.1 技术升级:通过多点波束、频率复用、波束增益等关键技术提升卫星容量	
1.2 频段拓展:向更高工作频段发展,获取更大带宽,提升通讯速率	
1.3 轨道开发:GEO占主流,但资源接近饱和,LEO卫星成为行业新热点	
<b>2/ 通信卫星发展历史</b>	<b>— 05</b>
2.1 国际通信卫星发展历史	
2.2 中国通信卫星发展历史	
2.3 LEO发展概况	
<b>3/ 通信卫星行业现状</b>	<b>— 06</b>
3.1 通信卫星的主要应用	
3.2 通信卫星市场主要玩家	
<b>4/ 高通量卫星六大发展趋势</b>	<b>— 12</b>
4.1 提速降费:卫星通信应用迎来普及黄金期	
4.2 天地融合:新一代立体化通信网络有望实现全球覆盖,缩小数字鸿沟	
4.3 创新探索:物联网与自动驾驶将极大发挥高通量卫星的价值	
4.4 成本优化:LEO爆发得益于各环节成本下降,地面天线或成为短期瓶颈	
4.5 自主可控:高通量卫星是未来空间网络基础设施,软硬件及管理能力缺一不可	
4.6 市场参与:全球资本踊跃,但国内市场化程度仍有提升空间	
<b>5/ 中国在高通量卫星领域的主要玩家</b>	<b>— 17</b>
5.1 GEO	
5.2 LEO	

# 第一部分

## 什么是高通量卫星

高通量卫星 (HTS, High Throughput Satellite), 也称高吞吐量通信卫星。通俗地来形容, 从传统通信卫星到高通量卫星的转变, 相当于把家庭上网从电话拨号升级到了百兆宽带。而为了实现吞吐量的提升, 高通量卫星有3大特征: 1) 技术升级; 2) 频段拓展; 3) 轨道开发。

1) **技术升级**: 高通量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;

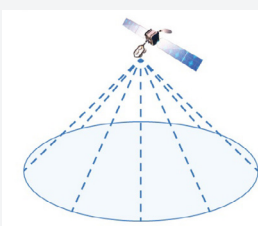
2) **频段拓展**: 传统使用的C、Ku频段逐渐饱和, 高通量卫星逐渐向更高频段发展, 如使用Ka频段的中国首颗高通量卫星中星16号, 又例如银河航天的使用Q/V频段5G通信卫星;

3) **轨道开发**: 与频段资源类似, 轨道资源是稀缺资源, 特别是

在高通量卫星时代, 卫星使用场景不再局限于手持一台笨重设备, 到处搜索卫星信号, 只为了打一通电话, 而很可能是你用自己的手机连上了Wi-Fi, 享受着与日常无异的上网体验, 而远程的信号传输则是由卫星来完成。

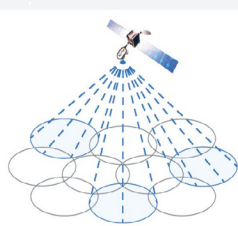
### 01 / 高通量卫星对比传统通信卫星

#### 传统通信卫星



- > 宽波束覆盖
- > 低频段: L、S、C为主
- > 以GEO轨道为主

#### 高通量通信卫星



- > 大量点波束广域覆盖
- > 高频段: Ku、Ka为主
- > 在GEO轨道基础上, 拓展MEO/LEO轨道

#### 高通量通信卫星3大特征

##### 技术升级

- > **多点波束**: 使用大量点波束实现广域范围覆盖
- > **频率复用**: 点波束之间可以实现子波段的复用, 增加频谱利用率和卫星通信容量
- > **波束增益**: 波束宽度窄提高天线增益, 降低终端天线口径, 提高频谱利用率, 提高数据传输速率

##### 频段拓展

- > **高速频段**: 使用雨衰较大, 但适合高数据传输的Ku、Ka波段, 提升通讯速率
- > **资源丰富**: Ka频段可用频带宽高达3.5GHz, 超过现有L、S、C、Ku频段总和

##### 轨道开发

- > **主流GEO**: 地球同步轨道 (GEO) 单星覆盖区域广, 组网简单运维成本低, 但是资源接近饱和
- > **热点MEO/LEO**: 中低轨资源丰富, 且可实现多种高度、多种轨道面的三维立体布局

资料来源: Telenor, 国际太空, 罗兰贝格

赤道同步轨道仅此一条,为了提供更高容量,也为了满足更高的通信需求,高通量卫星从以GEO(地球同步轨道)为主导向LEO(低地球轨道)延伸,因此,不论是使用同步轨道的实践十三号以及今年7月发射的亚太6D卫星(深圳星),还是SpaceX的星链(Starlink)低轨卫星星座,都属于高通量卫星的范畴。

## → 01

### 1.1 技术升级:通过多点波束、频率复用、波束增益等关键技术提升卫星容量

**多点波束:**使用大量的点波束实现广域范围覆盖,替代传统卫星的宽波束覆盖,是实现频率复用与波束增益的关键基础性技术。卫星采用多点波束的好处在于提高天线的发送/接收增益,并能实现频率复用;采用多点波束的劣势在于覆盖,点波束覆盖范围较小,要想实现大范围的区域覆盖,则需要大量点波束。

**频率复用:**与点波束技术相辅相成,在空间独立的点波束之间可以实现每个子波段的复用。这与地面蜂窝通信网络相似,显著地增加了频谱利用率和卫星通信容量。如果要保障波束间无干扰,则需要使用窄波束且波束间隔较远,但实际中为保证覆盖的连续性,波束间会出现重叠,通常使用极化复用和地区隔离相结合的方式重复使用频率,来扩展通信容量。

**波束增益:**采用点波束和频率复用技术相结合,能够有效提高天线增益。天线的增益与波束宽度有关,波束宽度越窄,天线增益越高。较高的卫星天线增益可以使得用户采用更小口径的终端,并使用高阶调制编码方案,从而提高频谱利用效率,提高数据传输速率。

### 1.2 频段拓展:向更高工作频段发展,获取更大带宽,提升通讯速率

高通量卫星目前一般选用C、Ku和Ka频段,三者的频段依次提高。根据国际电联规定,卫星通信一般使用L、S、C、X、Ku和Ka频段。一般来说,频段越低,如L、S波段的电波进入雨层中引起的衰减越小,适合低速率通信和移动通信;而频段越高,如Ka频段电波,雨衰相对较大,但适合高速数据传输。

但频段资源始终是稀缺资源,C频段和Ku频段的资源也逐渐趋于紧张,而Ka频率资源丰富,可用频带宽,因此也成为当前高通量卫星的首选。Ka频段可用于同步卫星通信的带宽达到3.5GHz,超过了现有的L、S、C、Ku频段的总和。此外,Ka高通量卫星还具有频率高、抗干扰性强、天线灵活易控等优势。

在未来,高通量卫星将向着更高频段发展。如Q/V频段的高通

量卫星将应用于5G基站信号回传等领域。

### 1.3 轨道开发:GEO占主流,但资源接近饱和,LEO卫星成为行业新热点

目前成熟的高通量卫星多是地球同步轨道(GEO)。主要原因有如下几方面:

- > 覆盖区域的优势:单颗星覆盖区域广,可覆盖地球表面超过40%的区域,有利于为固定区域提供服务。在覆盖区域内,任何地球站之间可以实现24小时不间断通信,服务十分稳定。
- > 卫星组网的优势:卫星系统构建简单,3颗同步地球卫星就可覆盖除两极外绝大多数区域,系统卫星数少,运营和在轨维护性价比高。
- > 卫星寿命的优势:不受大气阻力影响,寿命在15年以上,摊薄单位带宽成本。

**地球同步轨道轨位属于战略资源**,由国家向国际电信联盟(ITU)申请,遵循“先申报先使用”的原则。但**赤道同步轨道仅此一条,资源相当紧张**。据学者测算,地球同步轨道可容纳卫星1800颗。根据国际电联(ITU)统计,目前在轨运行的同步轨道卫星共计522颗,另有登记在册未发射的卫星超过800颗,考虑很多轨位处在太平洋、大西洋等广域海洋上空,可利用性较小,而人口密集的亚洲、欧美地区可用轨位十分有限。

**中低轨(MEO, LEO)方案为高通量卫星的跨越式发展提供了新的空间**。中低轨资源丰富,可实现三维立体布局:多种高度,多种轨道面。除了资源的扩充,中低轨道高通量卫星两大优点:1)通信时延远小于同步轨道卫星,可拓展新的应用领域;2)单颗星的研制及发射成本远低于同步轨道的大卫星,这降低了参与商业应用的门槛。但中低轨道多星组网的方案在设计难度以及在轨运营管理的复杂程度方面要远高于同步轨道卫星,后期的运营维护的费用也更高。因此,虽然LEO是目前行业热点,未来成长前景广阔,但中短期依然无法替代同步轨道高通量卫星。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/115232324031011304>